

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**ESTUDIO DE RELACIONES DE COLABORACIÓN EN  
PROYECTOS BIM, LEAN Y VDC**

**Tesis para obtener título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Kevin Alejandro Chávez Mimbela

José Gonzalo Ochoa Pérez

**ASESOR:**

Dr. Danny Eduardo Murguía Sánchez


Lima, septiembre, 2023

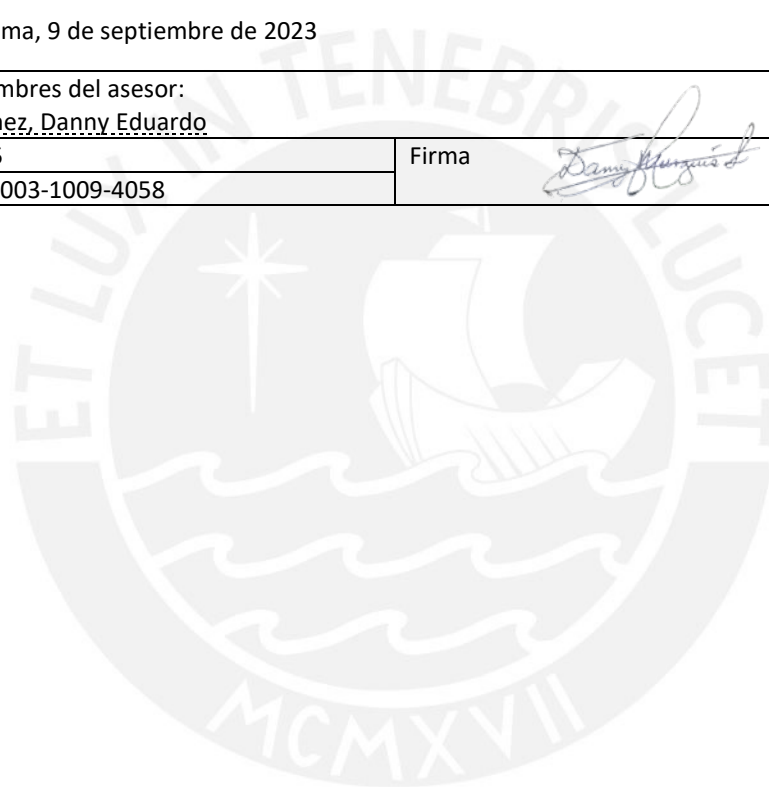
### Informe de Similitud

Yo, Danny Eduardo Murguía Sánchez, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada: "ESTUDIO DE RELACIONES DE COLABORACIÓN EN PROYECTOS BIM, LEAN Y VDC", de los autores Kevin Alejandro Chávez Mimbela y José Gonzalo Ochoa Pérez, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 5 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 08/09/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 9 de septiembre de 2023

Apellidos y nombres del asesor: <u>Murguía Sánchez, Danny Eduardo</u>	
DNI: 42283195	Firma 
ORCID: 0000-0003-1009-4058	



## RESUMEN

En los últimos años, se han desarrollado múltiples estudios acerca de la colaboración en proyectos de construcción. No obstante, no se ha estudiado con profundidad cómo se manifiesta la colaboración de manera práctica en las interfases de diseño y construcción. Además, hay enfoques y metodologías en la construcción, como lo son BIM (*Building Information Modelling*) y Lean, que cuentan con diversas herramientas que facilitan la colaboración. Por lo tanto, esta tesis tiene como objetivo estudiar las características de la colaboración en el marco VDC (*Virtual Design and Construction*), debido a que este contiene diversos medios y procesos correspondientes a BIM y Lean.

Para ello, se realizó una revisión bibliográfica, en la cual se recopiló información diversa sobre el marco VDC, ICE (*Integrated Concurrent Engineering*), CDE (*Common Data Environment*), y un estudio anterior que determinó factores colaborativos en la industria de la construcción (García y Murguía, 2021). Después de ello, se recolectaron datos cualitativos a través de entrevistas semiestructuradas con el método del incidente crítico. Se tomaron dos proyectos de aplicación y se analizaron descriptivamente para verificar cómo se desarrolla la colaboración según el marco VDC. Además, se realizó una comparación entre ICE y CDE.

Los resultados mostraron que hay potencial para poder mejorar cada pilar VDC. Las sesiones ICE pueden basarse en hitos críticos. El CDE puede adoptar niveles de madurez en los que se evalué el aspecto técnico, operacional y organizacional. Lean en la fase de diseño no está lo suficientemente desarrollado y podría relacionarse con métricas BIM. El estudio mediante una matriz que relacione factores de colaboración y pilares VDC ayudará a los profesionales del área a entender cómo se relaciona la colaboración con BIM, ICE y Lean. Futuras investigaciones podrían evaluar la colaboración según los escenarios de forma cuantitativa entre cada miembro de la cadena de suministro, desde el cliente hasta el proveedor.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los profesionales involucrados en el estudio por su disposición, sin los cuales no habríamos podido profundizar en estos temas.

También agradecemos al Dr. Danny Murguía por el tiempo dedicado y por su labor minucioso en el seguimiento de este estudio.

Finalmente, agradecemos especialmente a nuestras familias por el soporte brindado a lo largo de este proceso.



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>1.INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Antecedentes .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.1. Objetivo general.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Preguntas de investigación .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1.1. Pregunta general.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1.2. Preguntas específicas.....</b>	<b>3</b>
<b>2.MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Definición de colaboración, cooperación, coordinación y comunicación .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Colaboración en proyectos de construcción.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1. Marco VDC: colaboración mediante BIM, Lean y métricas.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1.1. Marco VDC.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1.2. Colaboración en BIM .....</b>	<b>9</b>

2.2.1.3.	Colaboración y herramientas Lean .....	12
2.2.1.4.	Métricas .....	16
2.2.2.	Colaboración sincrónica y asíncrona .....	18
2.2.2.1.	Sesiones ICE ( <i>Integrated Concurrent Engineering</i> ).....	18
2.2.2.2.	Entorno común de datos o CDE ( <i>Common Data Environment</i> ).....	23
2.3.	Cadena de suministros en construcción .....	25
2.4.	Escenarios de colaboración .....	28
2.4.1.	Factores de colaboración asociados al escenario de colaboración .....	28
2.4.2.	Modelo basado en escenario para colaboración en construcción.....	32
2.5.	Marco Conceptual .....	34
3.	METODOLOGÍA .....	36
3.1.	Secuencia de investigación.....	36
3.2.	Revisión de la literatura.....	36
3.3.	Enfoque de recolección de datos .....	37
3.4.	Técnica de recolección de datos .....	39
3.5.	Diseño de la entrevista .....	40
3.6.	Análisis y presentación de resultados .....	45
4.	EVALUACIÓN DE LA COLABORACIÓN EN CASOS DE ESTUDIO.....	47
4.1.	Matriz factores-pilares VDC ideal.....	47
4.2.	Descripción de la muestra.....	51
4.3.	Método de recolección.....	53

<b>4.4. Resultados de las entrevistas .....</b>	<b>53</b>
<b>4.4.1. Proyecto de aplicación 1.....</b>	<b>53</b>
<b>4.4.2. Proyecto de aplicación 2.....</b>	<b>70</b>
<b>5.DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>82</b>
<b>5.1. Colaboración en BIM/CDE .....</b>	<b>82</b>
<b>5.2. Colaboración en ICE.....</b>	<b>84</b>
<b>5.3. Colaboración en las sesiones de planificación.....</b>	<b>86</b>
<b>5.4. Comparación entre colaboración sincrónica y asincrónica.....</b>	<b>89</b>
<b>5.5. Escenario de colaboración.....</b>	<b>90</b>
<b>6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>6.1. Conclusiones .....</b>	<b>93</b>
<b>6.2. Recomendaciones .....</b>	<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO A: ENTREVISTAS.....</b>	<b>104</b>

**LISTA DE TABLAS**

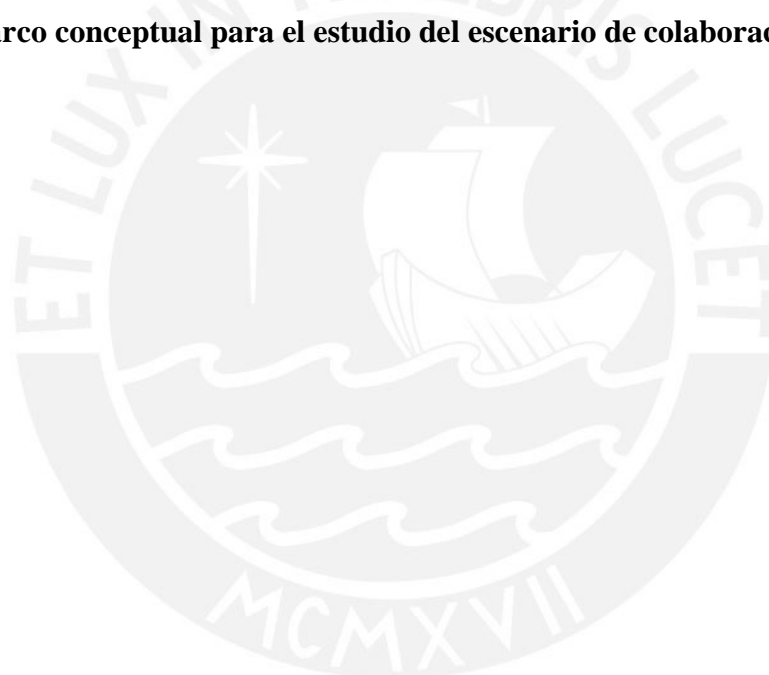
<b>Tabla 1. Métricas VDC para la etapa de diseño.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2. Estándar de orden de actividades en una sesión ICE .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 4. Nodos y subnodos de colaboración.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 5. Descripción de variables independientes .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 6. Demografía de participantes.....</b>	<b>52</b>





**LISTA DE FIGURAS**

<b><i>Figura 1. Sesión ICE</i></b> .....	<b>19</b>
<b><i>Figura 2. Estándar de organización</i></b> .....	<b>21</b>
<b><i>Figura 3. Flujo de contenedores de información</i></b> .....	<b>24</b>
<b><i>Figura 4. Redes y cadenas de suministros</i></b> .....	<b>26</b>
<b><i>Figura 5. Verificación inicial entre los factores y antecedentes</i></b> .....	<b>29</b>
<b><i>Figura 6. Modelo basado en escenarios para el estudio de la colaboración</i></b> .....	<b>33</b>
<b><i>Figura 7. Marco conceptual para el estudio del escenario de colaboración</i></b> .....	<b>35</b>



## LISTA DE ACRÓNIMOS

**BIM:** Building Information Modeling/ Modelación de la Información

**CBA:** Choose by Advantage/ Escoger por Ventaja

**CDE:** Common Data Environment/ Entorno Común de Datos

**DB:** Design-Build/ Diseño-Construcción

**DBB:** Design-Bid-Build/ Diseño-Licitación-Construcción

**ICE:** Integrated Concurring Engineering/ Sesiones de Ingeniería Concurrente.

**IPD:** Integrated Project Delivery/ Ejecución Integrada de Proyectos

**LPS:** Last Planner System/ Sistema del Último Planificador

**PPC:** Porcentaje de Plan Cumplido

**RFI:** Request For Information/ Solicitud de Información

**SBD:** Set Based Design/ Diseño Basado en Conjuntos

**TVD:** Target Value Design/ Diseño Basado en Valor Objetivo

**VDC:** Virtual Design and Construction/ Diseño y Construcción Virtual

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

En su sentido más amplio, la colaboración no ha estado particularmente enfocada en la industria de la construcción sino hace hasta unos cuantos lustros. Desde hace más de 20 años se ha identificado la importancia y potencial de la colaboración en proyectos de construcción. Por ejemplo, Egan (1998) menciona que, especialmente para los diseñadores, es importante colaborar para comprender de mejor manera el proceso completo (del diseño en construcción) y, así, mejorar la eficiencia y calidad. En años posteriores, se tienen importantes aportes sobre colaboración y, sumado al surgimiento de nuevas maneras de enfocar la construcción, como BIM, Lean, VDC, IPD (*Integrated Project Delivery*), TVD (*Target Value Design*), entre otros, se ha evidenciado, cada vez con mayor precisión y nivel de detalle, la influencia de la colaboración. Además, en años más recientes, se han desarrollado metodologías para medir la colaboración. Esto último es una tarea de un mayor nivel de complejidad en comparación a otros aspectos determinantes en proyectos de construcción. Si bien la colaboración comprende la cooperación, sólo el grado de colaboración, a diferencia del costo, plazo y calidad, no puede ser medido directamente (Haghsheno, Budau, & Russmann, 2020). Por tanto, herramientas como el barómetro de la colaboración suponen un avance en la manera de enfocar las investigaciones relacionadas al tema. Este es abordado con mayor frecuencia en años más recientes. Sin embargo, aún no se ha profundizado mucho en los aspectos que se desprenden de la colaboración, ni en estudios de casos reales.

## **1.2. Justificación**

La colaboración en la industria de la construcción depende de varios factores, como los tipos de contratos, uso de herramientas colaborativas, cultura, entre otros. Existen estudios que toman estos factores, los estudian e inclusive pueden proponer maneras de clasificar los proyectos según su nivel de colaboración, como el modelo cualitativo para el estudio de factores de colaboración de García y Murguía (2021) o el modelo cuantitativo de barómetro de colaboración de Haghsheno, S., Budau, M. R.-D., & Russmann (2020). No obstante, no existe mucha información sobre la aplicación práctica, con un enfoque cualitativo, que considere factores y los relacione con los conceptos basados en colaboración más importantes en la actualidad, como BIM, Lean y VDC. El estudio de ello ayudaría a identificar oportunidades de mejora relacionadas con la colaboración de manera más sencilla. Asimismo, en el transcurso de los últimos años se ha destacado la importancia tanto de la colaboración sincrónica, principalmente mediante sesiones ICE, como de la asincrónica, mayormente empleando un entorno común de datos CDE; en otras palabras, realizar actividades al mismo tiempo con los demás o de manera secuencial e interrumpida mediante una plataforma digital. No obstante, se suelen estudiar de manera aislada, por lo que existen pocas publicaciones que consideren ambos enfoques al mismo tiempo. Resulta fundamental estudiar las relaciones colaborativas en proyectos BIM, Lean y VDC, pues son este tipo de proyectos los que suelen tenerla más desarrollada y pueden servir como ejemplo para empresas cuyos proyectos aún no trabajen con estas metodologías.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

El objetivo general de la tesis es estudiar las características de la colaboración partiendo del marco VDC en la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción a nivel de proyecto.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Presentar una matriz factores-pilares para explicar a profundidad la colaboración en el marco CDE, ICE y Lean
2. Determinar cómo se manifiestan los factores de colaboración, según el marco VDC, en la cadena suministro
3. Determinar las fortalezas para la integración de colaboración sincrónica (ICE) y asincrónica (CDE)

### **3.1. Preguntas de investigación**

#### **3.1.1. Pregunta general**

¿Qué características tiene la colaboración siguiendo el marco VDC?

#### **3.1.2. Preguntas específicas**

- ¿Cómo varían los factores ligados a la colaboración en la cadena de suministros según el marco de CDE, ICE y Lean?
- ¿Cómo se manifiestan los factores de colaboración en la cadena de suministro en un proyecto VDC?
- ¿Qué fortalezas son necesarias para la integración de la colaboración sincrónica (ICE) y asincrónica (CDE)?

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Definición de colaboración, cooperación, coordinación y comunicación

En cualquier tipo de proyecto u organización, ya sea de construcción o no, es de suma importancia incluir como estudio las relaciones interpersonales y el factor humano. De hecho, se ha demostrado que las relaciones humanas corresponden a uno de los aspectos más críticos en un proyecto (Cisterna, von Heyl, Alarcón, Herrera, & Alarcón, 2018). Además, problemas como la ineficiencia, la informalidad y la fragmentación en proyectos de construcción son originados por problemas comunicativos (Cisterna et al., 2018). Se puede evidenciar, entonces, la importancia de este término en el contexto constructivo. Actualmente, hay un notable desconocimiento sobre el significado de esta por parte de los involucrados. De hecho, es muy común que los contratistas no puedan definir qué es la colaboración (London & Pablo, 2017). Por esta y muchas otras razones surgió la necesidad de estudiar la colaboración.

La colaboración se ha definido desde múltiples enfoques y diversos autores le han otorgado distintos significados. Para introducir el concepto de colaboración, es necesario abarcar desde los campos más básicos, los cuales son los relacionados a las ciencias sociales y humanas. Desde la forma más básica, se da la estructura social, la cual involucra un proceso constante de interacciones sociales que describen diversos patrones de comportamiento (Alvesson, 2014). En un orden más bajo, se definen los sistemas sociales frente al contexto de la solución de problemas. En dichos sistemas, se habla de un grupo de involucrados que necesitan tomar decisiones y resolver problemas de manera colectiva. Durante este proceso de interacciones entre más de un individuo, se da lo que se llama una interdependencia social, la cual puede ser negativa o positiva (Curşeu & Schruijer, 2020). Por un lado, está la interdependencia social positiva, en la cual todos los involucrados cumplen su objetivo

(Curşeu & Schruijer, 2020). Por otro lado, está la interdependencia social negativa, en la cual un involucrado cumple su objetivo a costa de que otro no lo cumpla (Curşeu & Schruijer, 2020). Así, se puede observar que hay un acercamiento a lo que se puede llamar niveles o madurez en lo que respecta a los sistemas sociales formados en un entorno de trabajo para la resolución de problemas.

Definido brevemente el concepto básico en el aspecto social y los niveles en dichas interacciones, se procede a explicar la colaboración desde la perspectiva de múltiples autores, así como de los factores y características representativas de dicha definición. Además, se reúnen los diversos conceptos revisados y se diferencian de otros términos, como lo pueden ser la comunicación, la cooperación y coordinación según los niveles previamente mencionados.

En el trabajo realizado por Thomson, Perry, & Miller (2009), se conceptualizan muchas ideas alrededor de la colaboración. Se menciona que la colaboración es un proceso de creación compartida que no puede ser percibida desde una sola perspectiva. Se menciona, además, que la colaboración involucra factores claves como la gobernanza, la administración, la autonomía organizacional, la confianza y la reciprocidad. Así, finalmente se define la colaboración como un proceso iterativo de negociaciones entre involucrados que, mediante normas, estructuras y acuerdos de beneficio mutuo, actúan frente a un problema con una base establecida (Thomson et al., 2009). Al definir colaboración, también, realizan la diferenciación de esta con el término cooperación. Se debe mencionar que, de manera general, los autores no diferencian los términos cooperación y coordinación, y no se enfocan en definirlos autónomamente. No obstante, mencionan que la cooperación es un paso previo a la colaboración, siendo esta última característica de un proceso a largo plazo. La diferencia entre estas dos es que la cooperación no abarca la integración, el compromiso

y la complejidad. La semejanza entre estos dos es que en ambos los involucrados se relacionan por un objetivo común, hay intercambio de recursos y reciprocidad (Thomson et al., 2009). Así, de este par de autores, ya se logra completar parcialmente una definición de colaboración más completa y una aproximación al término de cooperación.

Por otro lado, Schöttle, Haghsheno, & Gehbauer (2014) realizaron un análisis de 28 textos, relacionados a la colaboración y a la cooperación. Se debe mencionar que, en este trabajo, el enfoque está dirigido al contexto de *Lean Construction*. Así, la colaboración fue definida como una relación interorganizacional trabajando en un proyecto en común que, mediante una estructura definida y una cultura de confianza y transparencia, resuelven problemas de forma conjunta compartiendo riesgos y responsabilidades para añadir valor al cliente. En contraste, Schöttle et al. (2014) definieron a la cooperación como una relación interorganizacional que coordina para resolver problemas para maximizar el valor del cliente mediante estructuras independientes y sin compartir una visión y objetivos comunes. Es decir, la cooperación no mantiene una estructura definida, no requiere de confianza y transparencia, una visión y objetivo en común, y no comparten riesgos y responsabilidades.

Kinsella-Meier & M. Gala (2016) también definen la colaboración con características similares a las mencionadas anteriormente. A pesar de que esta definición es un poco más generalizada, la colaboración se describe como interacciones entre dos o más individuos u organizaciones que buscan objetivos comunes que implican interdependencia, complejidad y ser de largo plazo. En esta se debe compartir responsabilidades, escuchar y entender todas las opiniones de los miembros, y promover la igualdad en los involucrados sin jerarquías. Además, Kinsella-Meier & M. Gala (2016) proponen que la cooperación se caracteriza por ser un trabajo a corto plazo, igualmente con un objetivo en común y autónomo.



Se pueden observar las diferencias y semejanzas de los conceptos de colaboración y cooperación mencionados en los párrafos anteriores. En primer lugar, en las 3 definiciones de colaboración se puede observar se repiten factores como el de buscar un objetivo en común, estructuras definidas, compartir responsabilidades, complejidad y proceso a largo plazo. Por otro lado, cada definición aportaba una característica especial que no mencionaba la otra. Thomson et al. (2009) la describen como un proceso iterativo de negociaciones. Schöttle et al. (2014) mencionan que en el proceso de colaboración se debe añadir valor al cliente, mientras que Kinsella-Meier & M. Gala (2016) proponen que, para que suceda un proceso colaborativo como tal, debe haber una equidad en las discusiones. En segundo lugar, en los 3 textos se mencionó el término de cooperación. En todos ellos, se coincidía en que es un paso anterior a la colaboración, la cual es a corto plazo y hay un objetivo en común (Kinsella-Meier & M. Gala, 2016; Thomson et al., 2009). De manera general, se puede decir que en esta los involucrados trabajan de manera más independiente, sin aspectos de compartir responsabilidades y riesgos, confianza, compromiso, etc.

Por lo tanto, se puede capturar muchos conceptos de los revisados para realizar una definición consistente de la colaboración y la cooperación. No obstante, anteriormente se habló de niveles de interacciones sociales y de otros términos como la comunicación y la coordinación, así que, a continuación, se describen brevemente estos términos. Por un lado, definiciones de coordinación mencionan una descomposición de tareas que se integrarán con comunicación (Castañer & Oliveira, 2020), intercambio de recursos y de corto plazo (Kinsella-Meier & M. Gala, 2016). Por otro lado, la comunicación es definida como la interacción más básica entre dos o más individuos para intercambiar información (Kinsella-Meier & M. Gala, 2016).

Entonces, integrando y resumiendo las definiciones de cada término y ordenándolas desde el menor nivel de complejidad hasta el mayor nivel de complejidad, se obtiene lo siguiente:

**Comunicación:** Es la forma más básica de interacción interpersonal entre dos o más individuos para intercambiar información.

**Coordinación:** Es el acuerdo entre dos o más individuos para realizar un trabajo en el cual se descomponen y reparten las tareas entre dichos miembros para luego ser integradas en el producto final mediante comunicación. Este proceso es de corto plazo y los individuos pueden intercambiar recursos para apoyarse.

**Cooperación:** Es la relación interorganizacional con un objetivo en común que añade valor a su trabajo de manera coordinada y recíproca. En esta se comparten recursos y el proceso se realiza de manera autónoma independientemente de los objetivos individuales de cada miembro.

**Colaboración:** Es relación interorganizacional con un objetivo en común que está establecida por una estructura definida y resuelven problemas complejos de forma conjunta en un entorno de confianza y transparencia. Este proceso es de largo plazo e integrador, eliminando jerarquías. En este se realizan numerosas iteraciones de negociaciones para definir las responsabilidades y riesgos, de tal manera de asegurar de que cada involucrado cumpla su objetivo individual.

## **2.2. Colaboración en proyectos de construcción**

### **2.2.1. Marco VDC: colaboración mediante BIM, Lean y métricas**

#### **2.2.1.1. Marco VDC**

El diseño y construcción virtual (VDC) es el uso integrado de modelos multidisciplinarios del rendimiento de modelos en proyectos de diseño y construcción para contribuir con los objetivos del negocio explícitos y públicos (Kunz & Fischer, 2012). Por dicho carácter multidisciplinario, se sugiere que la colaboración es un aspecto de importancia al momento de trabajar con dicha metodología. VDC busca cumplir con los objetivos del cliente y del proyecto. Para ello, es necesario una herramienta de planeamiento y control: *Last Planner System*, una forma de reunirse: *Integrated Concurrent Engineering* y una plataforma de colaboración: *Building Information Modelling* (Fosse, Ballard, & Fischer, 2017). Además, es importante el empleo de métricas en el marco VDC. Esto es para evaluar el estado de los procesos acordados en los proyectos (Knotten & Svalestuen, 2014).

El primero (LPS) está relacionado al ámbito *Lean*, por lo que no se profundiza en esta sección, sino más adelante. Este primer pilar puede variar según el autor, por lo que se utilizará el término planificación colaborativa. El segundo (ICE) también se explica más adelante de manera más detallada como forma de colaboración sincrónica. El tercero, BIM es una de las metodologías actuales que a lo largo de los años va adquiriendo popularidad en la industria de la construcción. Una de las bases de esta es la gestión y el flujo de información. Finalmente, las métricas también se encuentran explicadas de más adelante.

#### **2.2.1.2. Colaboración en BIM**

En BIM, los involucrados son capaces de insertar, extraer, actualizar y modificar la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Alreshidi, Mourshed, & Rezgui, 2018).

BIM, al ser una tecnología integradora multifuncional, está muy relacionada con la colaboración (Oraee, Hosseini, Papadonikolaki, Palliyaguru, & Arashpour, 2017). Hay muchos conceptos involucrados en el desarrollo de la colaboración en BIM. Estos pueden ser, de manera general, por aspectos técnicos y no técnicos, como pueden ser la gestión de la tecnología, la capacidad IT, la confianza, la comunicación, el liderazgo, el aprendizaje y otros comportamientos (Boton & Forgues, 2018).

En lo que respecta a los aspectos técnicos, los usuarios usan determinadas herramientas tecnológicas. Para el intercambio de información entre modelos entre distintas disciplinas, existen softwares como RevitServer, Conject y ProjectWise. En estos tipos de softwares se realiza la gestión de datos, en la cual se almacenan dichos datos, se actualizan, se detectan incompatibilidades, se revisan, etc. (Shafiq, Matthews, & Lockley, 2013). En estos sistemas los miembros están organizados por su rol y, en el proceso de definición de roles y responsabilidades, suele haber una falta de claridad y desorganización (Alreshidi, Mourshed, & Rezgui, 2017). Antes de realizar este proceso de flujo de información entre las disciplinas, los usuarios deben trabajar en su respectiva área. En este proceso inicial, los involucrados tienden a usar herramientas diferentes y específicas para trabajar según su disciplina (Shafiq et al., 2013). Como opción para resolver este problema de diferencia entre formatos nativos se usa el IFC, un formato que permite la interoperabilidad (Alreshidi et al., 2017). No obstante, los usuarios o no tienen conocimiento debido de ello o suelen desconfiar de esta herramienta (Oraee et al., 2019). Esto puede deberse a que se presenta limitaciones en este formato, como la pérdida de data semántica en la transferencia de modelos (Alreshidi et al., 2017).

Además, se debe comentar que las herramientas de comunicación más usadas de manera virtual para el intercambio de documentos suelen ser generales como lo son e-mails, SMS, etc. (Alreshidi et al., 2017; Shafiq et al., 2013). Frente a ello, se suele recomendar que se

implemente y se desarrolle la comunicación en softwares específicos, como ProjectWise, para gestionar mejor la información (Alreshidi et al., 2017).

Por otro lado, están los aspectos no técnicos, los cuales son socio-organizacionales. Dentro de este ámbito se encuentran factores como lo son el involucramiento en la etapa temprana del proyecto, la necesidad de un BIM manager o Project manager, el entrenamiento y aprendizaje, y la definición clara de roles y responsabilidades (Alreshidi et al., 2017). En primer lugar, en conjunto con estos factores, se debe mencionar que un proyecto BIM suele depender de un plan BIM. Se sabe que un plan BIM usualmente contiene lineamientos correspondientes a los objetivos del proyecto, estrategias, entregables, recursos a usar, los roles, etc. (Boton & Forgues, 2018). No obstante, este plan suele fallar frente a proyectos complejos, debido a que se considera que los lineamientos no están lo suficientemente detallados son relativamente predecibles y obvios y son muy lineales (Boton & Forgues, 2018). La dirección del proyecto suele estar dada por un *Project Manager*, el cual es un punto vital para el éxito del proyecto (Boton & Forgues, 2018) y, en un estudio en el Reino Unido, se obtuvo que este es el principal responsable de preparar el ambiente colaborativo (Alreshidi et al., 2018). En contraste, actualmente se está difundiendo más el rol del *BIM Manager*. Aunque hay ciertas barreras de liderazgo y rol entre un *Project Manager* y un *BIM Manager* (Alreshidi et al., 2018), este último resulta ser un elemento más determinante en empresas que están iniciando con la adopción de BIM (Alreshidi et al., 2018) debido a la falta de conocimiento de BIM por parte del *Project Manager* (Boton & Forgues, 2018). Entonces, se puede ver como BIM está relacionado con la colaboración y que presenta mucho potencial. No obstante, al aplicarse en proyectos reales hay muchos factores a considerar, ya que hay ciertas limitaciones y procesos no claros en las herramientas y en la metodología.

### 2.2.1.3. Colaboración y herramientas Lean

*Lean Construction* es una metodología que ha sido adaptada de la industria de manufactura a la de construcción con el concepto básico de minimizar pérdidas para generar el mayor valor posible (Castillo Maguiña, 2014). Este sistema cuenta con principios fundamentales que pueden variar según los la variabilidad, reducir los ciclos de tiempo, aplicar un enfoque de control de producción, estandarizar, promover la mejora continua, establecer relaciones cooperativas, etc. (Babalola, Ibem, & Ezema, 2019; Castillo Maguiña, 2014; Eriksson, 2010). Es así que, con el fin de poder cumplir estos principios, Lean propone diversas prácticas y herramientas. Para esta investigación, se mencionará aquellas herramientas desde un enfoque colaborativo, de tal manera que pueda evaluarse su aplicación según el escenario colaborativo.

- ***Last Planner System (LPS)***

El Last Planner System es una herramienta de control de producción la cual se sustenta en el control del flujo de trabajo y el control de las unidades de producción (Castillo Maguiña, 2014). Esta herramienta suele ser de las más implementadas en Lean y tiene mucha relación con los procesos colaborativos. De hecho, el LPS depende de los compromisos que se hagan para realizar las actividades (Arroyo & Long, 2018; Castillo Maguiña, 2014). Dichas actividades son comprometidas para que se realicen en cierto plazo. Algunas de las herramientas de planeamiento de plazo usadas en el LPS son la planificación maestra, la planificación por fases, la planificación look-ahead y la planificación semanal (Babalola et al., 2019). Una gran ventaja de esta práctica Lean es que es posible evaluar su rendimiento y uso. Esto se puede realizar mediante el porcentaje de plan cumplido (PPC) y el porcentaje de tiempo esperado (PET) (Babalola et al., 2019). En resumen, esta herramienta aumenta la eficiencia de la producción y es medible. Al ser una herramienta que planifica hasta actividades concretas y de corto

plazo, ha de ser usada por los contratistas y subcontratistas, y debería asegurar y desarrollar un trabajo coordinado.

- ***Choosing By Advantages (CBA)***

CBA es una herramienta de toma de decisiones la cual consiste en evaluar alternativas según sus ventajas considerando criterios que se sustenten principalmente en hechos (Gomes, Tzortzopoulos, & Kagioglou, 2016). Esto evita subjetividades en las opiniones de los integrantes y evadir ciertos malentendidos y posibles conflictos.

- ***Big Room***

El concepto de Big Room es simple y está relacionado con la cubicación. Esto consiste en traer a involucrados con diferentes funciones en una misma área para resolver problemas (Boton & Forgues, 2018). Esto mejora directamente la comunicación, la compartición de información y la familiaridad entre los participantes (Tauriainen, Martinen, Dave, & Koskela, 2016).

- ***Reportes A3***

El origen de esta herramienta proviene de la empresa Toyota y su nombre es proveniente del papel A3. Este sistema es considerado como un método de resolución de problemas, en el cual usando reportes A3 se registra el llamado Plan-Do-Check-Act (PDCA) o Planear-Hacer-Verificar-Actuar (Arroyo & Long, 2018; Castillo Maguiña, 2014). Esto genera un mayor entendimiento acerca de los procesos realizados en la solución de dichos problemas, lo cual promueve una mejora continua.

- ***Target Value Design (TVD)***

Esta es una herramienta Lean de diseño que verifica que lo diseñado concuerde con el costo y tiempo propuesto por el cliente (Babalola et al., 2019). Esto quiere decir que se diseñe en función del valor y que no se calcule dicho valor después del diseño. En este sistema hay una relación directa entre el cliente y la cadena de suministro. Esto se debe

a que se depende mucho de la capacidad del cliente, ya que este es el que define dichos objetivos de costo y tiempo. De hecho, una de las barreras principales de la aplicación de TVD es la falta de una base por parte del cliente para determinar la rentabilidad del activo y los costos permitidos (Zimina, Ballard, & Pasquire, 2012). Se debe comentar que esta es una de las herramientas Lean más importantes ya que está relacionada directamente con su definición.

- ***Set Based Design (SBD)***

El *Set Based Design* o el Diseño Basado en Conjuntos es un método de diseño que promueve la exploración de la mejor solución de diseño, de tal manera que se previene la elección de una alternativa que cause retrabajos o le quite valor al cliente (Arroyo & Long, 2018). En este proceso se debe definir el conjunto de alternativas, las cuales estarán definidas con un determinado nivel de detalle y precisión (Gomes et al., 2016). Así, esta herramienta promueve la participación y el entendimiento para la evaluación del conjunto de opciones de diseño.

- ***5 Whys***

La herramienta de 5 Whys o 5 Porqués es un método de solución de problemas. En esta se determina la causa raíz de los problemas aplicando 5 preguntas de ¿por qué?, comenzando desde el problema inicial (Castillo Maguiña, 2014). De esta forma, se pueden resolver conflictos y enfocar al equipo en un problema que puede estar originado en un contexto completamente diferente al problema inicial.

- ***Poka Yoke***

Este un sistema de prueba de error que previene a los trabajadores de realizar procesos incorrectos que resulten en resultados no deseados (Tezel, Koskela, & Aziz, 2018). Este sistema no cuenta con un procedimiento en específico, pero cuenta con principios entre los cuales destacan la búsqueda de calidad, el actuar ya y la mayor participación para



mejores resultados (Castillo Maguiña, 2014). De este último principio se puede verificar que en esta herramienta se refuerza la idea de que el trabajo colectivo otorga mejores resultados que el trabajo individual.

- **Just in Time (JIT)**

El sistema Just in Time controla el flujo de entrega de materiales y componentes de construcción de tal manera que se optimice el proceso de demanda y producción (Tezel et al., 2018). Al ser de esta naturaleza, los pilares de esta herramienta son el de la producción y la reducción de pérdidas. No obstante, también se requiere de coordinación, ya que se debe establecer una planificación entre el productor y el demandante, es decir, en un caso común, entre el proveedor y el contratista.

- **Sistema Kanban**

Kanban proviene del japonés “tarjeta” y es un sistema que controla el inventario mediante tarjetas para que se produzca lo necesario y en el momento correcto (Castillo Maguiña, 2014). Esta herramienta propone un nuevo tipo de enlace comunicativo entre el consumidor y el proveedor, en el cual es vital la integración de este último en el sistema, ya que se necesita de su comprensión de esta para el éxito de la operación (Arbulu, Ballard, & Harper, 2003).

- **Kaizen**

Kaizen es un método de mejora continua para los procesos constructivos (Babalola et al., 2019). Una de las características de esta filosofía es que promueve la participación de involucrados, desde miembros de la gerencia hasta la mano de obra, con el fundamento de que cualquiera posee potencial innovativo (Shang & Sui Pheng, 2013).

- **Gestión de Conferencias**

Esta herramienta gestiona y coordina todo tipo de workshops, charlas y entrenamientos a realizar en un proyecto (Babalola et al., 2019). En la práctica, esta herramienta

beneficia al personal de trabajo, de tal manera que se incrementa altamente la curva de aprendizaje, la integración y la actitud de estos (Salem, Solomon, Genaidy, & Luegring, 2005). Así, se mejora el ambiente de trabajo y la comprensión del proyecto. Además, esta herramienta puede usarse para ofrecer entrenamientos sobre otras herramientas Lean o BIM.

#### **2.2.1.4. Métricas**

Las métricas son herramientas de VDC que se emplean junto con sus pilares (por ejemplo, una métrica obtenida desde un modelo BIM para su uso durante una sesión ICE) y que se emplean para conocer el estado de un aspecto del proyecto. Existe un número limitado de métricas VDC y cuya información está muy dispersa. Sin embargo Belsvik, Lædre, & Hjelseth (2019) presentan, luego de una recopilación de bibliografía, una lista de métricas, para la etapa de diseño, en proyectos VDC. Estas se muestran en la siguiente tabla:



Tabla 1

Métricas VDC para la etapa de diseño

Metric	Kunz and Fischer (2009)	Hamzeh and Aridi (2013)	Knotten and Svalestuen (2014)	Fischer et al. (2017)	(Fosse et al. 2017)
Percentage Plan Complete (PPC)	X	X	X	X	X
Tasks Anticipated (TA)		X		X	
Tasks Made Ready (TMR)		X		X	
Root causes			X	X	X
Response latency	X			X	
Decision latency	X				
Evaluation of meetings	X		X		X
Amount of quantity take-off (QTO) done in 3D-model vs drawings			X	X	
How many times the BIM was used to review alternative solutions			X		
QTO from 3D-model vs spent materials			X	X	
Meeting participation	X			X	
Clashes identified using 3D-model/clash trends				X	X
Amount of rework	X			X	
Requests for information (RFIs) on site due to design clashes	X			X	

Nota: tomado de *Metrics in VDC projects*, por (Belsvik et al., 2019)

El primero hace referencia al porcentaje de plan completado (PPC) empleado en la herramienta *Last Planner System*. El segundo hacer referencia a la medición del rendimiento con éxito del proceso de planeamiento *Lookahead* para anticipar tareas que tendrán lugar, por ejemplo, dos o tres semanas en el futuro (Hamzeh, Saab, Tommelein, & Ballard, 2015). El tercero se refiere al porcentaje de actividades cuyas restricciones fueron completamente levantada con algunas semanas de anticipación en un *Lookahead* (Hamzeh et al., 2015). El cuarto es la tendencia de causas raíz; es decir, cuáles son las más comunes. El quinto es la latencia para respuestas. El sexto es la latencia para la toma de decisiones. El sétimo es una evaluación de reuniones. El octavo es la cantidad de metrados obtenidos a partir de modelos 3D vs la cantidad obtenida a partir de modelos 2D. El noveno es la cantidad que BIM fue utilizado para la revisión de soluciones alternativas. El décimo es la cantidad de metrados

obtenidos desde modelos en 3D vs los realmente utilizados. El onceavo es el porcentaje de participación de reuniones. El doceavo es la cantidad de incompatibilidades identificadas empleando modelos 3D. El treceavo es la cantidad de retrabajos. El catorceavo son la cantidad de RFI en campo debido a incompatibilidades. El mismo estudio que propone dichas métricas sugiere que algunas podrían ser más adecuadas que otras para implementar en un proyecto VDC. No obstante, el objetivo de la investigación es determinar cuáles son utilizadas, por lo que se considerarán todas y, si fuese el caso, o alguna adicional que pueda ser mencionada en los casos de estudio.

### **2.2.2. Colaboración sincrónica y asíncrona**

En la industria de la construcción se puede colaborar de manera sincrónica y asíncrona. Para cada una de ellas, se cuenta con una herramienta o metodología más desarrollada. Así, para colaboración sincrónica se emplean las sesiones ICE (*Integrated Concurrent Engineering*) y para colaboración asíncrona, el entorno común de datos o CDE (*Common Data Environment*).

#### **2.2.2.1. Sesiones ICE (*Integrated Concurrent Engineering*)**

Las sesiones ICE son una manera de trabajo colaborativa cuyo uso empezó por parte de la NASA desde finales del siglo pasado. En estas sesiones, las etapas iniciales de diseño se concluían en menos de un décimo del tiempo empleado y empleaban menos de un tercio del costo variable (Chachere, Kunz, & Levitt, 2009). Por tanto, esta herramienta colaborativa, al menos para proyectos de ingeniería, resulta de gran utilidad. El por qué se encuentra en la latencia en la comunicación y toma de decisiones. Para resolver consultas, se consume mucho menos tiempo, pues se resuelven de manera sincrónica, al mismo tiempo que se tiene una mayor confiabilidad de la información (Chachere et al., 2009).



Figura 1. Sesión ICE

Nota: tomado de *Virtual design and construction: Aligning BIM and lean in practice*, por Fosse et al. (2017)

En proyectos de construcción, una aplicación directa de las sesiones ICE se encuentra al aplicar la metodología VDC (Virtual Design and Construction). Por ejemplo, en el mapeo de procesos, se requiere la colaboración de las partes interesadas para tomar mejores decisiones en un menor tiempo. Se recomienda el empleo de ICE para planear y discutir el arranque del proyecto, revisiones y diseño y construcción en el día a día (Kunz & Fischer, 2020). Estas sesiones deberán ser programadas para determinados fines, con una duración definida y con la mayor parte de partes interesadas posible (relevantes para la toma de decisiones). Cabe mencionar que sincrónico, tradicionalmente ha significado también presencial. No obstante, las sesiones ICE hace algunos años no necesariamente eran presenciales, sino que podían incluir algunos miembros mediante videoconferencia. En los últimos años, especialmente desde el 2020, las sesiones ICE podrían haber sufrido una importante migración hacia un mayor uso de videoconferencias y herramientas colaborativas en línea.

El empleo de estas sesiones ha sido adaptado a la industria de la construcción. Esta, por su naturaleza, al menos en su enfoque tradicional, no favorece la colaboración. Sin embargo, basados en el mencionado potencial, se han propuesto maneras de implementar ICE. Por ejemplo, existe RAFMOCOTI (Readiness Assessment, Flexible Management Strategy and Organization, Collaborative Communication, Technology and Innovation) el cual es un

acrónimo basado en la combinación de un modelo de nivel de madurez ICE y sus dimensiones (características) (Lope, 2019), el cual es útil para explicar el potencial de la implementación de sesiones ICE. Se trata de una metodología para implementar ICE en proyectos de construcción que combina un modelo de nivel de madurez propuesto por Khalfan et al. en el 2005 (Readiness Assessment), así como las principales características del ICE: gestión y organización, comunicación, tecnología e innovación, y liderazgo. El primero, hace referencia a la gestión del proyecto (considerando a cada proyecto como una organización); el segundo, a la manera de intercambio de información; el tercero, a la tecnología (más reciente) de la cual la industria puede beneficiarse, aunque tradicionalmente exista cierta aversión; y el cuarto, al liderazgo, el cual no solo debe recaer en el gerente del proyecto.

Debido a que la naturaleza de la tesis no contempla la implementación o mejora de sesiones ICE, se procede a explicar el modelo RAFMOCOTI de Lope, (2019) sin Readiness Assessment. Por tanto, el enfoque será en la evaluación de las dimensiones mencionadas, tomando como referencia el estándar previamente mencionado:

- Gestión y organización:

El estándar de la organización propuesto por (Lope, 2019) es el siguiente:

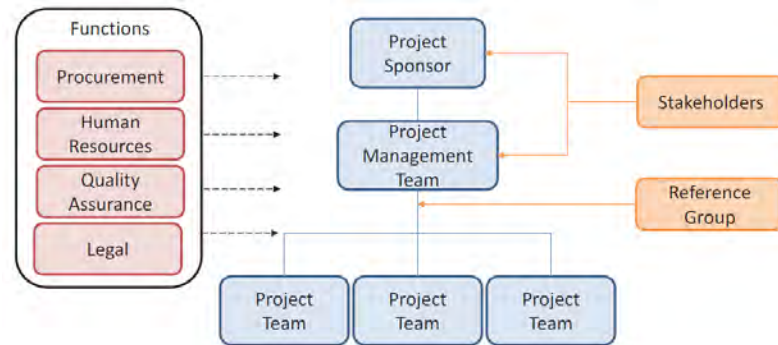


Figura 2. Estándar de organización

Nota: tomado de *Integrated Concurrent Engineering and Applicability to Construction Projects during Design Phase*, por (Lope, 2019)

- Comunicación:
  - Reuniones del proyecto

El estándar de una reunión de una sesión ICE propuesto es el siguiente:

Tabla 2

*Estándar de orden de actividades en una sesión ICE*

	Tiempo	Asunto	Descripción / Razonamiento
1	15 min	Resumen de la reunión anterior y decisiones adoptadas	Es importante hacer seguimiento a todas las decisiones realizadas a lo largo del proceso y el momento en que fueron tomadas.
2	60 min	Trabajo para hoy	Pasar por todos los participantes y responder las preguntas: - Qué necesito para hacer seguimiento a mi trabajo? - Qué se espera de mí para que los otros puedan seguir con el ritmo de su trabajo?
3	30 min	Modelo de la construcción	Un recorrido interactivo del modelo 3D de la construcción en varias pantallas, de manera que todos los participantes estén visualmente conscientes. Los cambios en el modelo pueden ser directamente realizados cuando todos los participantes aceptan.
4	180 min	Trabajo propio	Cada miembro del proyecto usa este tiempo para trabajar con sus tareas propias, pero estará disponible para los demás.
5	15-30 min	Riesgos	Revisar todos los riesgos que han sido identificados, evaluación y soluciones posibles (mitigación o remediación).
6	30 min	Programación de tiempos	Un recorrido interactivo de la programación de tiempos, donde todos los participantes responden las siguientes preguntas: - Qué necesito, de quién y cuándo lo necesito? - Qué voy a entregar y cuándo lo voy a entregar?
7	30 min	Resumen de la reunión de hoy y decisiones adoptadas	Debido a que las reuniones ICE son muy intensas y demandantes, es importante hacer seguimiento de todas las decisiones hechas a lo largo del día. Los supuestos del trabajo hasta la siguiente reunión deben estar muy claras.
8	15 min	Otros asuntos	Siempre debe haber algo de tiempo separado para discutir otros asuntos que pueden afectar el progreso del proyecto.
9	5 min	Momento y lugar de la próxima reunión	Esta es una manera estándar de terminar una reunión.

Nota: tomado de *Integrated Concurrent Engineering and Applicability to Construction Projects during Design Phase*, por (Lope, 2019)

- Plataforma de comunicación: se refiere al empleo de una plataforma para compartir y recibir información que provea facilidad para rastrear la misma.
- Tecnología e innovación: lo más importante, según los entrevistados, es que el modelo en 3D sea el centro de atención de las sesiones. Por tanto, para fines prácticos, en este aspecto lo que se evaluará es cómo se emplea BIM (si se emplea) y cuál es la actitud de las partes interesadas sobre BIM. Además, podría emplearse otra herramienta, como realidad virtual.
- Liderazgo: la evaluación para este punto se centrará en las características del liderazgo, pues lo recomendable, es la mezcla de uno transformacional y uno participativo-consultativo.



### 2.2.2.2. Entorno común de datos o CDE (*Common Data Environment*)

Los proyectos de construcción son de una gran complejidad, lo cual lleva a que el trabajo sea trabajado en muchas partes que, sumado la baja colaboración, suponen un problema para el intercambio de información. Por tanto, se genera información sin estructura, caótica, pobremente coordinada y de manera aislada (Radl & Kaiser, 2019). Emplear un entorno común de datos, es decir, una plataforma centralizada para compartir información, resulta de gran ayuda para evitar todo lo anterior mencionado. Implementar un entorno común de datos supone grandes desafíos y cambia la manera tradicional de trabajo en la construcción. Por ejemplo, se deben establecer las responsabilidades para con la información, así como permisos para acceder a la misma. Esto es necesario pues, como se trata de una centralización de la información, algunas partes interesadas en el proyecto que pertenecen a un área distinta a la de un trabajo en cuestión termine entorpeciendo el mismo. Sin embargo, emplear un CDE trae numerosas ventajas. Entre los principales beneficios de tener la información de manera centralizada están la reducción de redundancias, información en su versión más actualizada, alto grado de reusabilidad y simplificación para federar modelos (Bucher, 2019).

Según International Organization for Standardization (2018), el entorno común de datos funciona con un determinado flujo para la producción de información. Según (International Organization for Standardization, 2018), el entorno común de datos funciona con un determinado flujo para la producción de información. Se identifican cuatro tipos de información y también las transiciones de uno a otro tipo.



Figura 3. Flujo de contenedores de información

Nota: Tomado de *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets*, por ISO (2018)

Se puede observar de dicha figura que el proceso que conlleva el CDE se destaca principalmente en un intercambio de información organizado, el cual está complementado con múltiples etapas de revisión previas a la aprobación concluyente. El procedimiento planteado está descrito de la siguiente manera. Primero se encuentra el trabajo en progreso, que es aquel trabajo que se está desarrollando actualmente, pero aún no está para ser compartido con miembros fuera del equipo que lo trabaja. Luego, se revisa que la información sea la acordada dentro del equipo de trabajo para poder llegar al estado de trabajo compartido. Aquí la información se trabaja de manera colaborativa; pero, si algún cambio fuese necesario, se deberá regresar al estado de trabajo en progreso. A continuación, se verifica que se cumpla con los requerimientos de información y se pasa al estado de

publicado, el cual es útil para, por ejemplo, fines contractuales. Este hace referencia a la información detallada en uso actual en el proyecto. Finalmente, el archivo comprende a todas las versiones intermedias antes de llegar al estado de publicado (International Organization for Standardization, 2018). Finalmente, el archivo comprende a todas las versiones intermedias antes de llegar al estado de publicado International Organization for Standardization (2018)

Además, según el mismo estándar de International Organization for Standardization and Digitization of Information about Buildings and Civil Engineering Works, Including Building Information Modelling (BIM) — Information Management Using Building Information Modelling — Part 2: Delivery Phase of the Assets (2018), se debe nombrar los archivos de manera que estos se encuentren organizados y sea fácil su ubicación. Para esto, se emplea la identificación de contenedores de información. Dependiendo del caso, se puede seguir una nomenclatura recomendada, una exigida por norma o alguna elaborada para el proyecto que se adapte mejor a las necesidades.

### **2.3. Cadena de suministros en construcción**

La cadena de suministros es un concepto clave para la colaboración entre organizaciones. “La cadena de suministros abarca las compañías y actividades de negocio necesarias para diseñar, hacer, entregar y usar un producto o servicio” (Hugos, 2018). Llevando lo anterior a la industria de la construcción, la cadena de suministros la comprenden todas las organizaciones involucradas en llevar a cabo un proyecto tal, a saber: cliente, diseñadores, contratistas, subcontratistas y proveedores. Lo importante de la cadena de suministros es cada relación que existe entre estos participantes. Según Pryke (2009), esta está compuesta por múltiples relaciones diádicas (de dos actores) caracterizadas por la yuxtaposición del caos y carácter dinámico. Esto se puede entender mejor con el siguiente gráfico:

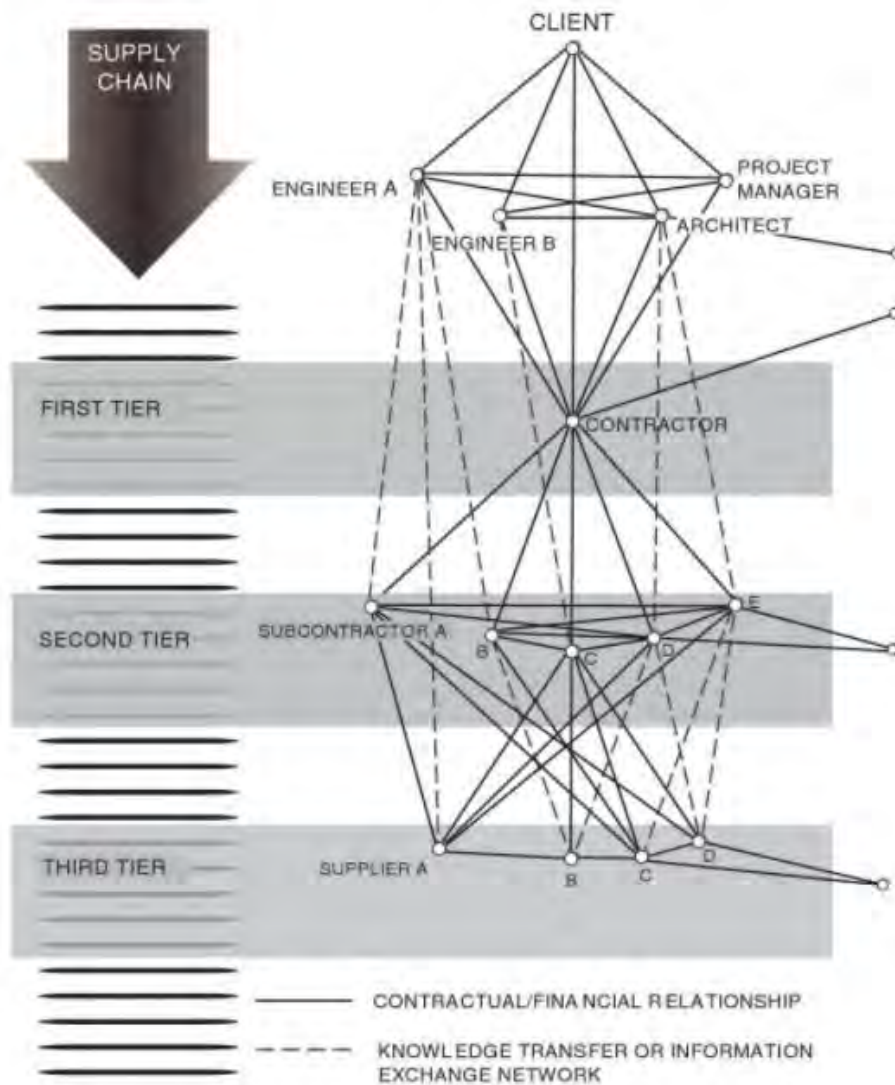


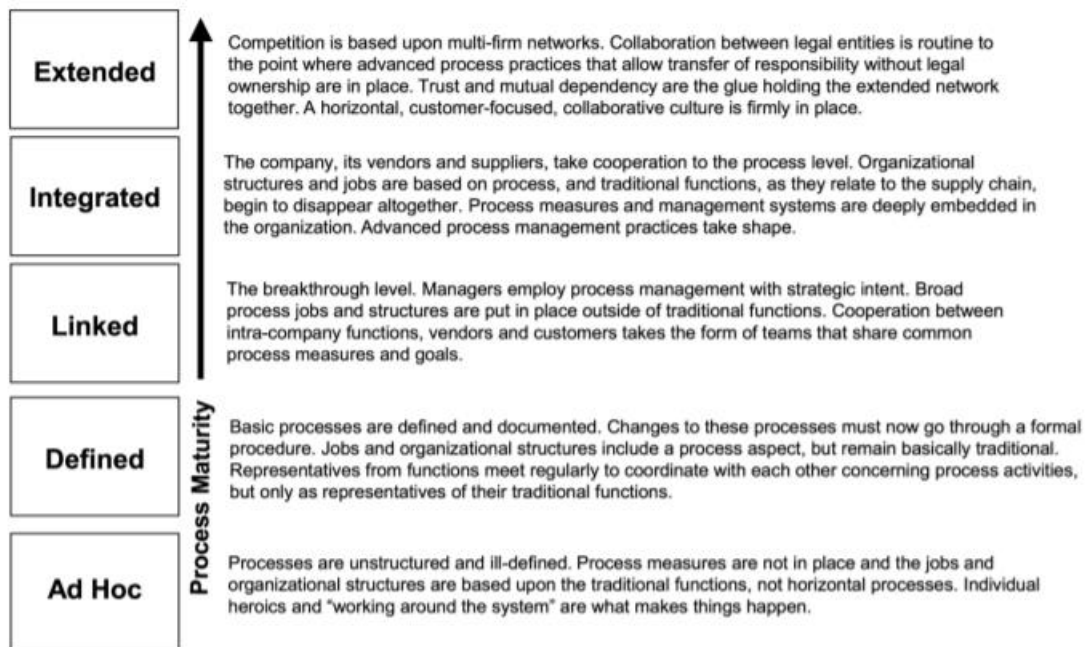
Figura 4. Redes y cadenas de suministros

Nota: Tomado de *Construction Supply Chain Management: Concepts and Case Studies* por Pryke, (2009)

Un punto importante a resaltar es que las líneas no tienen al cliente del proyecto como un punto central, sino que se desarrollan entre cada uno de los nodos comprendidos. Debido a este carácter diádico, se puede considerar que dos nodos, inclusive en el mismo nivel, pueden considerarse como cliente y proveedor de servicios. Se hace esta aclaración para evitar confundir este tipo de cliente con el cliente del proyecto, el cual es presentado como el primer nodo.

Ahora bien, esa es la cadena de suministros vista desde fuera. Sin embargo, aún queda la incógnita de qué es lo que pasa realmente en cada una de las líneas mostradas en la figura 3. Para comprender mejor esto, se presenta en líneas generales el modelo de madurez de *Supply Chain Management* (SCM) de McCormack (2004).

Tabla 3

*Modelo de madurez de SCM*

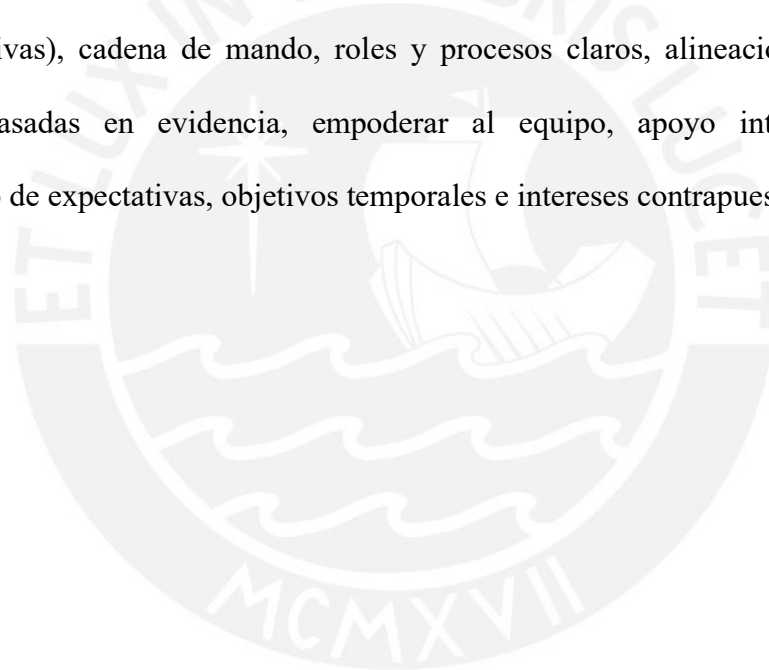
Nota: tomado de *The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation*, por McCormack (2004)

Nótese como el nivel más bajo (Ad Hoc) es caracterizado por un manejo tradicional de la industria. El término mismo de *ad hoc* describe muy bien la mayoría de proyectos llevados a cabo, caracterizados por la falta de estandarización. Durante el desarrollo de la madurez, los procesos en las organizaciones se fortalecen hasta llegar al nivel *Extended*, el cual se caracteriza por la competición no entre las empresas, sino entre las cadenas de suministros creadas. Además, la colaboración juega un papel central e, inclusive, se menciona la confianza, que más adelante se presenta como un factor importante en la colaboración.

## **2.4. Escenarios de colaboración**

### **2.4.1. Factores de colaboración asociados al escenario de colaboración**

En el estudio realizado por Garcia & Murguia (2021), se entrevistó a 13 participantes para hallar los factores relevantes que influyen en la colaboración. Se partieron con los siguientes de acuerdo a la revisión bibliográfica: transparencia, capacidad de logro, proximidad física y cultural, calidad de la comunicación, voluntad de ayudar, pre-supuestos, aprendizaje en equipo, congruencia de objetivos, claridad, volatilidad de los cambios, certeza por juicio de expertos, órdenes de cambio (compromiso, flexibilidad técnica, negociación y desgaste por tareas repetitivas), cadena de mando, roles y procesos claros, alineación de incentivos, decisiones basadas en evidencia, empoderar al equipo, apoyo intraorganizacional, cumplimiento de expectativas, objetivos temporales e intereses contrapuestos.



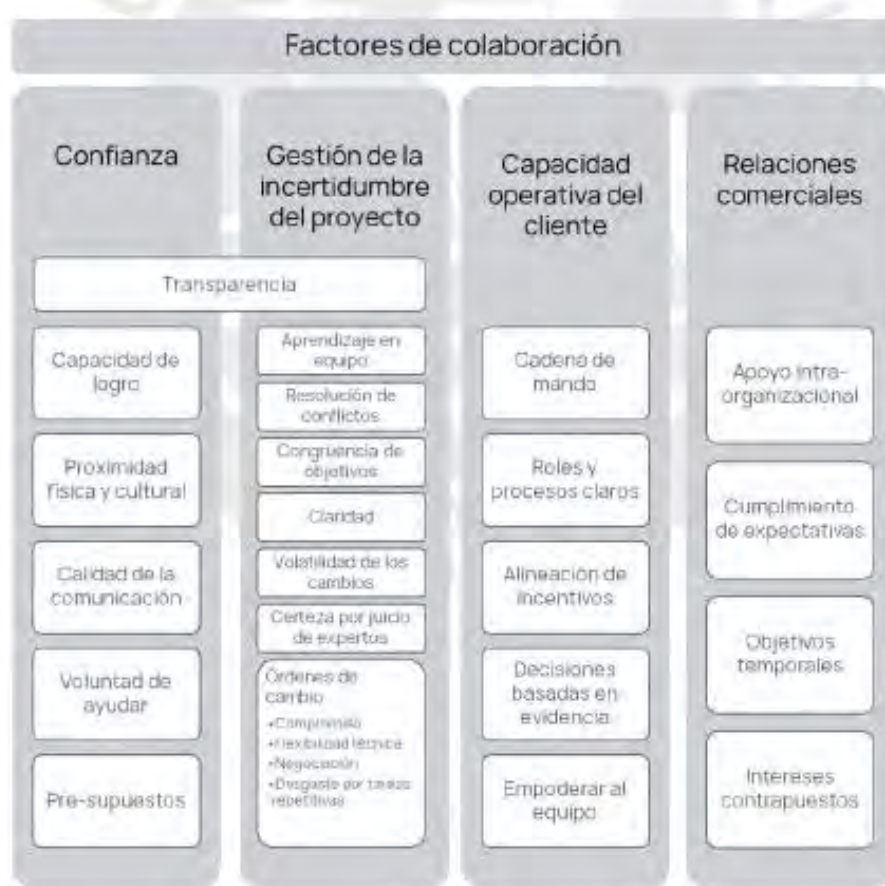


Figura 5. Verificación inicial entre los factores y antecedentes

Nota: Tomado de *Estudio de las Relaciones de Colaboración en Proyectos de Construcción: Modelo Basado en Escenarios* por García (2021)

De todos estos factores de la revisión inicial, se determinó los más relevantes según la cantidad de repetición de estos. Dichos elementos fueron organizados en subnodos agrupados en 4 nodos principales. En la siguiente + se puede observar dicha agrupación.



Tabla 4

*Nodos y subnodos de colaboración*

Nodo	No.	Subnodo	Cita de la muestra
Confianza	1	Capacidad de logro	"Un logro se traduce en una mayor convicción para realizar el trabajo asignado para ti, para la empresa y para tus clientes".
	2	Proximidad física y cultural	"Se hace posible una rápida interacción de carácter formal e informal entre los miembros del equipo para la realización de valor".
	3	Calidad de la comunicación	"Mantener conversaciones transparentes y abiertas desde el principio permite comprender mejor la situación y exponer libremente sus problemas".
Gestión de la incertidumbre del proyecto	4	Congruencia de objetivos	"Necesidad de generar una comprensión común del valor generado a lo largo de la cadena de suministro".
	5	Órdenes de cambio	"Es necesario gestionar los órdenes de cambio bajo un triángulo de compromiso, flexibilidad técnica y negociación".
	6	Resolución de conflictos	"Saber desde el principio lo que ocurrirá en una disputa preserva la tranquilidad y reduce futuras controversias".
Capacidad operativa del cliente	7	Roles y procesos claros	"Crea barreras entre funciones y procedimientos que condicionan el desarrollo de la ingeniería de valor".
	8	Alineación de incentivos	"Aumentar el rendimiento mejorando el valor que las personas otorgan a los objetivos, haciendo que se comprometan más con ellos y los alcancen".
	9	Empoderamiento del equipo	"Crece el respeto recíproco entre las opiniones de las personas porque proporciona autonomía y responsabilidad para adquirir las competencias necesarias".
Relaciones comerciales	10	Apoyo intra-organizacional	"El apoyo inicial y continuo de la alta dirección y, en segundo lugar, en términos de obtener el apoyo de otras partes de la organización/compañeros".
	11	Cumplimiento de expectativas	"Mantener a todas las partes informadas del servicio global que se va a prestar para evitar decepciones"

Nota: tomado de *Estudio de las Relaciones de Colaboración en Proyectos de Construcción: Modelo Basado en Escenarios*, por (García, 2021).

Se pueden observar los 4 nodos principales subdivididos en 11 subnodos con una respectiva frase de ejemplificación. Dichos nodos fueron explicados en el trabajo propuesto por García (2021) y, de manera resumida, se pueden describir de la siguiente manera:

- **Confianza**

Se puede ver que los factores que afectan la confianza son la capacidad de logro, la proximidad física y cultural, y la calidad de la comunicación. Dichos factores son



evidenciados de la siguiente forma. En primer lugar, la capacidad de logro se refiere a la mejora del entorno colaborativo frente al reconocimiento del trabajo. En segundo lugar, el flujo de información y creación de valor se ve altamente favorecido mientras haya una proximidad física. Si se da el caso de interacción virtual, el tipo de relación entre las partes es importante a considerar. En tercer lugar, una comunicación transparente y completa puede evitar conflictos potenciales como malinterpretaciones que resulten en castigos.

- **Gestión de la incertidumbre del proyecto**

La incertidumbre surge cuando en el proyecto se enfrentan resultados inciertos, los cuales causan ambigüedad y variabilidad. Esto puede resultar en posibles conflictos. Ante esta situación, hay 3 componentes presentes en la gestión dicha incertidumbre. El primero es el grado de flexibilidad de los participantes ante los cambios en los procedimientos establecidos. Esto está relacionado con la disposición a la superación propia fuera de lo determinado contractualmente. Por otro lado, la definición clara de los objetivos relacionales aumenta la comprensión del proyecto. Dichos objetivos deben asegurar que cada participante comprenda el beneficio de este. Por último, la resolución de conflictos debe evitar disputas generadas por intereses propios y suposiciones.

- **Capacidad operativa del cliente**

La capacidad del cliente para promover la colaboración entre las partes se puede verificar en 3 factores. Por un lado, una correcta definición de roles y procesos comprende lo que son las funciones, responsabilidades y procedimientos clarificados para mejorar la colaboración. Por otro lado, el uso de incentivos es un factor importante ya que aumentan el compromiso de los participantes. Por último, el empoderamiento

del equipo es fundamental y comprende el desarrollo de su confianza y el valor igualitario entre sus opiniones.

- **Relaciones comerciales**

Las relaciones comerciales que se dan en un proyecto son importantes ya que se pueden establecer relaciones a largo plazo y mantener una buena reputación. Este factor comprende el apoyo intra-organizacional presente, el cual es el apoyo que se da entre los participantes y el apoyo que se recibe desde la alta gerencia. Además, otro factor importante es el cumplimiento de expectativas por parte de la organización. Este cumplimiento depende de cómo estén consolidadas dichas expectativas y de cómo se informan sobre estas entre las partes.

#### **2.4.2. Modelo basado en escenario para colaboración en construcción**

Una vez los factores más principales (subnodos) fueron agrupados en sus respectivos nodos, según la investigación de Garcia & Murguía (2021), estos, a su vez, se dividieron en dos: atributos del cliente y capacidades de la cadena de suministro. Así, según estos, se avalúan los nodos tanto en cliente como en cadena de suministros, de manera que se crean dos ejes, pertenecientes a cada uno de estos.

De esta manera, se tienen cuatro cuadrantes delimitados por ambos ejes: Trabajo Colaborativo, Cooperación Positiva, Generación Limitada de Valor y No Existe Colaboración. Los cuadrantes se presentan a continuación:

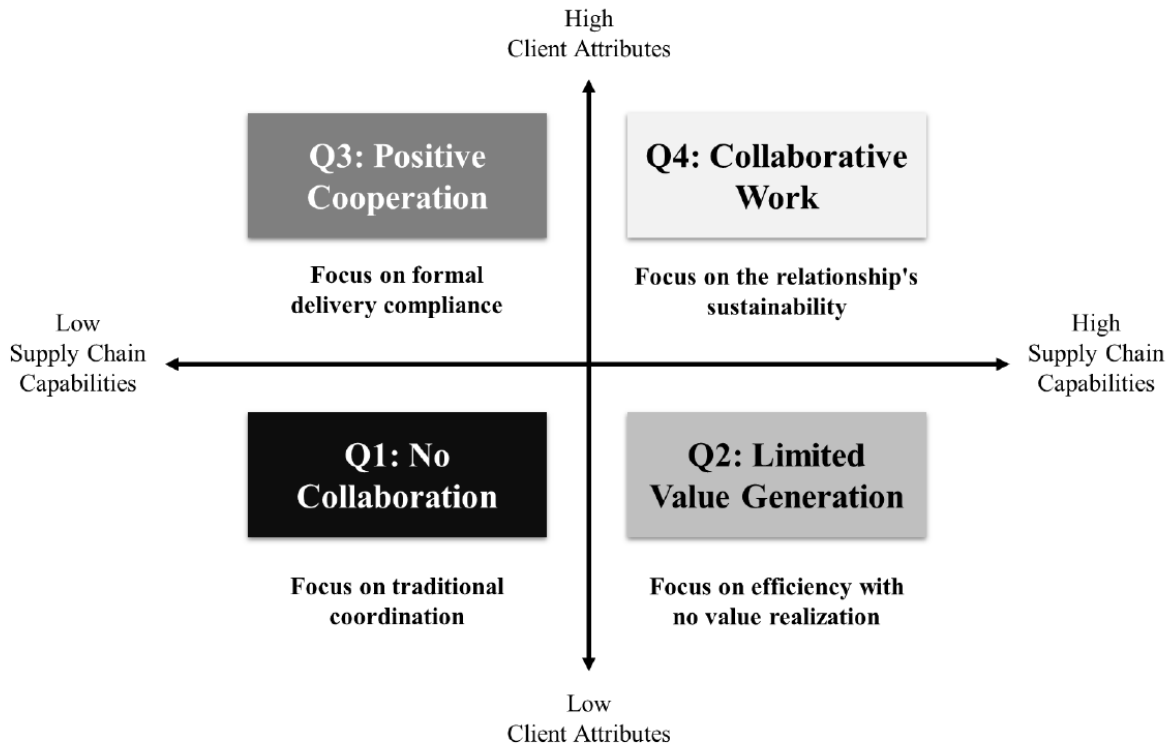


Figura 6. Modelo basado en escenarios para el estudio de la colaboración

Nota: tomado de *A Scenario-Based Model for the Study of Collaboration in Construction*, por (García & Murguía, 2021)

- **Q4: Trabajo Colaborativo** (*Altos atributos del cliente/Altas capacidades de la cadena de suministros*)

En este escenario, la colaboración se genera a partir de relaciones basadas en el valor, con simetría en cuanto a información e intercambio de conocimiento. Los objetivos y procesos operativos están bien definidos. Existe conocimiento compartido, compromiso y liderazgo en todos los niveles organizacionales y en todas las actividades. Tal como sugiere la definición de colaboración, la organización llega a una cultura integrada mediante objetivos planteados en común. Generalmente se dan en contratos IPD con enfoque en resultados a largo plazo.

- **Q2: Generación Limitada de Valor** (*Bajos atributos del cliente/Altas capacidades de la cadena de suministros*)

En este escenario hay un enfoque de eficiencia en el cual el cliente tiene poco conocimiento de la generación de valor. Mientras la cadena de suministro cuenta con las últimas herramientas de ingeniería, como BIM e ICE, el cliente solo está centrado en cumplir con el costo y plazo. Los pequeños subcontratistas podrían no estar listos para colaborar, aunque podrían integrarse mediante un contrato DB por parte de un contratista mayor.

- **Q3: Cooperación Positiva** (*Altos atributos del cliente/Bajas capacidades de la cadena de suministros*)

En este escenario existe un desbalance entre la madurez de las partes interesadas. No obstante, como el cliente es el que tiene más influencia en el proyecto, y a su vez, este tiene altos atributos, se considera un escenario de colaboración diferente al anterior. La colaboración está limitada por las capacidades de la cadena de suministros. En esta, el actor más importante actúa como ente integrador.

- **Q1: No existe Colaboración** (*Bajos atributos del cliente/Bajas capacidades de la cadena de suministros*)

En este escenario se ubican los proyectos tradicionales, con mínimo intercambio de conocimiento e información, así como con una coordinación básica. En vez de enfocarse en la generación de valor, se prioriza el costo y plazo. Los propios contratos, que suelen ser DBB, generan desconfianza entre las partes.

## 2.5. Marco Conceptual

Para la elaboración del marco conceptual, se tuvo en cuenta las preguntas de investigación. Así, se identifica una variable dependiente, que es el cuadrante del escenario de colaboración; y cinco independientes: herramientas Lean, métricas VDC, ICE, CDE y modalidad contractual. El marco conceptual elaborado se presenta a continuación:

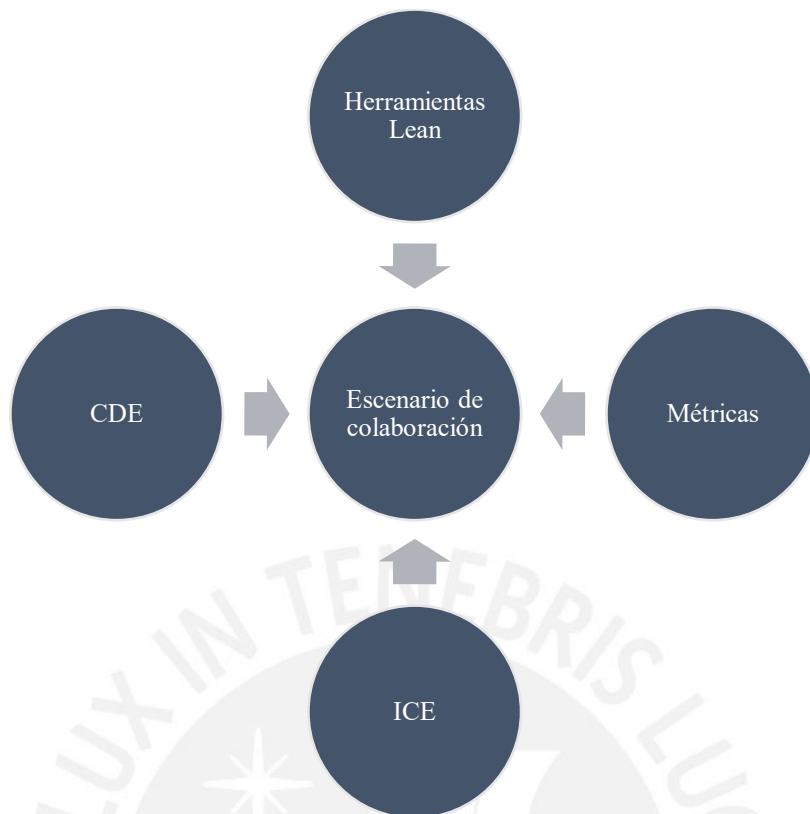


Figura 7. Marco conceptual para el estudio del escenario de colaboración

Nota: elaboración propia

Además, cada una de las variables independientes presenta un detalle de lo que se evalúa. Esto está alineado con las preguntas de investigación. En la siguiente tabla se presentan con mayor detalle en qué consiste la evaluación:

Tabla 5

Descripción de variables independientes

Variable	Criterio a evaluar
Herramientas <i>Lean</i>	Empleo de H1, H2, H3 ...
Métricas VDC	Empleo de M1, M2, M3 ...
<i>Integrated Concurrent Engineering</i>	Adopción y madurez
<i>Common Data Environment</i>	Adopción y funcionamiento

Nota: elaboración propia

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Secuencia de investigación

Este capítulo ha sido desarrollado siguiendo los lineamientos propuestos por Naoum (2012) respecto a diseño de investigación y metodología. Para llevar a cabo el estudio, es necesario pasar por tres partes. En la primera, se realiza una revisión de la literatura relativos a los diversos temas relacionados al tema central que se iba a estudiar y a este mismo. Así, se incorpora información de documentos sobre BIM, Lean, VDC, ICE, escenario de colaboración, etc. En la segunda, se trabaja el enfoque de recolección de datos, en el que se especifica el enfoque cualitativo y qué método de recolección sería el adecuado para este enfoque; la técnica de recolección de datos, en la cual se describe quién será estudiado, cómo, cuándo y por qué; y la construcción de la entrevista en la cual se combina la bibliografía obtenida hasta el momento con la del método de recolección (método del incidente crítico) para conseguir una entrevista dividida por pilar VDC. Finalmente, en la tercera parte, se lleva a cabo las entrevistas, se desarrolla el análisis correspondiente y se elaboran las conclusiones y recomendaciones. Los puntos anteriormente mencionados se encuentran desarrollados a continuación.

#### 3.2. Revisión de la literatura

En esta sección se recopiló información en base a un estudio anterior sobre escenarios de colaboración. En base a ello, se formularon las 4 bases principales para poder evaluar dichos escenarios: herramientas *Lean*, métricas VDC, ICE y CDE. En primer lugar, se investigó acerca de 12 herramientas *Lean* que están relacionadas con la colaboración. Estas pueden variar; es decir, algunas adicionales podrían ser encontradas en las entrevistas, así como otras no. Sin embargo, con esas 12 se tiene un panorama para profundizar en este aspecto. En segundo lugar, se analizaron 11 métricas VDC según la cual se puede evaluar la capacidad

del proyecto. De igual manera, podrían variar. Por último, se indagó acerca de la colaboración sincrónica y asincrónica expresados en las sesiones ICE y el entorno común de datos, respectivamente. Además, se recopila la información sobre factores influyentes en la colaboración en proyectos de colaboración y se finaliza por el marco de escenarios de colaboración. Con esta información, se elabora un marco conceptual para consolidar la literatura compilada y, a partir de allí, una matriz factores-pilares VDC para que sirva como punto base para la construcción de la entrevista y como punto central de análisis.

### **3.3. Enfoque de recolección de datos**

Como estrategia de investigación para la recolección de datos, se empleará un enfoque cualitativo. Esto es debido a que la naturaleza de la investigación es subjetiva, pues lo que se descubre es desde el punto de vista de la persona consultada. En este caso, se llevarán a cabo entrevistas grabadas. Previamente se diseña una entrevista construida a partir del marco teórico. También se define el perfil buscado de las personas entrevistadas. De manera general, estas personas serán pertenecientes a proyectos de construcción que cuenten con información tanto del cliente, como de la cadena de suministros.

Además, principalmente se ejecutará una investigación exploratoria, con la cual se reforzará un marco teórico dado, pero cuyas conclusiones tienen aún limitaciones y, por tanto, distan mucho de ser determinantes. El propósito de la investigación es el de descubrir nuevas ideas respecto a la relación entre colaboración y marco VDC, y ventajas de ICE sobre CDE y viceversa. De esta manera, se tendrá mayor conocimiento de la colaboración por pilar VDC y factor de colaboración, así como una comparación entre ICE y CDE. Los factores de colaboración, determinantes para determinar el cuadrante del escenario de colaboración, son tomados de una investigación previa. En otras palabras, se tomará como base la investigación

de Garcia & Murguía (2021) en cuyas conclusiones, además, se identifican las variables independientes a profundizar.

En la construcción de la entrevista, se emplea el método del incidente crítico. De manera resumida, esto permite que los entrevistados puedan dar una respuesta a una experiencia particular (Hughes, Williamson, & Lloyd, 2007). Además, se evita preguntar directamente por cada pilar y factor, sino que se agruparán las preguntas simplemente por pilar para evitar restringir la respuesta y permitir que se puedan encontrar factores adicionales relevantes. Adicionalmente, se escoge cuidadosamente cada palabra empleada en el formato de dicha entrevista, de manera que no haya lugar a respuestas con un enfoque cuantitativo. Las preguntas pueden variar con el pasar de las entrevistas en base a la retroalimentación recibida y observaciones realizadas. Se emplean preguntas abiertas, aunque si fuese necesario, se repregunta u orienta la misma si hubiese algún desvío del tema.

La recolección de datos será como trabajo de campo para obtener información de fuentes primarias. Se empleará un enfoque de estudio de caso, que para este documento serán cuatro, específicamente un estudio de caso explicativo, pues se buscarán encontrar las conexiones entre los objetos de estudio. Esto se realiza para obtener información de cada uno de las variables independientes, así como de la dependiente, de manera que se pueda generalizar el caso estudiado para un escenario. Esta generalización presenta limitaciones, pero es útil para los objetivos del estudio. Además, se partirá de un marco conceptual, presentado previamente, para poder establecer estas conexiones y, así, obtener las características propuestas estudiadas para cada escenario y, de esa manera, comprender mejor cuales serían las características de la colaboración en un proyecto de construcción.



### 3.4. Técnica de recolección de datos

Para recolectar los datos, dado el enfoque cualitativo y el carácter exploratorio, se llevarán a cabo entrevistas personales. Estas serán estructuradas, es decir, las preguntas desarrolladas para la entrevista se repetirán igualmente para todos los entrevistados y se evitarán desviaciones, aunque dependiendo del asunto en cuestión, podrán contenerse algunas preguntas abiertas. Las entrevistas estarán divididas en cinco secciones, correspondientes a cada una de las variables independientes.

El diseño del muestreo para la elección de proyectos y entrevistados se realizó siguiendo los criterios mostrados en el trabajo de Gentles, Charles, Ploeg, & Ann McKibbin (2015). De este, se puede apreciar los puntos principales de un muestreo cualitativo. A continuación, se destacará los aspectos de cada punto que se relacionan más con los propósitos de esta investigación.

- I. **Tipo de investigación:** Como el presente estudio pretende analizar los factores de colaboración y los respectivos escenarios, el tipo de investigación sería del tipo caso de estudio. Es decir, un análisis a un grupo específico cuyas características relacionadas a la colaboración varían dependiendo a que escenario corresponde.
- II. **Tipo de muestreo inicial:** El tipo de muestro inicial será el muestreo determinado. Es decir, se seleccionará la muestra de forma no aleatoria. Esto se hará a través del muestreo conveniente. Con ello, la muestra será elegida a través de una red de contactos personal.
- III. **Tamaño de muestra:** Para una investigación de casos de estudio con recolección por entrevistas un tamaño pertinente de participantes sería de entre 10 y 15.
- IV. **Ritmo de decisiones de muestreo:** Este punto abarca los cambios y decisiones a tomar a la hora de realizar el muestreo. Para este estudio, se adoptará los tipos *a priori* y en

curso. Es decir, será a priori para el primer caso a estudiar y también se seleccionará muestras una vez la recolección este en curso. Para este último se desarrollará el muestreo de “bola de nieve”, el cual consiste en elegir las muestras según las características recomendadas por la última muestra contactada.

Además de estas breves pautas, es necesario establecer algunas condiciones para asegurar el valor de la información a obtener. A continuación, los siguientes criterios fueron establecidos para la recolección de datos:

- Proyecto grande, mediano o pequeño ubicado en Lima
- Proyecto que implemente total o parcialmente VDC
- Entrevistado que forme o haya formado parte de las sesiones ICE, CDE o planificación colaborativa
- Entrevistado con experiencia mínima de 1 año

### **3.5. Diseño de la entrevista**

La técnica del incidente crítico será usada como método para diseñar la entrevista. Esta es definida como una investigación con un enfoque cualitativo que se centra en el análisis del comportamiento humano a través de experiencias reales conocidas como incidentes críticos (Hughes et al., 2007). Dicho incidente crítico puede ser una experiencia particular que haya sido significativa, de manera positiva o negativa, desde la perspectiva del entrevistado.

La selección de este método se debe a las siguientes razones:

- Es de un enfoque cualitativo
- Es una técnica flexible y puede ser utilizada para los casos de estudio
- No restringe al entrevistado a una respuesta única
- Potencial de riqueza de información al ser basada en experiencias reales

No hay principios establecidos o estándares que aseguren el éxito en la elaboración y la conducción de la entrevista. A pesar de ellos, es posible que se adopten ciertas recomendaciones para optimizar su ejecución, lo cual requiere de cierta planificación y pautas a considerar. Según estudios previos, una entrevista correcta, de forma general, debe asegurar una buena relación entre el entrevistador y el entrevistado, mantener una narrativa fluida por parte del entrevistado y evitar dobles interpretaciones (Qu & Dumay, 2011). Entonces, a partir de dichas premisas, se establecerá ciertos criterios y recomendaciones revisados en trabajos anteriores.

Por un lado, se debe construir progresivamente una buena relación con los participantes para crear un ambiente de confianza. Esto se debe a que de esta manera los entrevistados estarán más cómodos y estarán más predispuestos a responder de forma honesta y completa (Doody & Noonan, 2013). Por ello, un primer paso para poder desarrollar dicha relación es el de informar acerca de los detalles y las intenciones del estudio de forma clara, así como de asegurar su confidencialidad (Gill, Stewart, Treasure, & Chadwick, 2008). Entonces, será necesario un acercamiento previo hacia la empresa voluntaria para establecer un vínculo de confianza.

Por otro lado, se debe de asegurar la continuidad de la entrevista y que el flujo de la conversación sea en dirección a la investigación. Con el fin de lograr esto, es aconsejable que se inicie con preguntas fáciles (Gill et al., 2008), preferiblemente de introducción, como, por ejemplo, cuál es su rol en la empresa. Durante la entrevista se debe establecer una posición física y emocional neutral y abierta, es decir, no se debe mostrar reacciones fuertes, mantener contacto visual, sonreír discretamente y mostrar interés (Gill et al., 2008). Para elaborar y motivar más la participación del entrevistado se usarán preguntas de continuación como “Cuénteme más acerca de ello”, de manera de que se aclare más la información sin sobrecargar al entrevistado. Asimismo, es de utilidad que periódicamente se haga un

resumen de lo enunciado por el entrevistado y, así, motivarlo a discutir más (Doody & Noonan, 2013). Es importante evitar preguntas de “¿por qué?”, ya que esto puede posicionar al entrevistado en una postura defensiva (Doody & Noonan, 2013).

Además, se debe evitar malinterpretaciones por parte del entrevistado o un desvío del transcurso de la entrevista que este fuera de los objetivos del estudio. En el caso de que ocurra esto es conveniente reformular la pregunta (Doody & Noonan, 2013). También es posible usar preguntas del tipo interpretación, como lo pueden ser “¿Quisiste decir...?” o “¿Te refieres a...?” (Qu & Dumay, 2011).

Para la construcción del formato de la entrevista hace falta partir del marco conceptual y, con ello, se estructura en secciones por tema. Luego, se procede a especificar la secuencia de preguntas para responder a una cuestión en particular.

El método del incidente crítico es ventajoso en varios aspectos. A las personas les gusta contar historias, ser escuchadas y que sus vivencias sean de relevancia para otros (Serrat, 2017). Si se lleva a cabo de manera correcta, es decir, protegiendo la identidad de los entrevistados, se puede obtener información valiosa. Además, mediante esta técnica, los entrevistados transmiten emociones y sentimientos de una manera rica y barata (Serrat, 2017). Por lo tanto, el método del incidente crítico resulta particularmente útil para estudios cualitativos de carácter exploratorio.

Sin embargo, se presentan ciertas dificultades, como el hecho de que la recolección de datos puede ser muy laboriosa y tomar mucho tiempo, los prejuicios y subjetividad en las respuestas, la indisposición por parte de los entrevistados a responder, una mala selección de incidentes críticos, mala memoria por parte de los entrevistados, etc. (Serrat, 2017). Algunos de estos puntos negativos pueden ser minimizados. Por ejemplo, en este estudio sí se considera que las entrevistas toman un tiempo importante y las preguntas han sido

cuidadosamente seleccionadas y diseñadas para evitar un desvío del incidente crítico. (Bott & Tourish, 2016) coinciden en que la memoria es un factor importante, pero puede ser mitigado o bien enviando el formato con anticipación para que el entrevistado tenga suficiente tiempo para recordar y elaborar mejor su respuesta o bien estableciendo un límite de tiempo para incidente crítico, como considerar solo aquellos en el último año o últimos 6 meses. No obstante, otros problemas de este método son imposibles de solucionar. Por tanto, se trabaja reconociendo la confiabilidad y limitaciones. Adicionalmente, para lograr que la muestra sea representativa no se requiere un número mágico de entrevistas ni de entrevistados. Lo que se necesita es llegar a la saturación, la cual ocurre cuando nuevas entrevistas ya no proveen suficiente nueva información (Bott & Tourish, 2016).

Luego de considerar todos los aspectos de la bibliografía y del método del incidente crítico, además de haber pasado por retroalimentaciones por parte de los mismos entrevistados, se llega al siguiente modelo:

Nro.	Pregunta	Asunto de exploración
<b>1</b>	<b>¿Podría contarme, de manera breve, su rol en la organización?</b>	<b>Introducción</b>
<b>2</b>	<b>¿Podría comentar de qué manera se desarrolla la planificación colaborativa en el proyecto?</b>	<b>General</b>
<b>3</b>	<b>¿Podría relatar, con el mayor detalle posible, alguna experiencia trabajando con BIM en un Entorno Común de Datos (por ejemplo, BIM360, Viewpoint, ProjectWise, BIMcloud, Aconex, Trimble Connect Web, etc.)</b>	<b>CDE</b>

3.1	Relate alguna experiencia de trabajo colaborativo sobre algún proceso de la producción de información (por ejemplo, revisión o modelado) en el que haya sido responsable	CDE
3.2	¿Hubo alguna métrica (por ejemplo, PPC, incidencia de causas raíz o alguna propia) que le fue particularmente útil en un entorno común de datos?	CDE y métricas
3.3	¿Hubo algún momento en que hubiera preferido trabajar de manera sincrónica o en una sesión ICE en lugar de un entorno común de datos?	Comparación ICE-CDE
<b>4</b>	<b>Cuénteme alguna experiencia, a nivel de proyecto, participando en sesiones ICE</b>	<b>ICE</b>
4.1	¿En el último proyecto, qué beneficios propios o colaborativos, en el intercambio de información y conocimiento, se tienen al trabajar con sesiones ICE?	ICE
4.2	¿Hubo alguna métrica que le fue particularmente útil en una sesión ICE?	ICE y métricas
4.3	¿Hubo alguna sesión ICE en la que habría preferido no asistir y realizar el mismo trabajo de manera asincrónica o en un entorno común de datos?	Comparación ICE-CDE
<b>5</b>	<b>Me gustaría relate su experiencia, en el último proyecto, al trabajar con herramientas Lean (por ejemplo, Big Room o LPS) que empleó en la planificación colaborativa</b>	<b>Herramientas Lean</b>

5.1	Ahora me gustaría que pudiera comentar sobre una herramienta Lean que haya sido particularmente colaborativa	Herramientas Lean
5.2	¿Hubo alguna métrica que le fue particularmente útil para una herramienta Lean?	Herramientas Lean y métricas
6	<b>Para finalizar, en su experiencia, ¿qué le ha resultado más ventajoso: trabajar con un CDE o en sesiones ICE?</b>	<b>Comparación ICE-CDE y cierre</b>

### 3.6. Análisis y presentación de resultados

Para conseguir esto se necesita, en primer lugar, tener las grabaciones de las entrevistas y sus respectivas transcripciones. Así, se grabó, con previo consentimiento, las declaraciones de los entrevistados, cuidando su anonimato. Las transcripciones fueron, en una primera instancia, obtenidas a partir de una herramienta de reconocimiento de voz y, en segunda instancia, revisadas y modificadas de manera manual. Estos documentos se encuentran adjuntos en el Anexo A para su verificación. Con las declaraciones recopiladas de cada uno de los entrevistados, se procede al análisis de las mismas. En este análisis se busca responder principalmente a las preguntas de investigación. Esto se consigue mediante varios pasos, mencionados a continuación:

Primero, se realiza la transcripción del audio de la entrevista de forma manual o mecánica. Realizado ello, se lleva a cabo una extracción de fragmentos de las declaraciones de cada uno de los entrevistados que hagan referencia a los puntos de interés y su análisis según los factores de colaboración y el marco VDC en la matriz. Dicha selección de declaraciones se realiza a criterio propio. Por motivos de presentación, no se emplea gráficamente la matriz,

pero sí su contenido. Adicionalmente, se añade la opinión de cada uno de los entrevistados respecto a su preferencia por ICE o CDE.

Segundo, en discusión de resultados, se retoma lo previamente analizado, pero con la intención de explicar qué es lo que está sucediendo, en materia de colaboración, según los pilares del marco VDC. Es decir, se agrupan los resultados obtenidos por CDE, ICE y planificación colaborativa. Además, con las opiniones de los entrevistados del equipo de diseño y retomando, también, el análisis de los pilares CDE y ICE, se elabora una comparación entre colaboración sincrónica y asincrónica, mediante un cuadro de similitudes y diferencias por cada uno de los factores más relevantes. Adicionalmente, se elaboran comentarios relacionados al escenario de colaboración.

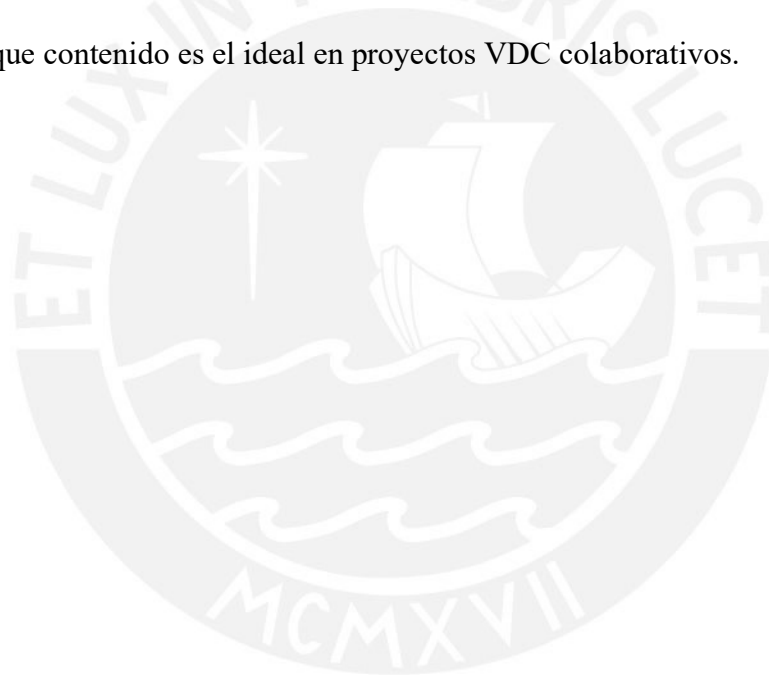
Finalmente, se elaboran conclusiones sobre las variables analizadas y se presentan recomendaciones en torno al tema. Estas últimas se presentan de manera resumida debido a que durante el desarrollo de la investigación estas se han evidenciado numerosas veces. Para finalizar, se presenta el panorama para futuras investigaciones, las cuales se centran en la cadena de suministros, escenario de colaboración y el marco VDC.



## 4. EVALUACIÓN DE LA COLABORACIÓN EN CASOS DE ESTUDIO

### 4.1. Matriz factores-pilares VDC ideal

A partir del marco conceptual elaborado, lo que se quiere decir es que según el cuadrante del escenario de colaboración al que pertenezca un proyecto de construcción, habrá diferentes características en torno a herramientas *Lean*, métricas VDC, ICE y CDE. Se conoce que, teóricamente, podría haber relaciones entre las variables independientes (podrían ser inclusive interdependientes), pero no es parte del objeto de estudio. En consecuencia, se desarrolla la siguiente matriz factores-pilares VDC, la cual es una consolidación de la teoría recopilada y que contenido es el ideal en proyectos VDC colaborativos.



## VDC

	BIM/CDE	ICE	Planificación colaborativa
<b>Confianza</b>	<p>Los contenedores de información, si siguen el flujo propuesto por la ISO 19650, cuentan con mecanismos de revisión, los cuales hacen que la información sea más confiable. Específicamente, la calidad de la comunicación mejora, pues desde el inicio se establece el flujo de esta; aunque no necesariamente exista una proximidad física, sí existe una proximidad cultural al estar acostumbrados todos a trabajar bajo un mismo sistema; dependiendo de la fase, se genera un ambiente que favorece la voluntad de ayudar; y, como se puede revisar quiénes son los que generaron la información, se puede reconocer el trabajo realizado por alguien, lo cual impacta positivamente a la capacidad de logro.</p>	<p>Por lo general, en las sesiones ICE sí se tiene una proximidad física y si existen estándares para estas reuniones en las organizaciones se tendría también una proximidad cultural. La calidad también se ve beneficiada si en las sesiones ICE existe claridad respecto a qué temas se van a discutir en qué momento y si existe una plataforma para el rastreo facilitado de la información. Si existe voluntad de ayudar, las reuniones ICE deberían ser de mayor calidad y más eficientes. Además, al tener a varios especialistas al mismo tiempo, las suposiciones respecto al proyecto son más precisas y se facilita el intercambio de conocimiento, por lo que el presupuesto tiende a variar menos.</p>	<p>Hay herramientas Lean relacionadas que promueven el trabajo en conjunto en un mismo lugar físico como lo son Big Room y la gestión de conferencias. Además, el uso de Big Room da indicadores de mejora de comunicación y otorga un ambiente de familiaridad entre los participantes, lo cual aumenta la confianza. Otra herramienta que refuerza los vínculos comunicativos es el sistema Kanban, debido al uso de las tarjetas como proceso automatizado.</p>

La incertidumbre también se maneja de mejor manera. Primero, se evitan conflictos y se resuelven más fácilmente si los hay debido a que las responsabilidades están más claras, lo cual, adicionalmente, supone una mayor certeza por juicio de expertos. Segundo, se reducen los órdenes de cambio y la volatilidad de los cambios al tener un mejor diseño. Finalmente, la congruencia de objetivos se ve afectada de manera positiva debido al intercambio de información involucrado en un CDE.

Al tener a profesionales relevantes en simultáneo, la información se comparte con mayor facilidad, lo cual favorece al aprendizaje en equipo. Si se tiene una buena organización que indique claramente subordinaciones y funciones, la resolución de conflictos debería facilitarse. Los objetivos sí son congruentes si es que se planifican bien los puntos a tratar en las sesiones ICE. Se reducen los órdenes de cambio y la volatilidad de los cambios al tener una mayor interacción y de mejor calidad entre los participantes. En sesiones ICE se tiene más certeza por juicio de expertos debido a la interacción en tiempo real.

El *Last Planner System* es una herramienta que controla la producción por planeamiento por plazos, por lo que se relaciona con la definición de objetivos y reduce la incertidumbre del proyecto. Además, CBA evita subjetividades y reduce la ambigüedad en las decisiones y, por lo tanto, la incertidumbre. 5 Whys trata de encontrar la raíz de un problema, por lo que es una herramienta que prevé conflictos. Múltiples herramientas Lean, al estar relacionadas con la eficiencia, se relacionan con la reducción de órdenes de cambio. Por ejemplo, TVD es una herramienta que verifica que lo diseñado concuerde con el costo y tiempo, por lo que reduce a largo plazo posibles órdenes de cambio por razones presupuestales.

<p><b>Capacidad operativa del cliente</b></p>	<p>También es relevante en este punto por varias razones. Primero, porque cuando el cliente es parte de la gestión del CDE se tiene una cadena de mando definida. Segundo, porque un CDE que incorpore al cliente cumpliría con tener roles y procesos claros. Último, porque un mejor diseño permite tomar decisiones basadas en evidencia.</p>	<p>Las sesiones al tener estándares en su desarrollo están relacionadas con la definición clara de procesos. Además, factores como el liderazgo por parte del cliente pueden promover el empoderamiento del equipo.</p>	<p>El TVD depende en su totalidad de la capacidad del cliente, ya que este es el que debe definir valor y costos. Herramientas como El SBD, el Poka Yoke y Kaizen promueven el empoderamiento del equipo al fomentar la participación.</p>
<p><b>Relaciones comerciales</b></p>	<p>Si se tiene un mayor apoyo intra-organizacional, dentro de cada estado se trabajará mejor y las revisiones serán facilitadas. Un mejor diseño tiene un potencial impacto positivo en cuanto al cumplimiento de expectativas; además, si el cliente está a cargo de la gestión, las revisiones son un mecanismo de aceptar el cumplimiento del trabajo previamente acordado.</p>	<p>En las sesiones ICE hay mayor apertura hacia el apoyo intra-organizacional, ya que en esta se encuentran las partes relevantes en general y no solo los jefes de proyecto. El cumplimiento de expectativas se puede desarrollar en las sesiones ICE ya que el intercambio de información realizado en dicha sesión es significativo, lo cual logra que todos estén suficientemente informados.</p>	<p>Herramientas como Kaizen promueven la participación de involucrados de cualquier cargo para mejorar los procesos, por lo que se puede facilitar las redes de colaboración. Utilizar Big Room y reportes A3 mejora el entendimiento y la compartición de información, por lo que ayuda al cumplimiento de expectativas.</p>

## 4.2. Descripción de la muestra

Las entrevistas fueron llevadas a cabo en dos grupos (proyectos) de Lima. El primero, se trata de un proyecto multifamiliar en el distrito de Surquillo que, al momento de las entrevistas, había ya pasado por la etapa de diseño y su avance de construcción era hasta el inicio del casco estructural. Esto sucedió durante los meses de octubre y noviembre de 2021. El segundo grupo se trata de un conjunto de profesionales trabajando en distintos proyectos de una misma organización. Dicha organización abarcaba proyectos que se encontraban en fase de construcción y eran de infraestructura, dentro de los cuales destacan hospitales y templos. Estos proyectos se encontraban tanto en etapas de diseño como de ejecución. Según la metodología, lo ideal es entrevistar hasta que se llega a la saturación. En total, se entrevistaron a 25 profesionales, entre personal de diseño y de construcción, con 2 o más años de experiencia. Todos eran ingenieros o arquitectos. Contrariamente a lo que se piensa, mientras más experiencia se tenga, no necesariamente se obtiene información más valiosa, debido a que los aspectos evaluados (BIM, Lean, VDC) son más conocidos por egresados en años recientes. Se debe comentar que, durante el proceso de transcripción y análisis, se tomaron en cuenta 21 de las 25 entrevistas. Ello debido a que no se encontró información pertinente en relación a lo requerido. En la siguiente tabla, se presentan a los 21 entrevistados según rol, experiencia, duración de entrevista y fecha.

Tabla 6

*Demografía de participantes*

Proyecto	ID	Puesto de Trabajo	Experiencia Laboral	Duración de la entrevista	Fecha
Proyecto 1 (10 entrevistados)	E2	Jefe de Calidad	8 años	11 minutos	15-10-21
	E3	Ingeniera de Oficina técnica	5 años	10 minutos	15-10-21
	E5	Jefe de Producción	5 años	24 segundos	22-10-21
	E7	Ingeniero Residente	3 años	17 minutos	28-10-21
	E8	Asistente de Oficina técnica	2 años	18 minutos	28-10-21
	E10	Ingeniero Estructural	7 años	28 minutos	26-10-21
	E11	Analista BIM/VDC	3 años	16 minutos	5-11-21
	E12	Jefe VDC	8 años	50 minutos	15-10-21
	E13	Coordinador BIM/VDC	4 años	33 minutos	20-10-21
	E14	Analista BIM/VDC	4 años	33 minutos	15-10-21
Proyecto 2 (11 entrevistados)	E15	Jefe de Oficina Técnica	15 años	34 minutos	26-03-22
	E16	Coordinador BIM	5 años	47 minutos	04-04-22
	E17	Coordinador BIM	6 años	75 minutos	20-08-2022
	E18	Gerente de construcción	23 años	20 minutos	01-09-22
	E19	Coordinador BIM	9 años	20 minutos	01-09-22
	E20	Ing. Residente	17 años	33 minutos	01-09-22
	E21	Líder de arquitectura	15 años	29 minutos	02-09-22

E22	Coordinador de control de proyectos	13 años	39 minutos	09-09-22
E23	Coordinadora BIM	9 años	34 minutos	10-09-22
E24	Líder de estructuras	29 años	23 minutos	13-09-22
E25	Coordinador BIM	13 años	30 minutos	06-10-22

Nota: Elaboración propia

### 4.3. Método de recolección

El modelo de la entrevista desarrollado fue entregado de antemano a los entrevistados para que puedan pensar sus respuestas y recordar con mayor claridad sus experiencias. Luego, se realizaron entrevistas vía ZOOM, principalmente para el equipo de diseño, y de manera presencial, para el personal en obra. Luego se pidió permiso para grabar y se procedió a hacer las preguntas. Finalmente, con las grabaciones, se elaboraron transcripciones para proceder con el análisis.

### 4.4. Resultados de las entrevistas

Para analizar las entrevistas, se emplean los contenidos de la matriz de colaboración. No obstante, para mejorar la presentación, se realiza en párrafos.

#### 4.4.1. Proyecto de aplicación 1

##### **Confianza:**

En el aspecto BIM/CDE, el E12 manifestó lo siguiente: *“Cada uno tiene un usuario y cada uno respondía la respuesta, o sea para responder a las preguntas, y decía: ya, esto de acá que está para el eléctrico, lo (ha) respondido él. En cambio, como eso tenía un*

*costo y nosotros teníamos una sola cuenta y todos empezaban con la misma cuenta, todos respondían ahí, entonces me pareció un poco desordenado*". Esto demuestra que, en el proyecto, el uso del CDE está poco desarrollado. Esto supone un problema para la confianza en el equipo de trabajo, pues, si bien es cierto, la plataforma existe, pero no se puede emplear con una de las características más importantes que tiene, que es la de poder identificar a cada uno de los actores del proyecto. Las consecuencias de esto es que, a priori, no se puede saber quién es quién. Por tanto, las personas no reciben crédito por su trabajo. Además, podría surgir un escenario en el que alguien sugiera una modificación en una especialidad que no le compete. Tener un ambiente con responsabilidades no claras puede llevar a malos entendidos.

En el aspecto BIM/CDE, el E14 manifestó lo siguiente: *"Entonces, en este medio de comunicación (el CDE) con ellos (los proyectistas) como que se parte no, porque no es como que en el mismo servidor que tenemos nosotros, sino hay que enviarlo por correo, entonces ahí como que se retrasa mucho. Quizá lo podríamos mejorar más"*. La calidad de la comunicación entre el equipo VDC y los proyectistas carece de un flujo óptimo, de manera que se opta por uno más tradicional a través del uso de los correos. Además, esto se relaciona con una falta de proximidad cultural, ya que no se habla en el mismo lenguaje de trabajo. Por otro lado, el entrevistado mencionó lo siguiente, hablando acerca del mismo CDE: *"Definitivamente (la ventaja que proporciona el CDE) es tener la transparencia de información en tiempo real tanto para mí, como para mi jefe, para la inmobiliaria"*. Ello confirma que un factor que se vincula con el CDE es el hecho de que la misma nube otorga transparencia en el manejo de la información, aspecto muy relacionado con la misma confianza.

En el aspecto ICE, el E13 manifestó lo siguiente: *"Yo creo que es muy bueno que (en las sesiones ICE) este todo saltado. Por ejemplo, el sanitario no solamente se enfocaba en su*



*especialidad, sino está al tanto de qué es lo que necesita la otra especialidad, tal vez de él, como de todas las especialidades, y muy aparte de eso, todos están enfocados en el estándar del proyecto. O sea, no nos va a poner cosas que sobrevaloren o que sobrecarguen de presupuesto el proyecto*". Se puede evidenciar, entonces, el hecho de que hay un entorno de proximidad física en el cual interactúan diversas especialidades. Además, se manejan estándares propios del proyecto, lo cual sugiere una proximidad cultural, al estar todos relacionados con dicho estándar. Esto está relacionado a su vez con una comunicación clara, ya que, al manejar un estándar, todos vienen con una idea de cómo se realizará la sesión ICE y, así, se evitan abordar temas que no aporten al proyecto.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E2 manifestó lo siguiente: *"Siempre hay alguna persona que prefiere tener sus archivos en una carpeta separada, ya sea porque hace su sectorización, o alguna edición, quiere tenerla aparte"*. Si existen estos comportamientos en un proyecto, evidentemente se distingue que, por parte de algunas personas, no existiría voluntad para ayudar. También puede deberse a un olvido o una falta de costumbre de compartir los archivos. Cualquiera sea el caso, esto afecta negativamente la confianza, pues se crea un ambiente en el que cada uno ve por sí mismo y no se desarrolla un trabajo colaborativo.

En el aspecto CDE, el E5 manifestó lo siguiente: *"Me parece que por correo es más incisivo en el tema de que, por ejemplo, te envío el correo, copio a cinco personas, incluido tu jefe, y pasemos al tanto de todos de que: 'mira, pasó esto y necesitamos verlo', [...] que presione al otro de que realmente hay algo que tiene que cumplir"*.

Dependiendo de la comodidad o costumbre de los diferentes actores, podría haber una diferencia cultural. Es natural que una diferencia generacional tenga como tendencia a generar diferentes maneras de trabajar, de ahí que se prefiera utilizar emails a otras herramientas. La interpretación misma de la colaboración y sus factores, como

compromiso o alineamiento de objetivos, puede variar. En este caso, no se trata de una total aversión hacia un CDE, pero quizás la interpretación en sí del trabajo de uno podría cambiar con más teoría y práctica.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E5 manifestó lo siguiente: “*Cada ítem (del Last Planner System) que mirábamos tenía restricción mía, restricción de seguridad. Entonces, como que nos dimos cuenta que esa comunicación, importantísima para todos, se resumía en ordenarnos, ordenar la obra de tal manera que cada paño que avanzábamos, y la restricción la íbamos resolviendo, o la anticipábamos*”. En este caso particular, la transparencia, manifestada en la capacidad de que todos puedan ver las restricciones de todos, mejora la calidad de la comunicación. Si el LPS fuese únicamente para algunas personas dentro de la organización (contratista) y no para todas las que debería, no se podría anticipar y la resolución misma de los problemas sería más dilatada. El hecho de no saber la información del otro genera caos en su transmisión.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E13 manifestó lo siguiente: “*Algunas veces también nos han pedido, o bueno casi siempre tengo entendido que cuando entregamos un modelo a obra, les hacemos un tipo de capacitación y les presentamos un ejemplo básico de sectorización en el modelo, pero teniendo criterios muy generales. [...] Lo hace súper potente y mucho más visual*”. Se puede verificar que la empresa aprecia y aporta mucho todo lo relacionado al aspecto visual, es decir, mejorar y optimizar la comunicación visual hacia los trabajadores en obra. Se intenta constantemente establecer una proximidad física y cultural con dicho personal con el uso de la tecnología. Esto está relacionado a su vez con la herramienta de Lean del sistema Kanban, la cual, en este caso, se expande más al uso de muchos medios visuales, y no solo tarjetas, para mejorar la comunicación y el entendimiento del proyecto.

### **Gestión en la incertidumbre del proyecto:**

En el aspecto BIM/CDE, el E7 manifestó lo siguiente, refiriéndose a los planos que recibe de detalle de arquitectura en comparación con los planos de las demás especialidades: *“O sea que el problema es que entre los planos no hay coherencia, y eso hace que todo se demore. ¿Por qué motivo? porque el peruano tiene la mala costumbre de hacerlo mal y luego decir: ‘En campo se ve eso’. Quiere decir que ya en campo ya lo revisamos y lanzamos la alerta y ellos tienen que corregir. Ellos tienen que mejorar lo que es el anteproyecto”*. Esta declaración realizada por el entrevistado E7 ejemplifica un claro caso de órdenes de cambio, la cual evidencia una falta de colaboración desde el aspecto de la integración. Como mencionó E7, hay defectos en la etapa de anteproyecto, es decir, la etapa de diseño, la cual pudo haber sido mejorada a través de un entorno común de datos que permita un flujo de información compartida entre el departamento de arquitectura de la empresa y las áreas correspondientes a las demás especialidades.

En el aspecto ICE, el E5 manifestó lo siguiente: *“La hicimos (la sesión ICE) para la reunión de planificación general de obra al comienzo de la obra, o sea, cuando no hay nada. Es un proyectado de qué hay que hacer para que la obra tenga un arranque fijo y un encaminamiento fijo, no algo tan ‘volado’, algo tan imaginario”*. Esta experiencia de sesión ICE corresponde a la etapa de anteproyecto y, según la experiencia del entrevistado, quién da a entender que lo compara con otros anteproyectos en que él ha estado, se tiene mucha más certeza sobre lo que se va a hacer. También hace hincapié en la participación de los distintos especialistas, lo cual mejora la certeza (por juicio de expertos). En realidad, en este tipo de sesiones ICE es donde más se manifiestan los factores y, por ende, donde más se requiere un trabajo colaborativo. El entrevistado, además, mencionó que, por lo general, se requiere esta colaboración por el tipo de

contrato, ya que en su caso se trataba de un IPD. En consecuencia, se tiene más claridad, se necesita una congruencia de objetivos y, debido a que se conversa sobre las restricciones iniciales, un buen manejo de la resolución de conflictos.

En el aspecto ICE, el E12 manifestó lo siguiente: *“Yo siento que no podría dejarlos a los especialistas y decirles ‘ya resuelvan ustedes, vean cada uno, cada uno levante y cada uno piense por donde tiene que pasar’, porque al final se van a estar ‘tirando la pelota’ y nunca resuelven [...] esa interacción de dos especialidades a más las vemos puntualmente en las sesiones ICE, porque es mucho más directo sentarnos y decir qué cosa hacemos”*. El entrevistado parte del problema de que muchas veces no se toma el tiempo para resolver ciertas incompatibilidades, por diversos motivos: desinterés, falta de tiempo, etc., lo cual está relacionado con las ordenes de cambio. Entonces, no se puede avanzar con el trabajo. Al tenerse una comunicación directa, se resuelven estos problemas.

En el aspecto ICE, el E7 manifestó lo siguiente: *“No, no se incluye a gente de obra (en las sesiones ICE de la empresa) en etapa de anteproyecto y eso va de la mano con los problemas, porque luego hay cosas que no son”*. En este caso, hay una oportunidad de mejora en lo que respecta al aprendizaje en equipo, debido a que, según sugiere el mismo entrevistado, se producen problemas en campo, los cuales pudieron haber sido evitados si se contaba con el aporte de experiencia y conocimientos por parte del personal de obra en la sesión.

En el aspecto ICE, el E14 manifestó lo siguiente: *“El hecho de estar presentes, el hecho de estar viéndose los unos a los otros y resolver un problema o pactar un entregable, pero de manera personal, creo que lo hace un poco más comprometedor”*. El entrevistado menciona que el simple hecho de la presencia de un involucrado en la

sesión genera, de manera indirecta, el compromiso que este tiene con el proyecto. Ello está relacionado con cómo se pueden gestionar las ordenes de cambio que puedan surgir en dicha reunión.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E8 manifestó lo siguiente: *“Ellos (los proveedores) también han podido prever esos temas. Incluso en su despacho, como que reducir esos materiales defectuosos, es como que, por ejemplo, yo sé que esto me lo van a observar, y que luego yo voy a tener que contemplar 15 días más que probablemente me van a significar pérdida. Entonces dicen ya no les voy a enviar, voy a esperar que llegue el material que no me afecta, que no tengan fallas, y, ahí, dentro de los 15 días, ya no los pongo como pérdida, ni yo asumo el flete, ni yo asumo el gasto de importación”*. Anteriormente el entrevistado menciona que desconoce la aplicación de Lean por parte de los proveedores y que únicamente hay contacto con ellos en las reuniones. No obstante, se puede observar que los criterios de pérdidas de Lean han sido influenciados hacia los proveedores, de tal manera que ellos manejan un margen de producción para poder prever posibles órdenes de cambio, lo cual contribuye hacia la gestión de la incertidumbre del proyecto.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E2 manifestó lo siguiente: *“Lo más común que he visto es el tema de Last Planner, que sí, normalmente todas las áreas de producción lo manejan. Bueno, en realidad, en casco sí es la etapa en que es más fácil controlarlo. En acabados, donde ya ves más fallas, el modelo no siempre representa lo que tienes en campo”*. De esto se desprende que, dependiendo de la complejidad, el uso de herramientas Lean podría suponer un reto, pues no se tiene mucha precisión sobre qué es lo que se va a hacer. Por tanto, se espera que las oportunidades de mejora puedan centrarse en las partidas de arquitectura, donde el trabajo colaborativo es aún más relevante. Esto se refuerza con lo que mencionó a continuación: *“En acabados, si el de pintura se demora, el*

*de papel se demora una semana más, si no sale papel, no puede entrar zócalos, y en verdad se malogra el tren”.*

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E3 manifestó lo siguiente: *“En el Lookahead la planificación, si bien es cierto, cuadra de acuerdo cómo va a salir cada semana, pero a veces se logra ser más objetivo, entonces, tú vas a terminar en, no sé, un día viernes (y) terminas un día jueves: ya vas ganando ese día”.* Un buen Lookahead es el resultado de la congruencia de objetivos, pues hay varias partes involucradas y un buen juicio de expertos. La característica a destacar en este punto es la claridad que se tiene sobre el trabajo a venir en las próximas semanas. Si esto se cumple, se obtiene que se cumple en un tiempo exacto. No siempre que se termina antes es mejor, pues se podría haber tratado de una planificación muy pesimista. No obstante, considerando la experiencia de los participantes, se podría tratar de una mejora respecto a trabajos anteriores.

### **Capacidad Operativa del Cliente**

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E2 manifestó lo siguiente: *“(La sectorización) parte desde el ingeniero de campo, pero ahí entra la retroalimentación. Por ejemplo, en otra obra, el mismo encofrador nos dio la alternativa de cambiar la sectorización porque había algún detalle de la fachada que tomaba más tiempo. Siguiendo la secuencia del encofrador, si había una mejora”.* En este sentido, se respetó una cadena de mando basada en las capacidades del subcontratista. Es importante escuchar y respetar los procesos de las otras partes, pues no todos tienen el mismo grado de experiencia. En este caso, se trata de una mejora desde la parte inferior de la cadena de suministro hacia la parte superior. Si el cliente reconoce que esto es una posibilidad, puede requerir este tipo de inputs y mejorar el proyecto en conjunto.

En el aspecto BIM/CDE, el E10 manifestó lo siguiente: *“En cuanto al acceso a la plataforma, los que tienen la capacidad de subir o bajar archivos, sólo son, en este caso, la empresa. Lo que pasa es que se genera un desorden si es que le dejas a que todo el mundo pueda subir o bajar archivos. Lo que hacen normalmente es que todo se centraliza en ellos y ellos suben la información, las últimas versiones de los archivos [...] . Nosotros le enviamos por correo el archivo y ellos lo suben”*. Se puede verificar que hay una cierta noción de la estructura del trabajo en un entorno común de datos, es decir, se refuerza el hecho de que hay un encargado con mayor poder, el cual en este caso es el cliente, quien se encarga de gestionar todos los archivos, mientras que los trabajadores que aportan al modelo, que son del contratista, no tienen ese permiso o poder. Ello se relaciona mucho con la definición de roles y procesos claros, ya que hay un flujo de trabajo definido y hay ciertas restricciones según el rol. No obstante, el hecho de que se envíen correos evidencia nuevamente la falta de desarrollo en el ámbito de CDE que se tiene. Si el cliente centraliza esto de esa manera, no se aprovecha el potencial de un entorno común de datos. Por ende, es de suma relevancia que exista confianza, respaldada en un flujo de trabajo definido, para que el cliente pueda manejar mejor la información con el contratista.

En el aspecto BIM/CDE, el E14 manifestó lo siguiente: *“Entonces, estas revisiones (de modelo/información) son muy importantes, pero a su vez, para mí, el servidor (CDE usado) no nos ayuda mucho, porque ahí hay que guardar miles de versiones miles de veces, no carga la red, nos demora un poco el tiempo en total que tenemos para hacer estas revisiones, muy aparte de que, por ejemplo, para hacer revisiones, necesitamos generar plantillas y observaciones y estas actualmente las manejamos en Excel, y es un poco complejo porque tienes que hacer una revisión y a su vez tienes que tener un correlativo de estas observaciones y a su vez tienes que llenar como que la ubicación,*

*un montón de data que lo hace muy pesado*”. Hay limitaciones en el servidor compartido usado por la empresa por temas de sobrecarga de versiones, es decir, es posible que haya limitaciones de hardware y que haya defectos en lo que respecta al gestionado de las versiones. Además, el entrevistado menciona un claro ejemplo de lo que es un flujo improductivo de trabajo, debido a que hay un proceso repetitivo en el cual se debe volver a presentar la información producida en un formato más tradicional, el cual en este caso corresponde al programa Excel. En ese sentido, si se presentan dichas limitaciones por parte del contratista, difícilmente el cliente podrá mejorar sus capacidades.

En el aspecto BIM/CDE, el E12 manifestó lo siguiente: *“Lo que ahorita estamos haciendo es un poco a la antigua y ‘chapar’ cada uno de los proyectos y agarrarlo como base, cargar la estructura, comenzar a hacer encima las cosas, pero nos limita un poco el tema del hardware. Si tú quieres trabajar en colaborativo y que todos estén trabajando a la par en un mismo modelo, esa ‘vaina’ explota las computadoras”*. Esto quiere decir que, dentro del proyecto, existe una limitación en cuanto a hardware. Esto, según lo conversado con otros especialistas, sería sintomático, más que del proyecto, de la industria. Las computadoras habilitadas para el trabajo colaborativo no están a su alcance. En otras palabras, colaborar mediante un CDE es costoso. La situación se ha agravado debido al aumento del teletrabajo, pues con este, se trabaja más con laptops, las cuales suelen ser menos potentes que el resto de computadoras. Al tratarse de una situación generalizada, no solo las capacidades del cliente se ven mermadas, sino las de toda la cadena de suministro.

En el aspecto ICE, el E13 manifestó lo siguiente: *“Yo creo que es el mejor enfoque que le podemos dar (a las sesiones ICE), que, básicamente, citamos solamente a los especialistas que tienen que ver, no citamos por citar, como siempre decimos nosotros. Eso y con el tiempo ideal, que son dos horas o tres horas”*. Se puede verificar que, en la organización



previa a la sesión ICE, se definen claramente quiénes formarán parte de dicha reunión, lo cual sugiere una clara definición de roles y responsabilidades al poder identificar a cada involucrado. Además, el entrevistado menciona que sus sesiones son prácticas y proactivas, a diferencia de otras empresas en las que ha participado en las que tienen una duración de aproximadamente 4 horas, lo que puede indicar que hay procedimientos establecidos para aumentar la efectividad de la reunión. Considerando que el tiempo es uno de los recursos más valiosos para los proyectos, si el cliente no está directamente relacionado a los temas específicos a tratar en la reunión, debe ser excluido de la misma. Del mismo modo, con el tiempo, el cliente debe saber reconocer en qué reuniones su presencia es irrelevante y tener la potestad de decir “no” a su convocatoria.

Dichas declaraciones mencionadas por el E13 se ven reforzadas con lo manifestado por el E14, lo cual es lo siguiente: *“Estas sesiones son importantes porque son productivas, llegas y resuelves las incompatibilidades en conjunto y de manera más rápida. Pero también es muy importante tener la métrica de ‘no te excedas del tiempo’, o sea, si se pacta una hora y media, una hora y media. Porque, muchas veces, si no tienes pactado la secuencia de los temas a tratar, pues el solo hecho de empezar a hablar o desviarte del tema, o conversar entre los proyectistas de hasta algo como que la coyuntura política, es algo que varía y que hace que no tenga mucho sentido estas sesiones ICE”*. Se define un procedimiento específico, el cual, en este caso, es representado a través de una métrica de tiempo para controlar la productividad, aspecto mencionado por el E13. Entonces, hay indicadores de que el uso de ICE es pertinente, ya que se manejan la secuencia, los involucrados y se adoptan algunas métricas. Además de que esto resulta beneficioso para no consumir innecesariamente los recursos de todos, incluyendo al cliente, es importante que desde este último partan este tipo de iniciativas. Es decir, idealmente, el cliente debería ser quien exija el control de tiempos debido a que eventualmente existen interacciones que no involucran al

contratista. Por ejemplo, en una discusión sobre un tema particular de un subcontratista que no pudo ser resuelto con el contratista, y que por ende se elevó al cliente, la manera de controlar el tiempo sería mediante el input del contratista (para darle estructura a la reunión), aunque no necesariamente con su presencia.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E7 manifestó lo siguiente: *“Yo en las reuniones tenía como 10 o 15 capataces. Darles a ellos el poder de la voz (es importante) y, como ellos son más experimentados, ellos aconsejaron bastantes cosas, las cuales hemos implementado en los cuatro proyectos en los que he estado y me ha sido bastante útil en mis obras, ya que a veces los ingenieros no cuentan con la opinión del personal, a pesar de que ellos tienen bastantes buenas ideas y una buena lección es siempre tomarlas en cuenta”*. De estas declaraciones se puede destacar que el entrevistado toma un rol de liderazgo en la reunión y, aplicando parte de la filosofía Lean, toma en cuenta la opinión de los capataces, lo cual sugiere una igualdad de opiniones, desde ingenieros hasta la mano de obra. De hecho, menciona que se obtuvieron resultados positivos con dicha propuesta, con lo cual se verifica lo importante que resulta el factor del empoderamiento del equipo. En este caso, se trata de un input que parte de una parte interesada dentro del contratista muchas veces no considerada, aunque puede encontrarse algo similar en alguna otra parte de la cadena de suministros. Así, el cliente, de manera análoga, podría tener puntos de vista “ocultos” a los que, si sabe identificar, podría recurrir para obtener información valiosa. Estos puntos de vista podrían estar dentro de su organización, por ejemplo, especialistas de otras áreas, como fuera, por ejemplo, capataces del contratista.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E2 manifestó lo siguiente: *“A veces la conexión a la red falla, entonces los planos actualizados no llegan a todos”*. En estas declaraciones se evidencia una vez más las dificultades a nivel de hardware, pero esta vez ya no debidas al costo, sino, probablemente, a imprevistos, o descuidos que quizás

se puedan evitar. Este problema debe ser previsto por parte del cliente y debe ser una exigencia contractual el contar con ciertos requisitos técnicos.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E3 manifestó lo siguiente: *“Tú evalúas tu PPC toda la semana y, en el caso de que no se cumple, de que no se logre cumplir o se ve que se está disparando la curva que tú vayas a tener, ves lo que es lo que te está haciendo tener esa distorsión y con eso tratas de mejorar eso”*. Un PPC muy bajo evidencia que algo que no debería suceder esté sucediendo. Por tanto, se toma una decisión basada en una evidencia, lo cual está relacionado a la capacidad operativa. El PPC no es únicamente interpretado y analizado por una persona. Es necesario un trabajo colaborativo para tomar acciones correctivas. El cliente, con esta información, está en una posición más favorable para hacer control del avance y de la programación y también puede ser incluido como exigencia a nivel de contrato.

Además, en el aspecto de la planificación colaborativa, el E3 manifestó lo siguiente: *“Me parece que eso de la planificación colaborativa es muy importante, porque tú no solamente hablas con el staff, por ejemplo, sino que pones a ahí en las reuniones en la planificación a las personas netamente involucradas [...] por ejemplo, con la producción, puede saber mucho, pero el maestro tiene distintas restricciones y él es el que está en la ‘cancha’ si todo el día”*. Esto es beneficioso para la colaboración en el sentido que se empodera a otro miembro del equipo, en este caso, se presenta el ejemplo del maestro de obra. Sus puntos de vista son importantes al momento de la planificación colaborativa. De manera similar a lo anteriormente mencionado, es importante contar con estos puntos de vista ocultos que benefician a toda la cadena de suministro, pero lo ideal es que el cliente sea quien tome la iniciativa o lo exija.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E7 manifestó lo siguiente: *“Por ejemplo, al cliente, con lo que yo uso en Lean podemos identificar cuáles empresas están funcionando mal con las causas de no cumplimiento, vemos cuáles son los subcontratistas que no están cumpliendo, vemos la programación que no está cumpliendo y todo eso sirve para que podamos planificar mejor una siguiente obra, una siguiente fase y cotizar mejor otro proyecto, con otras empresas”*. De dichas declaraciones se pueden destacar dos aspectos. En primer lugar, el cliente logra establecer un nexo con la empresa contratista y hay intenciones de mantener la relación para futuros proyectos. Ello se ve fortificado por el hecho de que el cliente maneja las herramientas Lean, lo cual evidencia su capacidad operativa. En segundo lugar, el cliente, en conjunto con el contratista, maneja una base de datos de lecciones aprendidas, las cuáles evaluará y tendrá en cuenta para la planificación, cotización o programación en otros proyectos. Por lo tanto, la toma de decisiones por parte del cliente resulta debidamente complementada a través de herramientas sólidas de Lean, las cuales representan las evidencias.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E5 manifestó lo siguiente: *“Solamente esa obra es la única obra, con excepción, que ha tenido un ingeniero de planeamiento. Yo sí intenté hacer el Last Planner, lo hicimos con la gente de obra, pero me di cuenta que tiene que haber alguien dedicado exclusivamente a trabajar en eso en la obra”*. Hay algunos roles que son claves para que el trabajo con Lean se desarrolle de manera óptima. Si no hay roles dedicados a Lean, este tiene el riesgo de fracasar. Así lo evidencia la experiencia del entrevistado, pues ha estado en obras en las que estuvo y no estuvo presente un ingeniero de planeamiento. En este caso el ingeniero de planeamiento tenía suficientes conocimientos de Lean. Esto puede ser exigible a nivel

contractual e idealmente debe partir del cliente. Para exigir ello, este también debe tener profesionales con el conocimiento de ello.

### **Relaciones comerciales:**

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E3 manifestó lo siguiente: *“En el proyecto, nosotros nos hemos anticipado mucho con este tema de la planificación y, gracias a eso, ahorita tenemos un tiempo ganado holgado en la etapa de estructuras, entonces, eso hace que nosotros más adelante, si paso algún riesgo en el proyecto, se pueda aminorar”*. La planificación colaborativa, al final, termina involucrando a los subcontratistas y los compromete. Existe un apoyo intraorganizacional, pues dentro de la obra se llegó a una planificación, con herramientas Lean, que se cumplió de muy buena manera. El resultado de este trabajo fue que se cumplieron las expectativas de todas las partes. Incluso se consiguió un resultado mejor al esperado, por lo que, en este punto, se evidencia un correcto trabajo colaborativo. Como punto adicional, esto afecta positivamente a la incertidumbre del proyecto.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E5 manifestó lo siguiente: *“Cuando hay un tema puntual (refiriéndose a las causas de no cumplimiento), si se hace hincapié de quién, eventualmente, ha originado la falla en la semana, pero de una manera bien... es que la idea es no ‘cargamontonar’ a alguien”*. Puede darse el caso en que una herramienta de la planificación colaborativa pueda ser un “arma de doble filo”. Es decir, por un lado, las causas de no cumplimiento ayudan a reconocer, con mayor detalle, por qué algo no funcionó o salió mal. Sin embargo, esto podría ser utilizado también para exponer a los responsables. Por lo tanto, es importante saber utilizar esta herramienta de manera que no suceda lo segundo. Para ello, se requiere actuar con buena intención, lo cual puede considerarse para del apoyo intraorganizacional.

Además, en el aspecto de la planificación colaborativa, el E5 manifestó lo siguiente: *“(Refiriéndose a las causas de no cumplimiento) a veces, son contratas muy limitativas. O sea: ‘ya, tengo una máquina para acá, una para allá y una para acá, listo, las mando a las tres’. ‘Uy, se malogró una’ [...] No pues. O sea, necesitas cuatro. Guárdate una para ti”*. Las mismas causas de no cumplimiento evidencian el no cumplimiento de algunas expectativas. La expectativa era que el contratista esté preparado para algún tipo de fallo. Sin embargo, en este caso, en el fallo se les dejó sin maquinaria. Las consecuencias, evidentemente, serían penalizaciones o paralizar la obra. Entonces, esta herramienta sirve para evitar problemas futuros en materia de colaboración.

#### **CDE vs ICE:**

El E11 manifestó lo siguiente: *“En la zona más complicada, el cuarto de bombas, ahí sí siempre tenemos una sesión ICE, porque es la manera en que más rápido se va a resolver todo el cruce de especialidades en un área tan chiquita y con tan poca altura”*. Esto indica que la preferencia de uno u otro depende de la complejidad. Dicho de otro modo, la interacción en persona es percibida como más útil cuando el problema a resolver es más complejo. Esto se confirma con sus siguientes declaraciones: *“me parece que las dos tienen su beneficio, porque la sesión ICE permite, pues, de que todos estén juntos [...] (y) reunirnos para ver, no sé qué, un tomacorriente que está cruzándose con una placa, es, como, para ellos, perder tiempo. Lo pueden mover por su cuenta”*.

El E12 manifestó lo siguiente: *“Nosotros ahorita hemos regresado al Excel porque, como les comento, se nos acomoda más con los especialistas que trabajamos”*. Para entender mejor el contexto, cabe mencionar que en la organización se emplean hojas de Excel para indicar, analizar y, posteriormente, resolver las incompatibilidades. La organización ya ha empleado un CDE en un intento de migrar hacia una manera de trabajo más colaborativa.

Sin embargo, el uso de un CDE requiere de ciertos conocimientos por parte de los usuarios, los cuales pueden ser adquiridos mediante capacitaciones, por ejemplo. Los encargados del diseño, al no tener la facilidad para trabajar con un entorno CDE, tuvieron que abandonarlo (la situación se complicó, probablemente, por la pandemia). Por tanto, se podría decir que la colaboración sincrónica requiere de menos saber hacer.

El E10 manifestó lo siguiente: *“Es más cuando tienes esas reuniones ICE y cuando coordinas con todos los especialistas, y es un proyecto muy grande, se vuelve un poco tediosa por así decirlo y muy larga, porque existen mil observaciones y de las cuales de repente tienes un 10%. Entonces vas a estar el 10% de la reunión hablando y el otro 90% no vas a poder estar haciendo más que escuchando y no haciendo nada”*. El hecho de que haya una proximidad física en los integrantes para resolver problemas no necesariamente les genera una sensación positiva a todos. Como se puede observar, hay participantes que prefieren algo más práctico y directo. Es decir, opinan que hay riesgos de que las sesiones ICE sean no proactivas. Además, el candidato menciona que suele ocurrir mayormente en proyectos grandes. Ello puede sugerir que la sesión ICE a realizar dependen de las características del proyecto y que hay determinados factores que las pueden perjudicar. Por ejemplo, es posible que añadir más participantes a una sesión ICE o establecer una meta muy grande la haga muy improductiva.

El E13 manifestó lo siguiente: *“Para serte sincero, las observaciones que son, por así decir, no tan complejas, cómo que ‘Oye mueve este extractor por la tubería de ventilación que está pasando por la misma zona’. Esa solución puede solucionarse en un entorno común de datos básicamente. Pero como yo te comentaba, cuando por ejemplo son zonas más críticas como el cuarto de bombas, no le puedes decir como que ‘Oye tú muévete a la derecha y lo demás’, pues porque todo es un caos, todos mueven y se siguen cruzando, sigue habiendo interferencia. Entonces, ese tipo de interferencias sí o sí van a tener que ser en una sesión*

ICE”. El entrevistado menciona que hay observaciones que pueden ser resueltas asincrónicamente fácilmente y otras que no. Esta declaración por parte del entrevistado puede dar pie a un uso muy útil del CDE, el cual es el estado de las incompatibilidades. Es decir, definir qué tan críticas son las observaciones en una escala correctamente definida.

#### 4.4.2. Proyecto de aplicación 2

##### **Confianza:**

En el aspecto ICE, el E17 manifestó lo siguiente: *“Una sesión ICE bien hecha es una sesión que tiene bien definida su agenda, bien definida las personas que van a participar y, cuando te digo bien definidas las personas que van a participar no (me refiero) solamente (a) las personas responsables de la especialidad, sino, las personas con poder de decisión. Me ha pasado que las empresas más pequeñas que no están acostumbradas a estas sesiones y lo que hacían era mandar un asistente”*. Se puede verificar de esta declaración que el entrevistado tuvo experiencias con sesiones ICE en las cuales se mandaba a un representante de un involucrado con poder decisión, lo cual evidentemente desfavorece la proximidad física y cultural. Ello, además, puede generar incertidumbre con las respuestas obtenidas al finalizar la sesión ICE y terminar con menos soluciones a las esperadas.

En el aspecto BIM/CDE, el E22 manifestó lo siguiente: *“(…) (a pesar de que) la herramienta sea muy buena, se te pueden entrapar los procesos, no va a fluir si de repente no todos están sintonizados, creo que esa es la principal desventaja de este entorno común de datos en el sentido de que la información tiene que fluir de una manera o dos maneras, pero no más. Si alguien no está sintonizado, te puede perjudicar un poco la dinámica que quisieras obtener para el proyecto”*. Ya sea por la formación o por el aspecto cultural, el trabajo y la gestión de la información en un entorno común



de datos puede verse afectado por diferentes interpretaciones por los integrantes de este. Entonces, establecer un mismo lenguaje como exigencia y mejorar la comunicación para coincidir en ese mismo lenguaje es esencial para generar un entorno de trabajo único y más fluido.

En el aspecto ICE, el E19 manifestó lo siguiente: “(...) son 12 reuniones semanales con el propietario en las que participamos nosotros, participan los diseñadores del propietario y el propietario. Es una reunión online, pero vemos temas técnicos y administrativos los martes, y obviamente nos apoyamos con el modelamiento BIM para mostrarles ciertos detalles para que ellos lo entiendan mejor. Luego también tenemos un recorrido virtual, que es el que te mencioné con el cual salimos ya a campo con la cámara. También está presente el propietario y sus diseñadores, y en tiempo real nos solucionan muchas preguntas”. Esto indica que hay una comunicación clara y constante entre cliente, contratista y diseñador. Además, se menciona que hay uso de tecnologías para brindar recorridos virtuales de la obra al cliente que, en este caso práctico, no podía presentarse físicamente. Entonces, la inversión y disposición para generar un entendimiento de la obra a través de tecnologías para la visualización es necesaria frente a un cliente que ocupa mucha participación durante el desarrollo del proyecto. Además, ello, junto con reuniones con actores con poder de decisión como lo son los diseñadores, aumenta considerablemente la latencia de respuesta de diferentes observaciones.

En el aspecto ICE, el E23 manifestó lo siguiente: “Siempre en el equipo, el cual estoy, me ha permitido aprender y entender la posición de los especialistas y siempre he encontrado algo productivo más que todo en campo; a pesar de, que algunos especialistas sean redundantes y repetitivos”. Si bien el no estar relacionado con una observación a tratar en la sesión ICE es considerado como una pérdida de tiempo, se puede rescatar el aprendizaje que

se puede adquirir, sobre todo en el caso en el que se trata de una observación compleja y específica. Además, esto refuerza la importancia de la realización de actas en una reunión.

### **Gestión en la incertidumbre del proyecto:**

En el aspecto BIM/CDE, el E17 manifestó lo siguiente: “(...) *en este tipo de construcción donde el cliente puede decidir cualquier tipo de cambio. Por ejemplo, la construcción que empezó cuadrada puede terminar siendo triángulo si al cliente se le anima o es convencido por sus arquitectos. Entonces, eso te exige que tengas una buena velocidad de respuesta, y que mejor teniendo herramientas o usos BIM orientado a toda la gestión VDC*”. Se puede verificar de dicha declaración como se manifiestan las órdenes de cambio.

El entrevistado E17 mencionó que mediante simulaciones se podrían lograr mejores velocidades de respuesta, lo que sugiere que una integración y uso de información más avanzada del modelo BIM puede beneficiar a un proyecto que requiera de cambios ágiles y constantes. Además, en este caso en particular, el entrevistado señaló que el tipo de proyectos en el cual estaban trabajando (templos), solían haber más cambios que en proyectos estatales, por lo que según la naturaleza del proyecto se podría o no adoptar un alto nivel uso de información en el modelo BIM.

En el aspecto BIM/CDE, el E19 manifestó lo siguiente: “(...) *En ese caso caía la reportabilidad sobre nosotros para poder evaluar de repente algunos impactos que generaron estos cambios los diseñadores, y lo poníamos en las reuniones que teníamos con ellos*”. Mantener una gestión y registro de cambios durante el desarrollo del proyecto se relaciona con la gestión de incertidumbre. Además, aplicar esta gestión de cambios dentro de la reportabilidad fomenta un ambiente de resolución de conflictos, la cual es fundamental en etapas de diseño, ya que el número de cambios es mayor.

En el aspecto BIM/CDE, el E17 manifestó lo siguiente: *“Siempre considero que la curva de aprendizaje no solamente aplica para construcción, también aplica para el uso de nuevos softwares, porque la idea de una implementación completa no es colocar el mejor software, ni el más caro ni el más beneficioso. Tú ves que es una buena implementación cuando todas las personas lo usan y logramos, por ejemplo, con BIM 360 con el uso de los cards, que hasta los subcontractistas lo usen, que carguen su información de avance en el entorno común de datos, que se registre a tiempo real los cronogramas los Look Ahead, la respuesta de los RFIs, los modelos BIM que tenían que subir los modeladores”*. Ello sugiere que la empresa en cuestión prioriza que el equipo de contratistas maneje sus herramientas, por lo que es fundamental la gestión de la curva de aprendizaje del equipo para el éxito de la herramienta para el proyecto. Entonces, para la implementación de un nuevo software debe tomarse en cuenta que se debe verificar un uso considerable por parte de los contratistas.

En el aspecto BIM/CDE, el E21 manifestó lo siguiente: *“La contraparte, por otro lado, es que el proceso de integración se puede terminar haciendo interminable. En muchos casos se pide mucha mayor información que la necesaria. Entonces, de alguna manera, esto resulta excesivo. Hay buenas prácticas, hay soluciones, que los constructores conocen por su propia experiencia, pero la contraparte como digo es que se pide un grado mucho mayor de precisión que el que arrojan los planos, que suelen ser los documentos contractuales del proyecto. Entonces, por ese lado, puede convertirse en un arma de doble filo”*. Se puede ver cómo afecta la congruencia de objetivos a la hora de trabajar con los niveles de información en BIM. No establecer y analizar cuál debe ser tu alcance con respecto a la información a plasmar en los modelos BIM puede resultar en sobre trabajos e incongruencias entre diferentes involucrados.

En el aspecto de planificación colaborativa, el E17 manifestó lo siguiente: *“Tú estás planificando la próxima semana vaciar una losa y en tu log de restricciones tu identificas que te falta el plano de esa losa, por decirte algo muy extremo, te falta colocar los pases MEP en esa zona, te falta el personal en esa zona, te falta contratar el concreto, etc. Pero tú tienes un listado de causas que no te van a permitir ejecutar esa partida. Tú haces un listado y colocas una fecha de respuesta, una fecha de anticipación y una persona responsable de esa partida o de esa actividad. Entonces tú le puedes dar seguimiento a esa partida”*. El sujeto destacó la relevancia del uso de la herramienta del log de restricciones como parte de la planificación. Este se relaciona directamente con la gestión de la incertidumbre, ya que anticipa de una manera muy eficiente y práctica diversas partidas a ejecutar, lo cual promueve asimismo la claridad y la resolución de conflictos. Es posible que esta herramienta pueda usarse como base para el uso de otras herramientas, ya que el log de restricciones abarca un marco muy amplio, tal como la latencia, las causas de no cumplimiento, entre otros.

En el aspecto de planificación colaborativa, el E21 manifestó lo siguiente: *“Entonces, nosotros, por lo general, cerramos los expedientes cuando tenemos la información para aprobación, que no es a nivel pues de ejecución, es a nivel de ingeniería básica o de ingeniería de detalle. Pero, después de eso, viene una ingeniería de campo, donde todos los planos del fabricante en realidad son una siguiente etapa. A veces, más bien, lo que nos ha pasado, es que, por procedimientos constructivos, se toman ciertas decisiones en obra que ya no sacan de los supuestos iniciales”*. El entrevistado menciona que en ocasiones la ingeniería de campo, en especial cuando es con subcontrata con planos muy específicos, está separada del flujo inicial que se maneja en el CDE. Entonces, es importante poder identificar las partidas con mayor volatilidad de cambios, ya sea por

su complejidad o por su unicidad, para poder gestionar de forma más completa el CDE e integrarlo más a la etapa de ejecución.

En el aspecto de ICE, el E20 manifestó lo siguiente: *“Un error que siempre se ve en muchas constructoras es que tienen un ingeniero que planifica y le dice lo que debe hacer a la gente. Pero, tú no sabes el proceso de alguien de contra incendios, de HVAC, eso lo hace un especialista. Debes trabajar con ellos para pasar las programaciones, para que ellos te den el input de los trabajos, los tiempos. Entonces, eso es ICE, recibir información de ellos para poder conciliar cosas, para poder entender el proceso, para ver quién entra primero, quién entra después”*. Hay subcontratistas que son muy especialistas al rol en el que se dedican y sus procesos son diferentes a los usuales. Por lo tanto, el aprendizaje en equipo está presente en la sesión ICE, de tal manera de que si hay un ingeniero que se encarga exclusivamente de la planificación utilice la experiencia de los subcontratistas para poder establecer correctamente los procedimientos a realizar.

En el aspecto de BIM/CDE, el E22 manifestó lo siguiente: *“La estructura no es compleja como tal, pero sí las consideraciones y requerimientos se basan en temas culturales y religiosos. Entonces, eso genera que se tenga siempre que diseñar con una serie alternativas y ser flexibles a los cambios. Entonces, en eso, el intercambio de datos en Revit o en BIM360 ha favorecido en que podamos nosotros de alguna manera poder hacer esos cambios y poder sobre todo este visualizarlos”*. Dependiendo del tipo de cliente o del tipo de proyecto, puede haber o no una gran cantidad de cambios respecto al proyecto inicial. Al manejar softwares que facilitan la generación de alternativas y su respectiva visualización, se da la confianza al cliente para la realización de cambios y se agiliza su evaluación.

### **Capacidad Operativa del Cliente:**

En el aspecto BIM/CDE, el E17 manifestó lo siguiente: *“Lo que hacemos es parametrizar el modelo, llenamos de información el modelo, cosa que podemos registrar en el modelo 3D cuánto está avanzando el subcontratista o el contratista general y con eso podemos tomar decisiones. Por ejemplo, todo subcontratista que trabaja en una construcción trabaja con un cronograma dado, hasta el contratista general tiene un cronograma dado frente al cliente (...)”*. En este caso se puede verificar que el cliente relativo a los contratistas, el cual es la empresa en estudio, otorga procedimientos claros hacia estos, lo cual se ve en los cronogramas en los que trabajan mencionados. Además, el entrevistado menciona que el uso del modelo 3D por parte de los contratistas y subcontratistas permite que se puedan tomar decisiones en obra, lo cual representa las decisiones basadas en evidencia. Entonces, se puede observar como la capacidad del cliente influye en el aumento de valor del trabajo de los contratistas.

En el aspecto de planificación colaborativa, el E15 manifestó lo siguiente: *“A veces hay restricciones que son externas, no simplemente del proyecto. De repente en el PAC, en su plan de cumplimiento, también deben indicar que es algo que no se cumplió por algo externo. Por ejemplo, alguna municipalidad, alguna concesionaria de luz o agua, ahí se tienen que definir bien cuáles son las restricciones y cuáles son los involucrados en todo el Lean, en todo el sistema y detallar bien las restricciones, no ingresar restricciones por simplemente ingresar y ya decir que los de producción cumplieron con ingresar restricciones”*. Un incorrecto establecimiento de roles y procesos claros en la definición de restricciones puede causar el llenado de información redundante y posibles situaciones de conflicto al no contar con responsabilidades debidamente determinadas. Integrar los conocimientos de gestión de los distintos involucrados, desde internos hasta externos, provenientes de buenas prácticas de gestión es fundamental para enriquecer el análisis de

restricciones. Además, el estándar que se le aplique a la formulación de restricciones debe considerar su simplificación para evitar trabajo innecesario y facilitar la interpretación.

En el aspecto BIM/CDE, el E24 manifestó lo siguiente: “(..) *contamos con un servidor en el cual todas las especialidades guardaban toda la información. Esto me parece genial porque si llega el caso de encontrarte con un caso similar 2 años antes se puede revisar*”. Un servidor o una base de datos, además de facilitar ciertos trabajos futuros, es una herramienta que proporciona evidencia sólida para la toma de decisiones, por lo que promovería procesos entre cliente y contratistas en diversas situaciones, como, por ejemplo, el análisis de alternativas.

En el aspecto de ICE, el E16 manifestó lo siguiente: “*Por ejemplo, en el mes de noviembre hemos llevado a 2.4 días por cada actividad o por cada interferencia detectada, mientras que, en los meses superiores, por ejemplo, enero hemos reducido esta brecha: tenemos 1.21 días por cada actividad. Entonces esa es nuestra métrica, nos ayuda a ver cómo estamos yendo, digamos, en un tiempo determinado, según la cantidad de interferencias (...) Y a las finales irá un reporte que me diga: oye, ¿por qué tantos días o qué actividades han sido o por qué se ha dado? Entonces, ya es un tema de buenas prácticas, a las finales, para que en otros proyectos no suceda lo mismo y lo tengan en cuenta entonces*”. La métrica mencionada es un indicador similar o equivalente a la productividad, ya que indica el número de días que toma solucionar una interferencia. A pesar de que pueda haber cierta subjetividad respecto al grado de complejidad de las diferentes observaciones, de manera general, se podría descomponer en observaciones de diseño e interferencias. Con ello, a partir de la experiencia, se puede estimar un límite apropiado para poder solucionar las incidencias, lo cual fomenta la mejora constante y puede empoderar al equipo al establecer un objetivo común. Además, se refuerza las decisiones basadas en evidencia al realizar un reporte de causas de aquellas observaciones que tardaron más en solucionar y las que se resolvieron con menor latencia.

En el aspecto BIM/CDE, el E17 manifestó lo siguiente: *“Bluebeam es un software o es un entorno colaborativo muy famoso en EE.UU., (el cual) te permite gestionar a base de documentos en PDF con alto grado de confidencialidad. (Lo cual) quiere decir que tú puedes firmar planos, modificar planos en ese entorno común de datos y que sepan quién ha modificado o quién ha colocado su firma. Tiene lo mismo que BIM 360 pero a su manera, (pero) es más protegido, yo considero que es más protegido, porque incluso te da un flujo de las personas que tienen acceso o no tienen acceso a estas modificaciones o diferentes tipos de versiones orientadas a planos o documentos en 2D”*. Hay una cadena de mando claramente definida en el CDE mencionado por el entrevistado. Es decir, el acceso a la visibilidad de la información y la opción para realizar modificaciones está limitado según el usuario y el cliente es aquel que define ello. En este caso en particular, la información tratada en el proyecto era sensible por un tema cultural, por lo que para otros proyectos de naturaleza similar puede resultar beneficioso esta característica en un CDE para la gestión de información por parte del cliente.

En el aspecto BIM/CDE, el E17 manifestó lo siguiente: *“(En) una empresa grande sí hay una dirección gerencial que todos usen el CDE y que suban todos los días sus datos, que suban todos los días sus métricas, que suban los archivos de referencia al CDE, (y) lo van a hacer porque es una exigencia gerencial. Pero, si es una empresa pequeña, que no está acostumbrada a trabajar ordenadamente, y por diferentes motivos, las diferentes personas tienen diferente tipo de formación, no van a utilizar el CDE y va a haber información que se va a perder”*. Se puede observar el contraste que realiza el entrevistado entre una empresa grande y una pequeña al señalar en cuánto una empresa es más estricta con el uso del CDE y todos los estándares y procedimientos asignados a este.



**Relaciones comerciales:**

En el aspecto BIM/CDE, el E17 manifestó lo siguiente: “(...) *pero también hay una parte comercial (...) el cliente va a visita de obra y mira que estás gestionando toda la construcción con modelos BIM, mira a todos los analistas de las subcontratas con I pads, miran con tirolinas (punteros) láser, miran con drones, estaban viendo que la gestión de la construcción lo estaban llevando a un paso más adelante o con innovación. (...) Esa parte es bastante comercial porque si tú demuestras que estás utilizando todas las herramientas y que tienes ordenado o centralizado lo que es la información, (lo cual) es un entorno común de datos que abarca toda la información en la etapa completa de tu proyecto, para el cliente es bastante llamativo, y, como es bastante llamativo, no solamente te da un colegio, te da varios colegios para hacerlo*”. El aspecto comercial relacionado con el cliente se ve reforzado por un sobre cumplimiento de expectativas. Es decir, un uso de BIM y del entorno común de datos que justifique su aplicación y que brinde beneficios que van más allá de la visualización 3D tradicional y los metrados, empodera la imagen comercial de la empresa y fortifica los lazos con el cliente para que la relación continúe en futuros proyectos. Además, dicho cumplimiento de expectativas motiva al cliente a invertir en nuevas tecnologías.

En el aspecto de la planificación colaborativa, el E18 manifestó lo siguiente: “(...) *asegurar que los subcontratistas entiendan que iban a tener que participar en sesiones ICE, que iban a tener que poner un coordinador BIM. Porque, si tu subcontratas a alguien, y después que le has dado la buena pro, le has dicho ya tú ganaste, recién le avisas, mira tienes que gastar en esto y lo otro, (es decir), ya tienes un adicional. En cambio, si durante la licitación tú le dices: “Ojo que vas a, por lo menos una hora de tu semana, vas a tener que asistir a esta reunión”, y, si es un contrato grande, necesitas un coordinador BIM con una computadora mínimo de tal RAM y tal resolución. Entonces,*

*eso, si tú se lo dices en una etapa de licitación, esta gente te optimiza los costos y busca el mejor precio”.* Esto se relaciona directamente con el cumplimiento de expectativas.

Dentro del aspecto contractual se definen los alcances y las consideraciones a los subcontratistas. Cuanto más clara esta definición, desde aspectos puntuales como por cuánto tiempo va a estar en una reunión, habrá mayor acuerdo con las expectativas estipuladas y se mejorará la relación. Además, es posible que los contratistas puedan prever lo que requerirán en el proyecto y podrán optimizar sus recursos.

En el aspecto ICE, el E22 manifestó lo siguiente: *“Una sesión ICE multitudinaria no necesariamente te garantiza que sea efectiva. Entonces, lo que se hizo siguiómente fue hacer varias sesiones ICE en paralelo y había una sesión ICE central. Entonces, si hubiera alguna dificultad de una especialidad o que involucraba a dos o tres actores, se les convocaba y, luego, se les pedía que en otras salas resolvieran el problema”.*

Como se puede verificar, este tipo de metodología es conveniente para proyectos grandes en los que el número de participantes en una sesión es grande. Al segmentar las sesiones ICE, se crean grupos más limitados, lo cual puede favorecer a que haya apoyo intraorganizacional, ya que los involucrados interactúan de forma más efectiva usando menos tiempo y siendo más participativos.

En el aspecto BIM/CDE, el E18 manifestó lo siguiente: *“Bueno la más fácil es que asegurar que, como métrica, que el 100% de subcontratistas este presente, y te digo esto porque es una métrica viva, dinámica, porque la obra no arranca y termina con la misma cantidad de subcontratistas, va aumentando en el camino y otros se van yendo.*

*Entonces era una métrica que se mantuvo abierta por mucho tiempo, que es asegurar que todos los subcontratistas involucrados tengan acceso al entorno común de datos y recibir una pequeña capacitación de cómo manejar la plataforma”.* Desde la empresa se define una métrica para evaluar el uso de la plataforma por parte de los

subcontratistas. Esto representa un apoyo intraorganizacional, ya que desde la dirección alta se exige que el subcontrata este capacitado y que se verifique mediante una métrica que esté involucrado en el CDE.

### **CDE vs ICE:**

El E24 manifestó lo siguiente: *“En sí, no sé si es por mi experiencia, pero algunas redacciones de issues eran muy escuetas y no lo entendías o muy largas y enredadas, mientras que, en una reunión, a pesar de ser lo mismo, tú puedes preguntar a qué nivel se habla, si está construido, cual elemento y entre otros. Luego, puedes levantar el issue, pero ya estás con un mejor panorama”*. Se evidencia que el CDE cuenta con falencias a nivel de comunicación, ya que la descripción de una observación es, al final y al cabo, una redacción simple en la que puede haber dificultades en su interpretación. Entonces, utilizar un lenguaje más estandarizado ayuda a que se puedan analizar mejor dichas observaciones.

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Colaboración en BIM/CDE

Como se ha verificado en la revisión de la literatura, un entorno común de datos es una plataforma cuya información está estructurada y centralizada. En el primer proyecto de aplicación analizado no se dio uso de una aplicación que sea específica para un CDE, tales como lo pueden ser BIM360 o ProjectWise. Por el contrario, se optó por trabajar desde los mismos servidores que se ofrecen en las mismas herramientas de producción de la información en conjunto con otras aplicaciones más universales, como lo es el caso de OneDrive. Los que manejaban el tema de los servidores era el equipo VDC, mientras que los demás involucrados como el cliente, los proyectistas y los ejecutores de obra manejaban únicamente OneDrive y Excel. De ello se puede destacar que un gran beneficio que se podría obtener si se aplicase un entorno común de datos más conforme a lo dispuesto en la teoría es el de evitar ciertas redundancias de trabajo, las cuales surgen cuando se debe realizar un retrabajo para transformar la información producida a un formato que puedan manejar los demás integrantes. Es decir, habrá mayor productividad en la colaboración si es que se maneja un único formato que provenga directamente del equipo VDC.

No obstante, este proceso de adaptación puede resultar complicado. Por lo tanto, una posible solución es tener en cuenta el contexto en el que se encuentran los demás involucrados del proyecto fuera del área VDC para vulgarizar la información según las necesidades y hacerla más universal. Es decir, involucrar al equipo VDC tanto como sea necesario para cambiar de formato, extraer o exportar información. Esto con el objetivo de facilitar el proceso de intercambio información con las demás áreas y mejorar la calidad de la comunicación.

Por otro lado, en el segundo proyecto de aplicación, el nivel de madurez con respecto al CDE era ligeramente superior, ya que se manejaban softwares como BIM360 y Bluebeam por exigencia contractual. El flujo de procesos conseguido con estas plataformas fue más estandarizado y estaba más alineado a lo que dictaba la ISO para el CDE. Uno de los principales desafíos que cuenta el entorno visto es la definición del alcance de información a colocar en el CDE. Una correcta gestión de este alcance puede resultar en una reducción significativa de trabajo y una adaptación más ágil por parte de los contratistas que se están capacitando en las respectivas plataformas. Además, como se vio en el análisis, la eficiencia de la implementación de un entorno común se ve en que tanto lo usen todos los involucrados. Por lo tanto, es recomendable analizar los beneficios y usos de cada plataforma para obtener un alcance preciso y optimizar al máximo el CDE.

Asimismo, al haber un grado mayor de madurez, se verificó a lo largo de las entrevistas que se utilizaron más herramientas y softwares. Se mencionaron softwares que posibilitaban la función de firmar planos y gestionar la seguridad de información 2D. Entonces, la implementación de estos softwares puede ser muy beneficiosa para aquellos proyectos que necesiten mejorar y agilizar sus procesos de documentación. Esto puede ayudar a aquellos proyectos que se encuentren en contratos bajo sistema fast-track, debido a que, como la ejecución y el diseño se realizan simultáneamente, la documentación en esta última se realizaría de forma más efectiva. Además, estos softwares, al ser más estrictos en la definición de roles y el acceso de cada involucrado, pueden ser de utilidad para proyectos públicos en los cuáles se maneje información que requiera alta confidencialidad.

De los 3 aspectos de VDC analizados, el CDE es el más difícil de implementar desde la perspectiva técnica, debido a que evidentemente este es el que requiere mayor inversión

tecnológica. Los entrevistados mencionaron limitaciones en cuanto a hardware y velocidad de los servidores, además de que representa un costo mayor. Otro aspecto a considerar es el de la integración de subcontratistas más específicos a las plataformas de BIM, lo cual puede dificultarse por las diferentes formaciones que cuentan.

## **5.2. Colaboración en ICE**

De entre los 3 pilares VDC analizados, las sesiones ICE son las que mayor relación directa tienen con la colaboración, ya que, evidentemente, estas fueron creadas inicialmente para dicho motivo. Esto dada la definición básica que tuvieron los entrevistados de colaboración, es decir, comunicación y resolver problemas en equipo. El hecho de que sea de una modalidad sincrónica y presencial aporta una presión cultural en los participantes de la sesión ICE, ya que, no solo hay una presión por resolver los problemas definidos, sino se crea un ambiente de compromiso con el proyecto, lo cual fomenta a su vez a la transparencia y confianza entre los integrantes.

Otro factor que se ve altamente relacionado con las sesiones es el de la gestión de la incertidumbre del proyecto. Esto se debe a que se genera mayor claridad del proyecto desde las etapas de diseño. Los integrantes pueden identificar mejor sus actividades y tener un mayor criterio en base a las restricciones del resto de participantes. Una posible sugerencia para fomentar la colaboración en las sesiones ICE es el de integrar a involucrados de la etapa de ejecución, en especial, a aquellos subcontratistas especialistas cuyas actividades son muy únicas o específicas. Generar un ambiente que integre a los subcontratistas y que fomente la alimentación de información acerca de procesos y restricciones reduce la incertidumbre del proyecto y facilita la respectiva planificación. Asimismo, ello refuerza la claridad anteriormente mencionada y puede incrementar la creación de valor en el proyecto. No obstante, para ello, se requiere de

cierto criterio para poder asignar a dicho participante adicional, debido a que, si no se define correctamente su función en el transcurso de la reunión, no sería proactivo.

Un uso óptimo y que otorga buenos resultados que se puede aplicar a una sesión ICE es el de realizarlas únicamente en actividades críticas. Esto se pudo ver en lo analizado en el proyecto de aplicación 1, en el cual las reuniones se realizaban en las zonas de sótano 1 y cuarto de bombas debido a que todas las especialidades se juntan ahí. Además, métricas como el límite de duración de una sesión y el número de observaciones levantadas también benefician a dicha sesión. Todo ello se relaciona con la colaboración. Por un lado, se aplica decisiones basadas en evidencia para la elección de las sesiones ICE únicamente en las zonas críticas del proyecto, lo cual otorga mayor confianza en los involucrados en que se está realizando un buen trabajo. Por otro lado, establecer métricas en las sesiones, como lo pueden ser la duración y las observaciones levantadas, clarifica mejor los procesos, de manera que se genera mayor seguridad en el trabajo realizado y se genera un entorno de proximidad en el cual los integrantes acumulan experiencia y conocen más las restricciones de los demás especialistas. Además, dichas métricas pueden funcionar como metas que favorecen la capacidad de logro al ser cumplidas y fortifican el lazo colaborativo.

De lo analizado en el segundo proyecto de aplicación, se puede apreciar que las sesiones se pueden organizar de distintas formas, como en el caso de la subdivisión de un grupo grande a varios grupos con menor cantidad de involucrados. Para el caso de proyectos grandes, utilizar grupos pequeños promueve la proximidad física, ya que cada participante se siente más activo e integrado que estando en un grupo multitudinario. No obstante, se debe tomar en cuenta que dentro de la sesión es fundamental la presencia de involucrados con poder de decisión, debido a que estos son los que deben establecer

y confirmar los objetivos de la sesión. Entonces, es importante contar con una cadena de mando correctamente definida en las reuniones para poder cumplir los objetivos.

Un aspecto de gran importancia y múltiples veces mencionado acerca de las sesiones ICE es, de manera general, el de la productividad. Lo que más se cuida en ellas es el hecho de que sean eficientes. Es por ello que hay mucha relación con el factor de establecimiento de roles y procesos claros. Por lo tanto, este último factor puede ser clave para fomentar otros factores, como lo son la confianza, el empoderamiento del equipo, la capacidad de logro, la claridad, etc.

### **5.3. Colaboración en las sesiones de planificación**

Las herramientas de planificación y control tienen un rol clave en la colaboración. Estas, como su nombre lo indica, son, principalmente, características de la fase de ejecución. Se encontró que, en las sectorizaciones, el hecho de no compartir esta información, es decir, que cada persona tenga información sobre la sectorización de manera diferenciada, supone problemas para la propia ejecución. Además, la comunicación, que es tan importante en la colaboración, también puede manifestarse de manera visual. Siguiendo con el caso de las sectorizaciones, un esquema de este puede resultar conveniente para la transmisión de información. Se podría decir que, los elementos visuales fomentan el trabajo colaborativo, pues se simplifica mucho la comunicación al no tener que explicar detalladamente en qué consiste algo. Adicionalmente, es importante mencionar que diversos niveles de la cadena de suministro, como, por ejemplo, subcontratistas, pueden ser parte en la elaboración de las sectorizaciones. Esto dependerá de la partida y, si bien es cierto, es compartida con el contratista, la generación de la información dependerá de los roles que se asuman. Se sugiere que otorgarle un rol más importante en la producción de sectorizaciones a los subcontratistas



podría llevar a mejores resultados. Además, algo similar sucede dentro de la misma organización contratista. Las jerarquías laborales no deben confundirse con el liderazgo. Dependiendo de la situación, la opinión de alguien debajo en esta jerarquía podría ser más relevante para el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, un capataz podría poseer ciertos conocimientos que un ingeniero no. Sin embargo, el enfoque tradicional jerárquico que no considera a todos los involucrados aún se impone en numerosos proyectos. Por último, es necesario considerar que el aspecto de hardware podría ser una limitación.

Por otro lado, el simple hecho de emplear LPS no garantiza buenos resultados. Si la información, por ejemplo, de las restricciones de todos los involucrados no es visible para todos los involucrados, entonces no se está colaborando. La colaboración en LPS, dentro de la misma ejecución, depende de la fase (y su complejidad). Por ejemplo, las estructuras presentan menos complejidad que los acabados y equipamiento. Por tanto, el uso de LPS, y, por tanto, la colaboración, resultan más sencillos. Se confirma, además, que el PPC, que sirve para medir la precisión de la programación, es una herramienta de control que fomenta la colaboración debido a que es el punto de partida para efectuar correcciones en futuros procedimientos. Otro punto importante es el hecho de que exista alguien responsable enfocado en el LPS. Sin, por ejemplo, un ingeniero de planeamiento, este control se vuelve más complicado y, por lo tanto, no se tiene a alguien de articular los esfuerzos y que la colaboración sea llevada de manera correcta.

Asimismo, el análisis de restricciones resulta ser una herramienta Lean poderosa que favorece la colaboración, ya que promueve la resolución de conflictos en procesos constructivos próximos y se establece una mejora claridad sobre estos. Sin embargo, ello se cumple siempre y cuando dicho análisis este bien definido, es decir, con una descripción detallada, fechas pertinentes y responsables correctamente asignados. Por

ello, es recomendable no solo contar con un estándar o formato para la entrada de restricciones, sino, articularlo como información dentro de un modelo 3D o 4D para que dichas restricciones sean más dinámicas y completas.

En cuanto al Lookahead, se ven los beneficios en la medida que la elaboración del mismo haya sido colaborativa. Caso contrario, se tendría información sobre un tiempo muy próximo, como lo son las semanas inmediatamente siguientes, imprecisa y que, por ende, llevaría a incumplimientos o demoras.

Las causas de no cumplimiento fueron también muy utilizadas y son un medio colaborativo que permite identificar quién es más propenso a no cumplir. En la colaboración, es importante considerar las relaciones que surgen entre las organizaciones. Así, las causas de no cumplimiento permiten identificar o predecir los problemas que pueden surgir entre las organizaciones. Si, con el tiempo, se descartan aquellas con las que no hay una buena relación, la colaboración en los proyectos mejora. Por otro lado, hay otra manera de minimizar el impacto en la relación de un no cumplimiento. Por ejemplo, si se presentan holguras, un no cumplimiento podría ser compensado con un cumplimiento anticipado. De manera general, las herramientas Lean facilitan y visibilizan las holguras, por lo que la colaboración también podría resultar no tan disminuida. No obstante, así como se puede identificar, el hecho de señalar a alguien podría ser un aspecto en contra de las causas de no cumplimiento. De no manejarse adecuadamente el uso de estas, podría tener un impacto más bien negativo en la colaboración, por lo que resulta muy importante tener en cuenta que las causas de no cumplimiento podrían llegar a ser un “arma de doble filo”.

#### 5.4. Comparación entre colaboración sincrónica y asincrónica

	Similitudes	Diferencias
<b>Confianza</b>	<p>Ambas permiten una relación más cercana en comparación la manera tradicional que involucra correos electrónicos. Una se manifiesta cara a cara (ICE) y otra se manifiesta con la identificación y roles de cada uno de los participantes (CDE).</p>	<p>La proximidad física, por motivos obvios, no se presenta en un CDE. A pesar de que las sesiones ICE se pueden hacer de manera virtual, la interacción es diferente y, según la percepción de los involucrados, con un efecto positivo.</p>
<b>Gestión de la incertidumbre del proyecto</b>	<p>La claridad del trabajo, ya sea de manera sincrónica o asincrónica, es una característica compartida. Además, debido a la distinción de roles en ambos tipos, el juicio recae en los expertos más indicados para resolver algún problema. Finalmente, la negociación, aunque de manera diferente, es incorporada. Hay diferencias en cuanto a comunicación, pero el resultado, es decir, el punto medio, puede ser alcanzado por ambos caminos.</p>	<p>Las tareas repetitivas o, en su defecto, actividades de menor complejidad y de mayor recurrencia, son más fácilmente tratadas en un ambiente asincrónico. Por el contrario, en tareas más complejas, las cuales son, además, menos recurrentes, una interacción sincrónica es lo conveniente.</p>

**Capacidad operativa del cliente**

La cadena de mando y lo roles y procesos claros son dos aspectos que siempre figuran si se hace una buena implementación ICE (características explicadas en el capítulo 2) o un correcto uso de CDE (también explicado en el CDE). Por ejemplo, cuando en una sesión ICE se asumen un rol de liderazgo o cuando en un CDE se aplica el flujo propuesto por la ISO. En ambos tipos de colaboración se toman decisiones basadas en evidencia. En una sesión ICE, está directamente se presenta a todos los involucrados y, en un CDE, esta se señala (el software lo permite) para una futura revisión.

Los procesos son más difíciles de establecer en un entorno asincrónico debido a que este requiere de más conocimientos en cuanto a colaboración. Se necesita, principalmente, un buen liderazgo para llevar a cabo una buena sesión ICE; en cambio, para trabajar en un CDE, se requiere, además de un liderazgo, que todos los participantes posean el saber hacer.

**Relaciones comerciales**

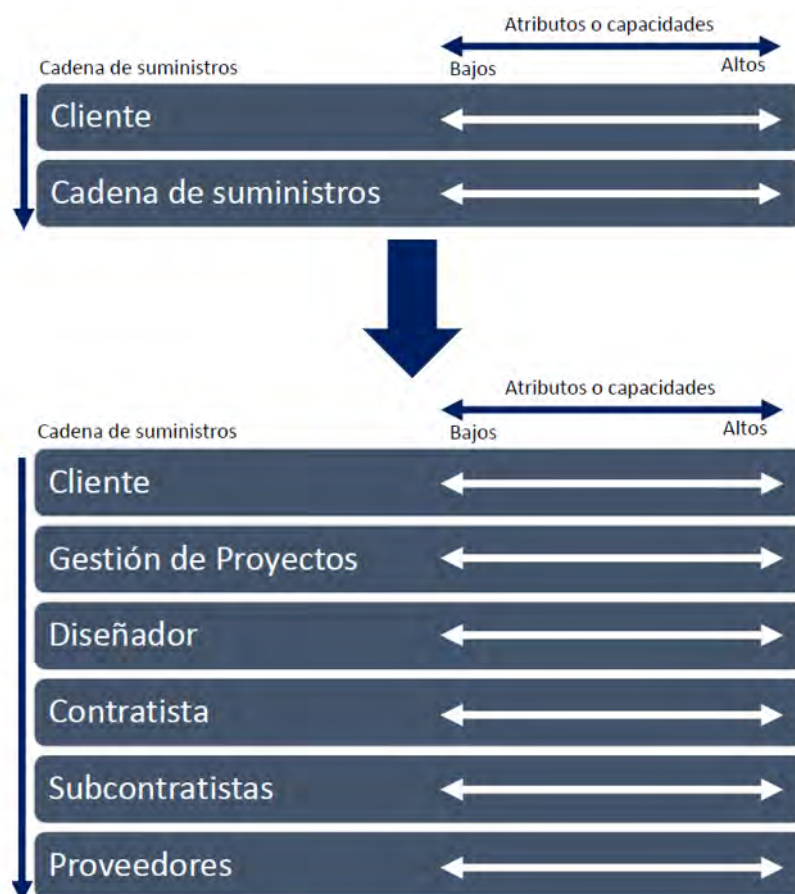
Las relaciones colaborativas son más propensas a cumplirse: por un lado, en una sesión ICE, la interacción cara a cara compromete a los involucrados; por otro lado, en un CDE, el registro en el sistema de una observación cumple la misma función. En ese sentido, se manifiesta, además, el apoyo intraorganizacional.

El uso de un CDE requiere de un cierto grado de estandarización y capacitación dentro de cada organización. Por tanto, se podría decir que, en ese sentido, cada organización tiene su propio “idioma” o “dialecto”. Esto no funciona de la misma manera en una sesión ICE. La comunicación es mucho más fluida y requiere de menos esfuerzo para un entendimiento mutuo.

**5.5. Escenario de colaboración**

Retomando el marco del escenario de colaboración, se debe recordar que este se elabora para el cliente y la cadena de suministros. No obstante, cada nodo es cliente, a su vez,

de otro y, por tanto, tiene una cadena de suministros debajo de sí. En teoría, los escenarios se cumplen entre cada cliente y su respectiva cadena de suministros. Las entrevistas llevadas a cabo confirman que los escenarios pueden reproducirse dentro de la cadena de suministro, aunque aún falte detallar las variaciones que este sufriría. Por tanto, es válido afirmar que el escenario se mantiene igual, con el ligero cambio de que el cliente no es el “absoluto”. Esta variación visualiza de la siguiente manera:

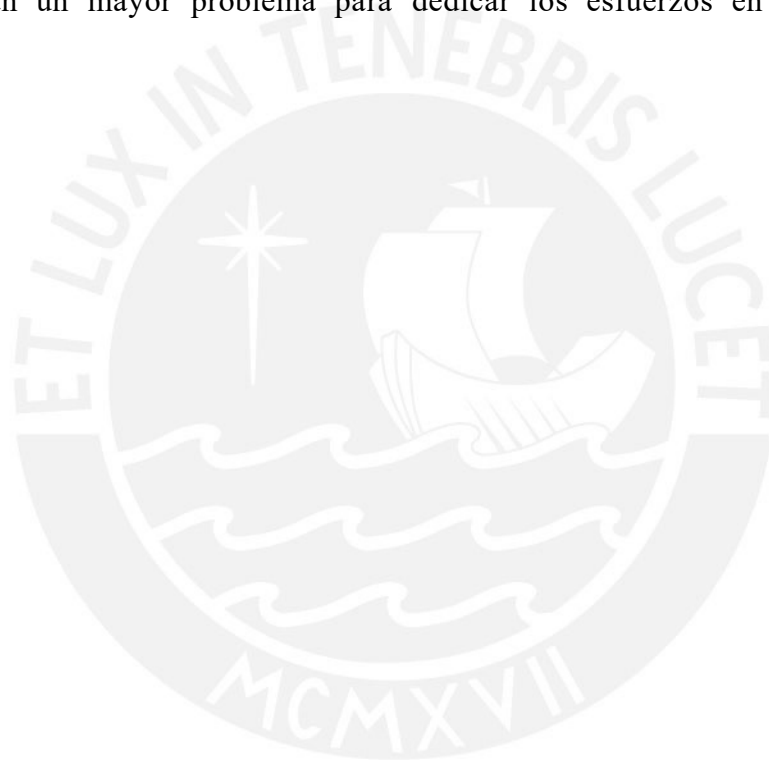


*Figura 8.* Expansión de escenarios de colaboración.

Nota: elaboración propia

Como se aprecia en la figura 8, en el marco inicial, se obtienen 4 escenarios de colaboración dependiendo de la interacción entre el cliente y la cadena de suministros. Esta es la base con la que realiza el estudio. Sin embargo, al adentrarse en la cadena de

suministro, pueden ocurrir situaciones muy disparejas dependiendo de los atributos o capacidades desde la gestión de proyectos hasta el último proveedor, por lo que, teóricamente, se tienen múltiples subescenarios como resultado de todas las combinaciones posibles. Si bien es cierto, estudiar cada uno de estos subescenarios sería una tarea muy grande debido a la complejidad, el aspecto más importante de esta expansión es que, al momento de estudiar la colaboración con el escenario de colaboración base, se pueda identificar qué actores de la cadena de suministros son los que presentan un mayor problema para dedicar los esfuerzos en soluciones más puntuales.



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Esta investigación tuvo como objetivo estudiar las relaciones colaborativas en el marco de ICE, CDE y Lean en la industria de la construcción a nivel de proyectos. Esto en base a un modelo colaborativo elaborado en una tesis previa. Los factores de colaboración se encontraban en las 3 metodologías desarrolladas. Para realizar el análisis correspondiente, se realizó una matriz de factores-pilares VDC. Ello con el fin de obtener conclusiones relevantes acerca de cómo los factores se desarrollan en cada una de estas. Además, se comparó la colaboración asincrónica y la sincrónica, de tal manera que se pueda evaluar cuál es la más conveniente para cada situación.

En cuanto a la entrevista, este pasó por varios cambios gracias a la retroalimentación de los mismos entrevistados. En ese sentido es importante destacar que, especialmente para los temas BIM, Lean y VDC, los trabajadores no suelen estar familiarizados con la terminología. Por tanto, es importante ponerse en el lugar del entrevistado para poder obtener declaraciones de manera satisfactoria. Además, a diferencia de lo que sucede con muchos otros temas de ingeniería civil, más experiencia profesional no necesariamente quiere decir más conocimiento sobre los temas recientes. Al contrario, la tendencia es que las nuevas generaciones tienen más facilidad para estos temas. Por lo tanto, no se debe ser tan rígido en este punto para considerar o no una persona como autorizada para prestar declaraciones.

La matriz que intersecó factores de colaboración con pilares ICE permite comprender mejor y de manera minuciosa cómo se manifiestan las relaciones de colaboración a nivel práctico. Mucho de lo que se desprende de las declaraciones y sus análisis son, de alguna manera, hasta conocimientos intuitivos. No obstante, por más que parezcan evidentes, hace falta tener un marco estructurado para realmente darse cuenta de qué es lo que sucede. De ahí que el

fundamento teórico con el cual ha sido construida la matriz y, posteriormente, la entrevista, sea tan importante. Por ejemplo, las exigencias de hardware para trabajo colaborativo o el costo de una capacitación para el uso de este software impactan negativamente en el trabajo colaborativo. Esto ha permitido poder analizar más que únicamente la relación entre cliente “absoluto” y cadena de suministros. También, las otras relaciones de gran relevancia como la que existe entre diseñador, contratista e, inclusive, la que existe entre contratista y subcontratista. El escenario de colaboración se cumple también dentro de la cadena de suministros, debido a que en las declaraciones se encontró evidencia de la manifestación de factores asociados al cliente en clientes debajo del “absoluto”.

Se pudo ver la gran funcionalidad de la realización de las sesiones ICE según la zona crítica, como, por ejemplo, el cuarto de bombas. Esta zona correspondía a un proyecto del tipo multifamiliar. Por ello, debido a la eficiencia del uso de ICE, sería óptimo evaluar y estandarizar los hitos críticos para otros tipos de proyectos, como lo pueden ser diferentes proyectos de infraestructura. No obstante, es necesario analizar las sesiones ICE en otros proyectos, ya que, como se vio, a mayor tamaño o complejidad del proyecto hay mayor dificultad en la planificación de dicha sesión ICE.

Respecto a la comparación entre la colaboración asincrónica y sincrónica a través del CDE y ICE, respectivamente, se obtuvo que este último, por razones técnico/económicas, es más fácil de implementar. No obstante, un sobre uso de dichas sesiones puede resultar contraproducente, de manera que se trabaje de una manera inadecuada e ineficiente al tener un tiempo muy extendido. Entonces, limitar las sesiones ICE puede crear una presión positiva entre los integrantes para resolver los problemas. Por otra parte, el entorno común de datos fue más relacionado desde la perspectiva técnica. A pesar de que no se contaba con un software específico para desarrollar un CDE, había algunas aplicaciones de la metodología de trabajo del mismo CDE. Por lo tanto, es posible que, al igual que para el



caso de BIM, el entorno común de datos pueda clasificarse según sus niveles de capacidad desde el punto de vista operacional, técnico y organizacional, de tal forma de que pueda implementarse un nivel más avanzado de una manera más simple.

## **6.2. Recomendaciones**

Las herramientas de gestión de la producción y BIM, que se encuentran dentro de la metodología VDC, se vienen desarrollando en la industria de forma progresiva y paulatinamente se van estableciendo en el mercado actual. Como toda nueva implementación contemporánea, el proceso de cambio desde lo tradicional presenta dificultades, por lo que se presentan diversos estudios, como el presente, para suplementar la aplicación de dichas metodologías. Al ser este estudio relacionado con la colaboración, se indagaron muchas características no solamente presentes en el rubro de la construcción, sino, aspectos más enlazados a lo social y organizacional. Por lo tanto, este trabajo podría ser complementado desde la visión de especialistas en lo que respecta a los recursos humanos, de manera que se pueda estudiar las habilidades emocionales más relevantes por cada metodología.

Este estudio puede servir como punto de partida para otras investigaciones. Con las bases que se tienen, se pueden hacer análisis cuantitativos para determinar el escenario de colaboración partiendo de información de la relación cliente-cadena de suministros y la de las relaciones dentro de la misma cadena de suministros. Si se desea ser más específico a nivel teórico, es posible considerar todos los niveles de la cadena de suministro y alternarlos de manera que se generen 32 escenarios que tomen en cuenta las capacidades o limitaciones en cuanto a colaboración de los proveedores, subcontratistas, contratistas, diseñadores y cliente. Finalmente, se podría emplear el marco VDC para evaluar la colaboración en el tiempo, debido a que en las entrevistas

llevadas a cabo se recopiló información relevante a este punto que, debido que estaba fuera del alcance del estudio, no llegó a ser analizada.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alreshidi, E., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2017). Factors for effective BIM governance. *Journal of Building Engineering*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.02.006>
- Alreshidi, E., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2018). Requirements for cloud-based BIM governance solutions to facilitate team collaboration in construction projects. *Requirements Engineering*, 23(1). <https://doi.org/10.1007/s00766-016-0254-6>
- Alvesson, M. (2014). Understanding Organizational Culture. In *Understanding Organizational Culture*. <https://doi.org/10.4135/9781446280072>
- Arbulu, R., Ballard, G., & Harper, N. (2003). Kanban in construction. *International Group for Lean Construction*, (September).
- Arroyo, P., & Long, D. (2018). Collaborative design decisions. *IGLC 2018 - Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers*, 1. <https://doi.org/10.24928/2018/0509>
- Babalola, O., Ibe, E. O., & Ezema, I. C. (2019). Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review. *Building and Environment*, Vol. 148. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.051>
- Belsvik, M. R., Lædre, O., & Hjelseth, E. (2019). Metrics in VDC projects. *27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2019*. <https://doi.org/10.24928/2019/0167>
- Boton, C., & Forgues, D. (2018). Practices and Processes in BIM Projects: An Exploratory Case Study. *Advances in Civil Engineering*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7259659>

- Bott, G., & Tourish, D. (2016). The critical incident technique reappraised: Using critical incidents to illuminate organizational practices and build theory. *Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal*, 11(4).  
<https://doi.org/10.1108/QROM-01-2016-1351>
- Bucher, D. (2019). *Development of a cloud-based Common Data Environment for purposes of a construction company* (Tesis de maestría, ETH Zürich). ETH Zürich, Zürich.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26750.20806>
- Castañer, X., & Oliveira, N. (2020). Collaboration, Coordination, and Cooperation Among Organizations: Establishing the Distinctive Meanings of These Terms Through a Systematic Literature Review. *Journal of Management*, 46(6), 965–1001.  
<https://doi.org/10.1177/0149206320901565>
- Castillo Maguiña, I. R. (2014). Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS).
- Chachere, J. M., Kunz, J., & Levitt, R. (2009). The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering. In *CIFE Working Paper#WP116*.
- Cisterna, D., von Heyl, J., Alarcón, D. M., Herrera, R. F., & Alarcón, L. F. (2018). Application of Social Network Analysis in lean and infrastructure projects. *IGLC 2018 - Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers*, 1. <https://doi.org/10.24928/2018/0483>
- Curşeu, P. L., & Schruijer, S. G. L. (2020). Participation and goal achievement of multiparty collaborative systems dealing with complex problems: A natural experiment. *Sustainability (Switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030987>

- Doody, O., & Noonan, M. (2013). Preparing and conducting interviews to collect data. *Nurse Researcher*, 20(5). <https://doi.org/10.7748/nr2013.05.20.5.28.e327>
- Egan, J. (1998). The Egan Report-Rethinking Construction. *Report of the Construction Industry Task Force to the Deputy Prime Minister*. London.
- Eriksson, P. E. (2010). Improving construction supply chain collaboration and performance: A lean construction pilot project. *Supply Chain Management*, 15(5). <https://doi.org/10.1108/13598541011068323>
- Fosse, R., Ballard, G., & Fischer, M. (2017). Virtual design and construction: Aligning BIM and lean in practice. *IGLC 2017 - Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. <https://doi.org/10.24928/2017/0159>
- Garcia, A. (2021). *Estudio de las Relaciones de Colaboración en Proyectos de Construcción: Modelo Basado en Escenarios*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Garcia, A., & Murguia, D. (2021). *A Scenario-Based Model for the Study of Collaboration in Construction*. 552–561. <https://doi.org/10.24928/2021/0216>
- Gentles, S. J., Charles, C., Ploeg, J., & Ann McKibbin, K. (2015). Sampling in qualitative research: Insights from an overview of the methods literature. *Qualitative Report*, 20(11). <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2015.2373>
- Gill, P., Stewart, K., Treasure, E., & Chadwick, B. (2008). Methods of data collection in qualitative research: Interviews and focus groups. *British Dental Journal*, 204(6). <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.192>
- Gomes, D., Tzortzopoulos, P., & Kagioglou, M. (2016). Collaboration through shared understanding in early design stage. *IGLC 2016 - 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*.

- Haghsheno, S., Budau, M. R.-D., & Russmann, E. (2020). Collaboration Barometer – Development of a Tool for Measuring Collaboration During Design and Construction. *Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, 323–336. International Group for Lean Construction.  
<https://doi.org/10.24928/2020/0073>
- Hamzeh, F. R., Saab, I., Tommelein, I. D., & Ballard, G. (2015). Understanding the role of “tasks anticipated” in lookahead planning through simulation. *Automation in Construction*, 49(PA). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.09.005>
- Hughes, H., Williamson, K., & Lloyd, A. (2007). Exploring Methods in Information Literacy Research: Critical Incident Technique. In *Topics in Australasian Library and Information Studies* (Vol. 2007).
- Hugos, M. (2018). Essentials of Supply Chain Management. In *Essentials of Supply Chain Management*. <https://doi.org/10.1002/9781119464495>
- International Organization for Standardization. (2018). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets. *ISO Standard No. 19650-2*.
- Kinsella-Meier, M. A., & M. Gala, N. (2016). Collaboration: Definitions and Explorations of an Essential Partnership. *Odyssey: New Directions in Deaf Education*, 17, 4–9.
- Knotten, V., & Svalestuen, F. (2014). Implementing virtual design and construction (VDC) in veidekke -using simple metrics to improve the design management process. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014*.

- Kunz, J., & Fischer, M. (2012). Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. *CIFE Working Paper*, 97(Version14).
- Kunz, J., & Fischer, M. (2020). Virtual design and construction. *Construction Management and Economics*, 38(4). <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1714068>
- London, K., & Pablo, Z. (2017). An actor–network theory approach to developing an expanded conceptualization of collaboration in industrialized building housing construction. *Construction Management and Economics*, 35(8–9). <https://doi.org/10.1080/01446193.2017.1339361>
- Lope, D. (2019). *Integrated Concurrent Engineering and Applicability to Construction Projects during Design Phase* (Tesis de maestría). Blekinge Institute of Technology, Blekinge.
- Mccormack, K. (2004). The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(4). <https://doi.org/10.1108/13598540410550019>
- Naoum, S. G. (2012). Dissertation research and writing for construction students, Second Edition. In *Dissertation Research and Writing for Construction Students, Second Edition* (Second). New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080467047>
- Oraee, M., Hosseini, M. R., Edwards, D. J., Li, H., Papadonikolaki, E., & Cao, D. (2019). Collaboration barriers in BIM-based construction networks: A conceptual model. *International Journal of Project Management*, 37(6). <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.05.004>
- Oraee, M., Hosseini, M. R., Papadonikolaki, E., Palliyaguru, R., & Arashpour, M. (2017). Collaboration in BIM-based construction networks: A bibliometric-qualitative literature

review. *International Journal of Project Management*, 35(7).

<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.07.001>

Pryke, S. (2009). Construction Supply Chain Management: Concepts and Case Studies. In

*Construction Supply Chain Management: Concepts and Case Studies*.

<https://doi.org/10.1002/9781444320916>

Qu, S. Q., & Dumay, J. (2011). The qualitative research interview. *Qualitative Research in*

*Accounting and Management*, Vol. 8. <https://doi.org/10.1108/11766091111162070>

Radl, J., & Kaiser, J. (2019). Benefits of Implementation of Common Data Environment

(CDE) into Construction Projects. *IOP Conference Series: Materials Science and*

*Engineering*, 471(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/2/022021>

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., & Luegring, M. (2005). Site implementation and

assessment of lean construction techniques. *Lean Construction Journal*, 2(2).

Schöttle, A., Haghsheno, S., & Gehbauer, F. (2014). Defining cooperation and collaboration

in the context of lean construction. *22nd Annual Conference of the International Group*

*for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC*

*2014*.

Serrat, O. (2017). The Critical Incident Technique. In *Knowledge Solutions*. Singapur:

Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9\\_123](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_123)

Shafiq, M. T., Matthews, J., & Lockley, S. R. (2013). A study of BIM collaboration

requirements and available features in existing model collaboration systems. *Journal of*

*Information Technology in Construction*, 18.



- Shang, G., & Sui Pheng, L. (2013). Understanding the application of Kaizen methods in construction firms in China. *Journal of Technology Management in China*, 8(1).  
<https://doi.org/10.1108/jtmc-03-2013-0018>
- Tauriainen, M., Marttinen, P., Dave, B., & Koskela, L. (2016). The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. *Procedia Engineering*, 164.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.659>
- Tezel, A., Koskela, L., & Aziz, Z. (2018). Lean thinking in the highways construction sector: motivation, implementation and barriers. *Production Planning and Control*, 29(3).  
<https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1412522>
- Thomson, A. M., Perry, J. L., & Miller, T. K. (2009). Conceptualizing and measuring collaboration. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 19(1).  
<https://doi.org/10.1093/jopart/mum036>
- Zimina, D., Ballard, G., & Pasquire, C. (2012). Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. *Construction Management and Economics*, 30(5). <https://doi.org/10.1080/01446193.2012.676658>

## ANEXO A: ENTREVISTAS

### Leyenda:

- E: entrevistador
- S(n): (enésimo) sujeto entrevistado

### Entrevista 1:

E: ¿De qué manera colaboras tú en la obra? De manera general.

S: Yo (lo que hago) es asistir en la parte de producción con el tema de metrados de concreto, acero, apoyar en alguna edificación que me pueda dar alguno de los encargados de producción o de calidad, incluso y estar, más que nada, vigilando que la producción avance bien en campo, vigilar los pedidos de concreto que lleguen, que se despachen de manera correcta y, sobre todo, que los vaciados que hagamos de concreto cumplan con la calidad que sea requerida

E: ¿Pero en cuanto a la colaboración, digamos, a esa ayuda mutua entre las personas?

S: Bueno, siempre, yo, por ejemplo, para para todo el personal de la parte de producción, alcanzo un itinerario diario de qué es lo que se va a realizar dentro de campo y también, por ejemplo, dentro de un One Drive mantengo el récord de qué es lo que estamos vaciando, también, por ejemplo, cuando se hace eliminación de material, también tenemos un registro de eliminación de material. De esa manera, cualquier cosa que necesite (o) algún dato que necesite alguna parte de la obra, siempre en One Drive tengo los datos almacenados.

E: Entonces, pasamos a lo siguiente. ¿Nos puedes relatar tu experiencia, con el mayor detalle que puedas, trabajando con BIM en un Entorno Común de Datos, o algo parecido?

S: Muchas veces es lo que hacemos es como, bueno, que tratamos de implementar los principios de la filosofía Lean en la obra. Tenemos un grupo de WhatsApp para todo el grupo en general, todos los colaboradores de la obra. Es un grupo de WhatsApp en el que compartimos, por ejemplo, el tema del Lookahead, el tema del avance semanal, yo mismo

también paso el itinerario diario. Y dentro del personal de la oficina técnica compartimos todos un One Drive en el que tenemos acceso, pues, a los planos, metrados, presupuestos, análisis de precios; en general, toda la información que cualquiera de las unidades pueda requerir de la otra se encuentran en One Drive. También, el modelo BIM lo puedes encontrar dentro de un mismo One Drive.

E: ¿Podrías relatar, con el mayor detalle posible, tu experiencia participando en sesiones ICE o algo parecido, como reuniones presenciales grupales con el personal para resolver problemas?

S: Claro. Bueno, normalmente, las reuniones grupales son los lunes, que suben todos los capataces y el maestro de obra a coordinar cómo es que vamos avanzar durante la semana. Y, bueno, nos reunimos acá (con) los capataces de las partes subcontratadas que son los de encofrado de acero y suben también los de instalaciones sanitarias, eléctricas y más el maestro de obra. Entonces, ahí, entre todos, más o menos, coordinamos cuando sería una buena fecha para poder avanzar ciertas cosas o avanzar otra o culminar otra que quedó de la semana previa Y, en general siempre, las hacemos los lunes, pero también hay reuniones al final del día. Se acercan uno o dos capataces a coordinar con nosotros con respecto a alguna eventualidad que pueda haber habido.

E: Y, en estas reuniones de las que estamos hablando, ¿tú has podido encontrar, quizás, algún evento que te haya marcado de manera positiva o negativa, en cuanto a colaboración?

S: Sí, normalmente, lo que suele pasar es que hay una idea, o sea, siempre es positivo, yo creo eso. Siempre hay una idea de: “oye, nosotros queremos que esto se haga para tal fecha” Y tienes eso objetivo, y tú se lo planteas, digamos, al otro personal, al resto del personal: “Capataces, a ver, ¿ustedes qué opinan de esto?”. Entonces ellos te dan su opinión sincera y te hacen ver. O sea, para bien, yo creo que termina siendo al final, se termina sincerando sobre la realidad de cuánto puede ser el avance, porque muchas veces nosotros tenemos en

mente un avance y queremos hacerlo, porque, obviamente, tienes que terminarlo lo más rápido posible, posible, pero, obviamente, este tipo de reuniones nos permite pegarnos un poco más a la realidad.

E: ¿Podrías relatar, con el mayor detalle posible, tu experiencia de colaboración en planificación, utilizando Lean Construction?

S: El Last Planner System, por ejemplo, es el tema del Lookahead. Mi jefe es ingeniero de campo encargado de producción. Él siempre, al final, todos los sábados adelanta el Lookahead de la obra, con lo que tiene en mente de lo que podemos avanzar, sobre todo el tema de producción: encofrados, vaciados, la habilitación de acero. Y de ahí, por ejemplo, siempre sacamos el PPC. Este tema, por ejemplo, también nos sirve para discutirlo en las reuniones de los lunes con los capataces y maestros.

E: Y ¿recuerdas, cuando has usado el PPC, alguna vez que haya salido particularmente bien o particularmente mal?

S: No. Por lo menos, hasta donde tengo entendido, siempre, el porcentaje del avance es mayor. O sea, siempre está cerca a lo que uno espera.

E: ¿Y, en cuanto a Lookahead?

S: Bueno, básicamente lo para lo que se usa en comunicación con el resto es lo que dice que es, para más o menos mostrar cuánto es lo que se quiere avanzar, pero de ahí el uso para todo el mundo no es mucho más que eso.

E: ¿Puedes indicar qué información o conocimiento, que brinda Lean Construction, es de utilidad, no para ti, sino para otros actores del proyecto?

S: Por ejemplo, en la obra, sabemos que nuestro PPC es mayor al 80%. sabemos que tenemos que tener una planificación de rendimiento, tal vez, nueva para poder lograr que nuestra planificación termine siendo del que viene siendo del 100%. Entonces, por ese lado, digamos, sirve para para el para el tema de producción mismo, pero digamos que, para otras

partes de la obra, no podría decírtelo fehacientemente, de momento. Claro que eso, digamos, como todavía la obra se encuentra recién comenzando el tema del casco de concreto armado, todavía no es muy notable, pero yo creo que según vayamos avanzando más la torre, yo creo que ahí se va a poder notar un poco más cómo estas herramientas que nos da Lean van a permitirnos mejorar la obra.

E: Por favor, relata una experiencia positiva o negativa en tu experiencia participando en colaboración en planificación

S: Mira, por lo general, el tema de la planificación, dentro de todo lo que es la obra, o sea nosotros los que estamos acá presentes todos los días, siempre es buena. Normalmente, todo lo que todo lo que se planifica, se consulta. Cuando quieres saber cuánto vas a avanzar de acero, hablas con tu capataz de acero, hablas con la cuadrilla, coordinas todo, y digamos, que, si hay alguna variación, la variación no es algo que te sorprenda, porque ya se va previendo. Siempre, como constante comunicación, no es un problema que te vaya a afectar tanto, porque ya lo vas viendo. En cambio, un tema que para la planificación sí me ha sido un poco complicado son los subcontratistas que son externos al tema de la obra, o sea, los que vienen eventualmente. Por ejemplo, con el tema de eliminación de material, sí planificas un avance una semana, que por ejemplo tenga que venir dos veces en una semana. Y en esa semana, te canceló un día. Siempre, por lo general, con las personas que son subcontratistas externos al tema de la obra, se suele tener una experiencia un poco más negativa. Yo creo que, en la planificación, usando el sistema Lean, sobre todo nos basamos bastante fuerte en la comunicación, (donde) hay una experiencia más positiva.

E: ¿Hubo alguna métrica (por ejemplo, PPC o causas de no cumplimiento) que le fue particularmente útil para la planificación colaborativa?

S: La participación de reuniones, creo que es una cosa que, digamos, más se puede tener visualmente. Digamos que la participación de reuniones es donde más te das cuenta de que la gente, digamos, pone paso firme y dice: “ya, vamos a hacer esto, esto y esto”.

De ahí, el tema el tema de metrados 3D es algo que, bueno, me gustaría ver más, pero el tema es que, por ejemplo, para el tema BIM, por ejemplo, yo la laptop que uso, no puedo utilizar REVIT. Entonces, yo creo que sería un

bastante interesante poder verlo más en obra, por qué, a veces, uno hace el metrado, pero, digamos que, la vista en plano, a veces, puede tener errores. A veces con una vista 3D, es más fácil tener una guía y hacer más fácil el comparativo

E: Yo tenía una entrevista ayer y nos comentaron casi lo mismo que tú dices. O sea, hay ese problema de hardware. A veces no funciona sencillamente el programa. La computadora está a punto de “explotar” si lo quieres utilizar.

S: Claro, me gustaría mucho poder usarlo, porque yo ahora, que todavía estoy por graduarme, la carrera la he llevado más que con cursos con planos 2D, con programas de 3D. O sea, REVIT siento que lo he manejado más que AutoCAD. Entonces, por ejemplo, poder hacer el tema de los metrados, de los pedidos de concreto, tal vez manejarlos a través de un REVIT, se me haría más fácil poder tener un mejor rendimiento si es que se pudiese comparar con lo que tengo en mi 3D. Por ese lado, es una herramienta que, tal vez, sí me gustaría poder implementar más en obra. Porque también es algo que todavía, el BIM, sobre, todo en el país, en el Perú, que todavía falta un poco para que termine de implementarse fuertemente. Ahí hay que hacer un esfuerzo, sobre todo por el tema hardware, que siempre, uno dice: “pucha, por que gastar tanto en una computadora, en equipos”, pero yo creo que sí, al final termina siendo una inversión que da muchos frutos, sobre todo en el tema de productividad y eficiencia.

Entrevista 2:

E: ¿Cuál es tu rol en la organización, o en el proyecto?

S: Yo soy encargada del área de calidad, que es verificar básicamente, en campo, que se cumplan los procedimientos, que limitaciones técnicas, el personal haga los trabajos de acuerdo a los planos y también ver el tema de interferencias entre partidas y la revisión de todos los elementos, de todas las partidas que ellos están trabajando en campo.

E: Podrías describir de qué manera tú colaboras, no en el sentido que tu trabajes, sino en el sentido que todos aporten su conocimiento, que te ayude una persona. ¿De qué manera colaboras con otros actores del proyecto?

S: Por ejemplo, con el personal de campo, siempre verificando que estén cumpliendo los protocolos. Por ejemplo, tengo mis registros de control, tengo protocolos de liberaciones, también los tengo que generar, también reviso todo lo que son acero, concreto, encofrado, instalaciones. En el caso de estar, veo el tema de incompatibilidades, para enviárselas al cliente, para que las solucione, o proponer alternativas para que sean resueltas.

E: ¿Podrías relatar, con el mayor detalle posible, tu experiencia trabajando con BIM o modelación de información de construcción (por ejemplo, modelos en 3D de Revit o Navisworks) en un Entorno Común de Datos o entorno virtual para compartir datos (por ejemplo, BIM360, ProjectWise o Trimble Connect Web) o algo parecido a ello (por ejemplo, un grupo de WhatsApp o Google Drive)?

S: Bueno en realidad no, casi no he tenido experiencia. Recién en este proyecto estamos viendo el tema de los modelos. En el anterior, no se trabajó con BIM y, bueno, en otras obras en las que estuve antes, era un área muy separada y básicamente yo solo veía los planos finales.

E: ¿Podría relatar, con el mayor detalle posible, su experiencia participando en sesiones ICE o algo parecido, como reuniones presenciales grupales con el personal para resolver problemas?

S: Ah claro. Sí, por ejemplo, acá semanalmente tenemos la reunión de capataces, donde se ve no solo el plan de la semana, sino también se puede dar a evaluación, por ejemplo, observaciones que son repetitivas, o también preguntarles qué mejoras ellos ven que se puedan dar en campo.

E: Ahora sí vamos a profundizar un poco más. ¿Puedes relatar, con el mayor detalle posible, tu experiencia de colaboración en planificación, utilizando Lean Construction?

S: Lo más común que he visto es el tema de Last Planner, que sí, normalmente todas las áreas de producción lo manejan. Bueno, en realidad, en casco sí es la etapa en que es más fácil controlarlo. En acabados, donde ya ves más fallas, el modelo no siempre representa lo que tienes en campo, porque, en general, para el avance, ponen lo que es por volumen. El avance es lo que ocupa más tiempo y muestra más avance de obra. En realidad, las entregas, levantar, observaciones es un trabajo más meticuloso, más pensado, y realmente los subcontratistas y los trabajadores ahí se demoran. Sí creo que ahí se requiere bastante del modelo.

E: Y, digamos, está información, en los diferentes actores, ¿cómo impacta?

S: Es una cadena. Sobre todo, en acabados. Si el de pintura se demora, el de papel se demora una semana más, si no sale papel, no puede entrar zócalos, y en verdad se malogra el tren.

E: Pasamos a lo siguiente. ¿Podrías indicar que información o conocimiento te brinda Lean Construction? Que sea de utilidad, pero no para ti, sino para otros actores en el proyecto, para los trabajadores.

S: Bueno, sobre todo para el área productiva. Todo el personal en campo sí es más beneficiado.



E: ¿De qué manera?

S: Porque ya saben que tienen que realizar, en qué orden, incluso la sectorización, les facilita porque ya pueden planificar sus materiales, su personal

E: ¿O sea, después de armar la sectorización, utilizan herramientas Lean?

S: Claro. Parte desde el ingeniero de campo, pero ahí entra la retroalimentación. Por ejemplo, en otra obra, el mismo encofrador nos dio la alternativa de cambiar la sectorización porque había algún detalle de la fachada que tomaba más tiempo. Siguiendo la secuencia del encofrador, si había una mejora.

E: Entonces, utilizar una herramienta Lean te da más confianza.

S: Sí.

E: Podrías relatar una experiencia positiva o negativa que recuerdes, participando en colaboración en planificación. Algo que haya salido mal o algo que haya salido bien.

S: Bueno, experiencias negativas es porque a veces la conexión a la red falla, entonces los planos actualizados no llegan a todos. O siempre hay alguna persona que prefiere tener sus archivos en una carpeta separada, ya sea porque hace su sectorización, o alguna edición, quiere tenerla aparte, pero ahí, con las sectorizaciones es cuando se comparte con todo el equipo.

E: O sea la información no se comparte de la manera más óptima.

S: Claro.

E: Y, por último, ¿hubo alguna métrica que te fue particularmente útil para la planificación colaborativa?

S: Sí, por ejemplo, nosotros sí registramos el tema de los RFI's. Y también ahora estamos implementando el tema de la evaluación de partida, para que ya la empresa, a nivel de gerencia, sepa qué observaciones normalmente tiene cada subcontratista. Entonces, eso ya (permite) planificar si se encuentra en otras obras o no.

E: Tú me estás diciendo para el futuro

S: Sí

E: Y, en cuanto a los RFI's, ¿(hay) algo positivo o negativo con lo que te hayas topado a la hora de la planificación?

S: Generalmente, lo que hemos visto acá es que hay dos escenarios. Cuando es para V\*\*\*, es un poco más rápido porque tú puedes proponer una alternativa, en cambio, cuando son obras para terceros, normalmente, tú tienes que enviarle la consulta, esperar a que te respondan y como que eso te amarra de las manos.

### Entrevista 3:

E: ¿Cuál es su rol en la organización o proyecto?

S: Bueno, yo acá vengo desarrollando el tema de la ingeniería de la oficina técnica. O sea, veo el tema de los costos, de los presupuestos, de la valorización, ratios.

E: ¿De qué maneras, en general, tú colaboras con otros actores del proyecto?

S: Bueno, yo, o sea, mi función principal es justamente eso colaborar con todos los actores del proyecto, porque tanto producción me envía sus requerimientos para poder contratarlos; por ejemplo, con el residente, normalmente veo el tema de los costos, de los presupuestos, tienen que darse las aprobaciones; con lo mismo gerentes también porque ven el resultado del proyecto; con seguridad para qué me notifica cuando los subcontratistas están incumpliendo con esos temas; calidad también, con ellos vemos todas las especificaciones que tiene que cumplir los subcontratistas para poder contratarlos. En general con todas las áreas el tema.

E: ¿Puedes relatar, con el mayor detalle posible, tu experiencia trabajando con BIM o modelación de información de construcción en un Entorno Común de Datos o entorno virtual para compartir datos, o algo parecido a ello?

S: ¿Netamente trabajando? Porque no he desarrollado, yo, no he trabajado un proyecto todavía con el BIM, directamente

E: No necesariamente que tú lo hayas desarrollado, sino que te haya sido útil la información a ti.

S: Pero si, por ejemplo, he visto, en algún momento, me han informado, de que el BIM, o el modelamiento que se puede hacer en un BIM, posiblemente, llegando a una escala, no tengo mucho conocimiento, te puede botar los metrados, y juntando con otro aplicativo, te puede botar inclusive los costos y ver cómo va el tema de los costos. Entonces, me parece que esa información es útil.

E: ¿Podría relatar, con el mayor detalle posible, su experiencia participando en sesiones ICE o algo parecido, como reuniones presenciales grupales con el personal para resolver problemas?

S: Bueno sí, o sea, normalmente cuando nosotros tenemos reuniones, en general, ahora todo es virtual, se aclara muchos puntos, porque están todos los involucrados y se logra, por ejemplo, en mi caso, se logran ver las restricciones en el momento adecuado para poder resolver esa restricción antes y no el último momento con el cual ya nos puedan perjudicar el avance esas cosas.

E: Y es más útil hacer eso que mandar un correo o...

S: Sí, es más útil, porque tienes o sea la interacción directa y se entiende qué es lo que quiere, porque a veces cuando mandas un correo no lo entienden, o sea tal vez quieres otra cosa.

E: Por un tema de comunicación

S: Sí, por un tema de comunicación

E: Vamos a entrar en esta parte que es de planificación colaborativa. Vamos a ir un poco más al detalle. Primero, quiero preguntarte, si puedes relatar, con el mayor detalle posible, su experiencia de colaboración en planificación, utilizando Lean Construction.

S: Por ejemplo, o sea, a mí me parece que, para la planificación, es sumamente importante que tú tengas un orden, como por ejemplo, anticipadamente, cómo van a venir las actividades, o sea, de acuerdo a tu cronograma, entonces, es muy importante, para mí, aplicar las herramientas de los Cinco Porqués, de Poka-yoke porque eso te habla mucho del orden y limpieza, de tus procesos, entonces, yo actualmente en este proyecto no he netamente colaborado en hacerla matriz de adquisiciones, o sea, de acuerdo a cómo iban a venir las actividades, nos hemos tomado cuánto tiempo antes tenemos que tener todo ya subcontratado, cerrado el contrato pago en adelante, yo creo que con eso pasamos.

E: ¿Podrías indicar qué información o conocimiento, que te brinda Lean Construction, o una de estas herramientas que hemos visto, es de utilidad, pero no para ti, sino para otros actores del proyecto (como) personal o subcontratistas?

S: Ya, por ejemplo, en general se utiliza bastante el tema de los Cinco Porqués o el Poka-yoke en campo, más que nada en producción, con el tema de orden y limpieza y tener las cosas en su lugar, o lo más cerca posible, para que ellos puedan ser más productivos o más cumplidos.

E: Te voy a pedir que ahora relates una experiencia positiva o negativa en tu experiencia participando en planificación colaborativa. Algo que haya salido mal o algo que salió muy bien, mejor de lo esperado.

S: Bueno, acá mismo, en el proyecto, nosotros nos hemos anticipado mucho con este tema de la planificación y, gracias a eso, ahorita tenemos un tiempo ganado holgado en la etapa de estructuras, entonces, eso hace que nosotros más adelante, si paso algún riesgo en el proyecto, se pueda aminorar. Pero si tú estás al límite, ya no logras cumplir con el cronograma. Pero acá, como tenemos ciertos días ganados, podemos, tal vez, si es que pasa algún evento que no queremos, se puede tomar esos días ganados y terminar en el plazo.

E: O sea, por ejemplo, en un Lookahead ustedes tienen menos restricciones, una cosa así.

S: Sí, o sea, no, nosotros tenemos en el Lookahead la planificación si bien es cierto cuadrada de acuerdo cómo va a salir cada semana, pero a veces se logra ser más objetivo, entonces, tú vas a terminar en, no sé, un día viernes (y) terminas un día jueves: ya vas ganando ese día. Ese día lo usas si algún otro día te falta.

E: Y, por último, ¿Hubo alguna métrica que le fue particularmente útil para la planificación colaborativa?

S: Sí, por ejemplo, el PPC. El PPC es muy importante, porque tú, con eso, evalúas el porcentaje de cumplimiento que estás teniendo día a día o semana la semana a lo que tú estás proyectando, entonces, en el caso de que no cumplas, o sea, tú evalúas tu PPC toda la semanas y, en el caso de que no se cumple, de que no se logre cumplir o se ve que se está disparando la curva que tú vayas a tener, ves lo que es lo que te está haciendo tener esa distorsión y con eso tratas de mejorar eso, entonces, haces toda la mejora para que todo eso se vaya alineando a lo que tú quieres hacer. Eso se podría decir que fue una herramienta que sí me ayudo.

E: Y en general, en la planificación colaborativa, no sé, de repente tienes alguna observación o alguna anécdota, algo que te haya marcado.

S: Sí, por ejemplo, no en este proyecto, pero en general, en los proyectos donde he estado, a mí me parece que eso de la planificación colaborativa es muy importante, porque tú no solamente hablas con el staff, por ejemplo, sino que pones a ahí en las reuniones en la planificación a las personas netamente involucradas, puede ser maestro de obra, pueden ser los capataces de la subcontratas que van a estar y es bueno que todos estén en la reunión y estén alineados a la meta que tenemos en común todos, y todos en sus apreciaciones, sus puntos de vista, entonces, eso me parece buenazo, porque, a veces, uno por ejemplo, con la producción, puede saber mucho, pero el maestro tiene distintas restricciones y él es el que

está en la cancha si todo el día entonces y es bueno que lo diga qué es lo que está pasando y esa manera mejorar.

E: Como que tienen que alinear los objetivos.

Sí claro, o sea mientras estén todos los involucrados, mientras más involucrados tengas, que estén todos en las reuniones de planificación es bueno porque se logra desarrollar todo de una mejor manera. Eso es en cuanto a mi experiencia. Me pare muy bueno que todos estén. Hay empresas donde no las hacen. Netamente está el staff no está la persona que netamente está metida en lo que es el proyecto. Entonces, ya no hay esa comunicación o no le das. O sea, tú dices. Quedaste en una cosa, pero el maestro no lo sabía porque nunca estuvo en la reunión y hace otra. O sea, desde ahí se empieza mal.

Entrevista 4: No utilizada

Entrevista 5:

E: ¿Cuál es su rol en la organización o en el proyecto?

S: Ahorita, en la organización, soy jefe de producción

E: De manera general, ¿cómo colabora con las otras personas que están en el proyecto?

E: El jefe de producción tiene la condición de marcar el ritmo de la obra conforme a la planificación, conforme a los acontecimientos que vendrán en el futuro de la obra. Usualmente se hacen hitos en el comienzo. Los hitos se van desarrollando en meses, en días, y obviamente hay programaciones para esto: hay programación semanal, programación mensual. Tiene ahí sus factores, ya tienen otros nombres: Lookahead, (no se entiende), hasta el plan diario. Entonces, usualmente, el jefe de producción se encarga de visualizar el detalle de cómo va a ejecutarse cada proceso de la obra, entonces, una vez que tienes esas visualizaciones, la comunicación al resto de partidas, al resto de recursos (instalaciones), al resto de (mano de obra), al resto de cabezas, podría decirse, al resto de líderes de la obra, aunque eventualmente no es una, no debería ser, tal vez, una caracterización, o sea, es como

un tratamiento horizontal. Uno no toma la decisión en base a un mandato, a una teoría. Lo trama lección. Se toma la decisión en base a como la obra, en sí, se envuelve, o la obra, en sí, te devuelve, la decisión que necesitas. O sea, me refiero a que la obra en sí te va a empujar a la dirección donde tú tienes que ir. Y eso es en base a las restricciones, o en base a cualquier, no sé, cualquier proceso que no esté cumpliéndose al cien por cien, te va a desencadenar y cambiar la decisión y cambiar cualquier orden. Más o menos es eso.

E: ¿Puede relatar, con el mayor detalle posible, su experiencia trabajando con BIM o modelación de información de construcción en un Entorno Común de Datos o entorno virtual para compartir datos, o algo parecido a ello?

S: En sí con el Entorno (Común) de Datos, no. O sea, para haber trabajado con el BIM tendría que haberlo manipulado. Pero, más que manipulado, me sirve, a mí, de visualizador. Se podría decir que he trabajado con el Navisworks. Entonces, es como que en vez es manipularlo, porque en sí, manipularlo sí me podría servir para algún tema de ratios, o rendimientos, o para que yo mismo el BIM lo pueda manipular, de tal manera que lo acomode a cómo yo quiero que esté, pero teniendo eso, obviamente, es un tiempo extra para manejarlo conforme algo que no es explícitamente necesario, porque es un tema más visual. O sea, hacer (eso sirve) para mejorar cómo tú vas a mostrar el avance o mostrar tu idea de avance a la red. Entonces, está bien, se puede usar para eso. Nos serviría bastante, sí, porque es mejor entregarte la manzana cortada en cuadraditos chiquitos y digiere mucho, que darte una manzana y decirte “cómela”. Entonces, eso está bien, pero, en el tema netamente de manipulación, sería como visor. Como visor, sí nos ha servido un montón. De hecho, a ver, en (mi) experiencia, te diría que es la segunda obra que estoy. O sea, a nosotros nos entregan el proyecto con el modelado BIM y, a parte, hay un área, que se encarga de recibir nuestras observaciones. Entonces, en el anterior proyecto yo tenía un área BIM también, un encargado que era con el que me comunicaba contantemente a ver el levantamiento de

observaciones y era una guía muy práctica porque me mostraba cómo ellos lo visualizaban: “esto se debe visualizar así, esto se debe visualizar así” y yo, evidentemente, les pasaba el tanto de cómo es que en realidad se encadena a la obra: “está bien, tú lo has visualizado así, pero, para construir eso, primero yo iba a hacer esto antes de esto, entonces tú lo consideras como al revés”. Entonces, ahí los procesos de construcción se pueden visualizar mejor con el BIM, porque ya ves cómo es el terminado, la finalización, y cómo puedes llegar a eso de la mejor manera. Entonces, sí sirve bastante en el tema visual de compatibilizar. Más de compatibilizar, el tema de visual de imaginarse la obra. (Que) al final (sea) el producto final.

E: Y esa visualización, que usted menciona, o las observaciones que se pueden hacer, digamos, esos archivos o esas observaciones, ¿cómo las hace? ¿Por correo, por WhatsApp?

S: Por correo, por correo.

E: No tienen un drive...

S: Debería ser. O sea, sería mucho más práctico. ¿Verdad? Guardarlo en el drive y: “oye mira te lo cargue al drive”, pero me parece que por correo es más incisivo en el tema de que, por ejemplo, te envío el correo, copio a cinco personas, incluido tu jefe, y pasemos al tanto de todos de que: “mira, pasó esto y necesitamos verlo”. Algo así. De que se puede guardar en el drive, se guarda en el drive, como historial de respuesta, y de hecho ellos también lo pueden ver. Después se puede ver para futuras obras, pero me parece que es más incisivo mandarlo por correo para que también sea como, de una manera, “impresionativo”, que presione al otro de que realmente hay algo que tiene que cumplir. Como la obra no puede parar, hay un poco de presión ahí para que lo haga.

E: Como que manda una alerta

S: Sí: “oye mira, hay esto, por favor, es urgente”. Mas o menos, por ese lado, me parece que iría lo del correo.



E: ¿Podría relatar, con el mayor detalle posible, su experiencia participando en sesiones ICE o algo parecido, como reuniones presenciales grupales con el personal para resolver problemas?

S: O sea, como reunión ICE te diría (que) sí he tenido una. O sea, como es para el diseño, podría decirse que es un diseño, pero el ICE es más para el diseño con el contrato IPD, el que tienes que hacer todo colaborativo, juntas al diseñador, juntas al constructor, juntas al cliente, tienes un producto (y) cómo llegas al producto. Más que nada, lo hicimos para la reunión de planificación general de obra al comienzo de la obra, o sea, cuando no hay nada. Cuando no hay nada, es una cita y te dicen: “esta obra, ¿cómo se piensa hacer”, pero de manera macro, pues. (Si) la obra empieza en junio, más o menos hablemos de un enero, un febrero. Esta obra va a empezar acá. ¿Cómo la pensamos hacer? Hay esta restricción, hay esta restricción, hay una municipalidad acá, acá hay que meter ideas, hay que meter plan, hay que meter tiempo, entonces no es un diseño, pero es un diseño de obra, es un diseño de cómo se va a desencadenar la “máquina”. Más que un presupuesto o un pensativo de presupuesto, es un proyectado de qué hay que hacer para que la obra tenga un arranque fijo y un encaminamiento fijo. No algo tan “volado”, no algo tan imaginario. O sea, es algo mucho más concreto, basada en la experiencia. Obviamente está el residente de acá, de allá. Entonces, son varias cabezas pensantes que antes han seguido obra. Y esa es la única que te diría, porque en sí de tema de diseño, sí, (es) bien “complicadito” que nos inviten a nosotros. Que deberían, o debería ir por lo menos un representante de nosotros. De hecho, va el residente, me parece. El residente es el que está constantemente en las reuniones ICE, pero hay un problema ahí. Usualmente, cuando nombras una residente mucho antes del tiempo de ejecución de la obra, tendrías que tener, como, digamos “tú vas a ser residente de esta obra, pero vamos a la reunión ICE”. Como se le imputa mucho antes de netamente darle el inicio y todo eso, entonces como que ese tiempo no está tan reservado para, es como que

reservarte “cupo” para que seas residente de una obra de acá tres meses antes de que empiece. Como que eso no se aplica tanto en la empresa. En la empresa más se aplica el tema de (si) se libera un residente, se cambia de obra, libera, cambia de obra. Entonces, sí puede ser que alguno vaya a la reunión ICE, planifique, todo, el diseño, todo, modele, de las alertas de qué es lo que tiene que gestionarse, qué es lo que tiene que cotizarse y, cuando llega el momento, cambian persona. Entonces, me parece que es lo único, o sea, la única restricción que tienen ese tipo de personas o de reuniones, que cambian al personal cuando ya se está ejecutando la obra.

E: Y, ¿usted que preferiría? ¿hacer una sesión ICE, o trabajarlo, digamos, como hemos comentado ahora, en la nube? ¿Cuál se le acomoda más?

S: La reunión ICE. Comunicarse es básico, o sea, tú lo puedes hacer por correo, lo puedes dejar en la nube, pero, o sea, definitivamente, cuando tú te reúnes, obligas a la otra persona, por más arcaico que parezca, pero obligas a la otra persona a estar ahí presente, a quitarle su tiempo, que es valioso para él, porque el “pata” tiene que, primero, ver su agenda, ver su tiempo, poner a su familia, o sea, hay un montón de cosas que está dejando de lado por estar ahí sentado contigo. Entonces, estar sentado contigo, para el “pata”, tiene que valer la pena. Para alguien, tiene que valer la pena. Para mí, en el sentido de ir y sentarme cinco horas, y resolverte todo lo que podamos resolver, y olvidarnos de ahí, ya para que me preguntes “cositas”, detalles, y ya el resto se puede hacer por correo. Pero, juntarnos mandarnos todo de frente. Para mí sería mucho mejor en persona, definitivamente. En persona más que virtualmente, de verdad.

E: Ahora, bueno, la última parte: planificación colaborativa. ¿Puede relatar su experiencia, con el mayor detalle posible de planificación colaborativa usando Lean, como Last Planner System, trenes de trabajo...?

S: Ya. Tuve dos experiencias en dos ámbitos distintos de mi rubro. Yo antes de ser jefe de producción, era jefe de oficina técnica, que es el que se encarga de los costos, no sé si entrevistaste a C\*, ella se encarga de los costos, presupuestos, valorizaciones, los ratios de obras de costos, las curvas S, la carta balance, o sea números en la computadora. Yo antes trabajaba eso y, hace 3 obras, justo con D\* vino el tema de implementar el sistema de manera que comenzamos a implementar este tema Lean en las obras. Entonces, de ahí fue mi primera experiencia que yo tuve una planificación Lean en una obra, porque antes era pura teoría. O siempre he llevado un montón de cursos, esa “vaina”. Entonces, esa fue la primera vez que pudimos llevar a cabo eso. Hicimos un Last Planner con D\* en la cual, obviamente, el encargado fue D\* y producción, encargado de manejar eso, y yo como jefe de producción, fui invitado. O sea, sí me hicieron parte de y fue muy interesante, porque el ámbito botaba todo el lado: botaba seguridad, producción, botaba oficina, administración, obviamente al residente por la toma de decisiones. Entonces, cada ítem que mirábamos tenía restricción mía, restricción de seguridad. Entonces, como que nos dimos cuenta que esa comunicación, importantísima para todos, se resumía en ordenarnos, ordenar la obra de tal manera que cada paño que avanzábamos, y la restricción la íbamos resolviendo, o la anticipábamos, que es (de lo) que se trata: anticipar la restricción para poder resolver en el momento que la necesites y que no ocurra. Entonces, en todo lo que correspondía a costos comenzamos a anticipar, anticipar, anticipar. De hecho, sí es una limitante la cantidad de gente. Te digo que esa obra fue especial

porque Da\*1 era el asistente de producción, pero D\* no estaba como asistente en sí, o sea D\* era un ingeniero ya, pero lo trajeron como ingeniero de planeamiento, y ninguna de esas obras ha tenido ingeniero de planeamiento, solamente esa obra es la única obra, con excepción, que ha tenido un ingeniero de planeamiento. Y justamente fue por eso, porque salieron bien las cosas, metimos talvez a varios, lo hicimos muy bien. Ya después cuando

me fui a otra obra, ya solo, llegaba como jefe de producción, no puede llegar a repetir tanto lo que hicimos. De hecho, yo sí intenté hacer el Last Planner, lo hicimos con la gente de obra, pero me di cuenta que tiene que haber alguien dedicado exclusivamente a trabajar en eso en la obra. Yo tenía mi asistente y mi asistente se encargaba, obviamente era una practicante, entonces mi asistente primero se encargaba de aprender las cosas, de aprender cómo funciona, cómo se maneja, y después recién podía ayudarme a controlar, podía ayudarme a manejar el tema de Las Planner, ayudar a las contratas. Entonces, más que nada, sí lo manejamos todo, la llevamos la obra, le hicimos un seguimiento, hicimos las reuniones semanales, después hicimos el Last Planner, el Pull Planning, lo tratamos de manejar, pero sí nos faltó bastante para llegar a un verdadero resultado que ejemplifique. Ahora, en esta obra, estamos haciendo las reuniones. No tenemos todavía nuestro cuadro, para hacer el formato del Last Planner, o del Pull Planning, que diga. Pero sí se va a explicar, definitivamente. Tenemos las reuniones. En las reuniones estamos mostrando el PPC, que es el porcentaje completado, y se les trata de explicar: cómo hemos llegado a ese PPC, qué es lo- que estamos haciendo. Alguna vez sí he sentido eso de que un PPC de 80-85% no lo entienden, porque piensan debemos estar en cien por ciento. Como cualquier persona. Porque evidentemente tú sabes que los PPC de 75 para arriba ya son buenos, 75-80-85, entonces, ahí les tratas de explicar: “mira, nuestro PPC es de 89. Es muy bueno, porque, mira, hemos hecho esto, esto, hemos hecho esto. No se ha podido hacer eso porque es un plan y evidentemente pasan cosas en el plan: a veces no viene la máquina, se malogra”. Entonces, es bueno. Luego está, lo que también vamos a implementar es el mapa de responsabilidades, para asignar quién está cumpliendo mejor las indicaciones o las “encomendaturas” de la semana, que también es parte de Lean Construction, que tienes que poner un mapa de responsabilidades. Y una persona que se encarga de eso, y si cumple o no, y eventualmente

poner una lista de quién está cumpliendo mejor algo. Eso es muy bueno también. (A) las personas les encanta bastante la competencia. O sea, a los profesionales. A los profesionales dedicados les importa bastante no quedar mal y hacerlo bien y quedar siempre arriba. Eso es una y, bueno, ya, el resto sí he usado, obviamente hay un Look Ahead, hay un (no se entiende) todo eso. El Last Planner estará, mira, de acá, la siguiente semana desmontamos esto, de acá a un mes ya tenemos una oficina en el primer piso, un “oficinón”, pues, ya está todo coordinado con D\*. Va a haber un Big Room, tiene que haber la sectorización, tiene que haber Last Planner, o sea, todo va a estar ahí cuadrado, porque, a mí, particularmente, (y) D\*, nos gusta trabajar así, obviamente con el esfuerzo adecuado. Ahí es medio complicado, como te digo. De hecho, nos juntamos. De hecho, juntarnos ya es complicado, porque mira, este espacio está un poco corto, pero, igual lo tenemos que hacer, porque te digo, la comunicación es básica. D\* me enseñó esto desde esa obra, cuando lo hicimos así con... también (en) esa obra aplicamos el Last Planner, me acuerdo, desde acabados, y nos fue muy bien en acabados, muy bien, muy bien. De hecho, cuando ellos se fueron, o sea, ya los cambian de obra, yo me quedé como jefe de oficina, obviamente, seguía acompañando, y la que se encargó fue la arquitecta. A la arquitecta le pareció muy interesante porque las contratadas se sentían abocadas a cumplir lo que decía ahí. O sea, antes, se sentían abocadas a mirar lo que había en el campo, pero ya nos fue tan bien y ese programa tan bien, que se sintieron obligadas a cumplir lo que decían ahí. Ponían algo y era su vida ahí, su firma: “eso se hacer por eso, eso se hace por eso”. Te venían y te decían: “pucha, no, no pude de verdad, voy a meter a gente, tengo que hacer dos semanas, tengo que cumplir acá, mira, obstrucción, por acá, veíamos el plano, se sectorizó”.

E: Los comprometía, ¿no?

S: Se comprometían mucho más. Entonces, eso les da seguridad, porque, les brinda como la seguridad de que la obra sí tiene un sentido de a dónde está yendo y sí tiene alguien que lo

controle. Entonces, ellos miran eso y el trabajador mira eso y dice: “Ah sí, acá tengo que hacerlo bien, pucha, si no...”. Salta cuando alguien lo hace mal: “oye, no, qué te pasa” – “no, sí, ya, sí”. Eso les da seguridad. Eso les da bastante seguridad.

E: Y, por último, ¿está tanto de las métricas?

S: Bueno sí. El PPC ya te expliqué. Las causas de no cumplimiento, eso está abocado un poco a calidad. Sí, P\* tiene un cuadro, donde anota alguna parte de lo que son las no conformidades, y otra parte que son las observaciones de obra, algo así. Y hay otra parte que sí es causas de no cumplimiento. (Está) más referido netamente a por qué no se hicieron las cosas. Y, es un tema de calidad, tema de producción, tema (de) logística, tema de ejecución, todo eso. Yo lo anoto y archivo, sí, pero no lo muestro tanto. Siento que, con el PPC, ya mostrándoles el avance, ya les hablo de cómo va la obra. Si les muestro las causas de no cumplimiento sería un tema bien puntual, digamos, si hay una falla muy puntual. Hubo dos veces: falló la perforadora y nos falló eliminación. Entonces, es algo que no tenemos tanto. No están no porque las botamos, sino porque terminaron su periodo. Ya terminó la perforación y terminó la eliminación. Entonces, cuando hay un tema puntual, sí se hace hincapié de quién, eventualmente, ha originado la falla en la semana, pero de una manera bien... es que la idea es no “cargamontonar” a alguien. La idea es mostrar la solución y buscar como él puede levantar esa restricción. De hecho, eso es lo que buscamos siempre. D\*, lo que buscó siempre (fue eso). Hablamos con la empresa de perforación: “oye, hay alguna manera de que tengas una respuesta a la mano, de que puedas traer todo, de que tengas esto, esto...dale vuelta, o sea, sal de la caja, piensa en otra cosa distinta”. Igualito le dije: “hay alguna manera de que tengas una perforadora a la mano, de que tengas un operario, no sé dónde, guardado por ahí, en su casa, no se. Para que cuando pase algo (por ejemplo), se enfermó el operario: medio día sin eliminar, que es un montón de tiempo, se le malogró la máquina, un día sin eliminar, otro montón de tiempo. Entonces, (es para) darle la manera,

darle la alternativa para poder que él resuelva y tener a la mano. Porque, también, a veces, son contratas muy limitativas. O sea: “ya, tengo una máquina para acá, una para allá y una para acá, listo, las mando a las tres”. “Uy, se malogró una, p\* m\*, ya, me j\*. No pues. O sea, necesitas cuatro. Guárdate una para ti, no sé, hazle mantenimiento, réntale a alguien, hazle dar vueltas, alquílala por si acaso, ya, y tráela. La idea era esa. O sea, comentarlo para eso, para buscar la alternativa. No tanto para juzgar por qué lo hicimos. Esa debe ser la idea siempre.

E: Para anticipar una solución.

S: Exactamente, para anticipar. Para prever, más que nada. No para juzgar por qué lo hizo mal. O sea, juzgar lo que hizo mal, eso ya... ya pasó ya. Ese tiempo no va a regresar por más que grites, llores. O sea, en el momento sí, tenso, reniegas, todo, pero pasa, pasa, eso es todo.

Entrevista 6: No utilizada

Entrevista 7:

E: Bueno lo primero sería que describas cuál es tu rol en la organización

S: Yo estoy en este trabajo en teoría como residente que es tipo el encargado de la ejecución del proyecto o sea es una chamba al comienzo operativa cuando estás solo pero luego a medida que se une tu equipo, se van delegando tus misiones. Mi chamba es encargarme ante el cliente indirectamente que se cumplan los objetivos tanto en plasto costo, calidad y seguridad del proyecto. Esto incluye gestiona0, ejecutar programar, calcular, cerciorar revisar y todo sinónimo que te imagines. El tema es que se haga un buen trabajo. Por eso lo resumo así bien fácil. Eso incluye, por ejemplo, en el tema de costos tienes que revisar las inversiones, tienes que revisar los pagos, tienes que revisar que estén bajos los costos, tienes que revisar que se ejecute bien el pago, que estés cumpliendo con lo impuesto, que no excedas los costos, generar ahorros, identificar pérdidas con tiempo, planificación, estar en contacto siempre con el área de campo para ver qué se va a hacer, que no se va a hacer, que

no se debe hacer, que sí se debe hacer, qué es bien programado. Yo pongo la fecha que se tiene que hacer y campo debe lograr lo que yo ponga. Obviamente lo que yo pongo es un meta global y campo tiene el Real y vamos avanzando y viendo cómo llegar a lo que yo puse en el Master plan. Con calidad con P\* vemos todo lo que son planos, todo lo que es revisión, todo lo que es verificar que las cosas estén bien hechas, incompatibilidades, requerimientos de información adicionales. Con C\* llevo el manejo de costos y ahora con M\* el tema de arquitectura, que los acabados, que los planos estén de manera correcta, y con D\* el tema de seguridad, comités, conducta de personal y también hay bastante de recursos humanos. Tienes que velar por la seguridad, que tengan un buen comedor, que se les paguen, que tengan un buen ambiente laboral, etc. En pocas palabras eso es todo.

E: Ahora, ¿De qué manera colaboras con toda esa gente que me has mencionado?

S: Bueno lo hago de manera verbal, lo hago con recursos electrónicos y en persona. Usamos bastante lo que es la nube de datos, usamos bastantes medios de comunicación alternativos, por no decir WhatsApp. Usamos planificaciones, reuniones semanales. Tengo comité cada quincena. Usamos varios medios de comunicación, radios, etc.

E: Ahora, cuéntame, de manera general, tu experiencia trabajando interactuando con BIM y cómo lo usas en un entorno virtual

S: Ya mira BIM yo lo uso bastante en lo que es visualización, o sea yo soy una persona que admite que ver planos 2D no es mi fuerte pero sí me baso bastante en BIM. Me encanta verlo en 3D, me encanta pasear, me encanta visualizar, he sacado metrados y verificar con el BIM porque me permite tener otra visión del proyecto. Aparte, para revisión de incompatibilidades, me permite identificarlas más rápido porque verlo en 3D es más fácil y más sencillo que en 2D.

E: ¿Y cómo manejas eso en un entorno virtual?



S: No hay un cloud-based, no hay un Cloud-Management. Te dan un modelo por oficina, ese modelo se va actualizando a medida que cambian los planos y es con eso que revisamos.

E: Y ese modelo ¿Cómo te lo mandan? ¿Por correo? ¿Por Drive?

S: Me lo mandan por correo y también me mandan el link del Google Drive de planos. No hay un software de Cloud Management. Acá el diseño del proyecto ha sido en 2D y luego a una empresa aparte se le da el 2D y ellos diseñan en 3D. Es un doble trabajo, pero es el trabajo que se hace hoy día en Perú.

E: ¿Cómo lo gestionas?

S: OneDrive

E: ¿Y el tema de las versiones?

S: Ellos me lo actualizan.

E: ¿Has tenido problemas con eso?

S: Bastantes, porque el plano no está bien compatibilizado. Para pasar del 2D al 3D bastantes planos del 2D están mal hechos y ese problema ya se ve en campo. ¿Por qué motivo? porque en la vida real hay planos de planta, planos de corte, el plano de detalle de arquitectura. Los 2 primeros no tienen nada que ver con el tercero, porque el tercero te lo hace el área de arquitectura de la empresa y te cambian todos los puntos de agua, los puntos de luz, todos los puntos de gas en la cocina, etc. O sea que el problema es que entre los planos no hay coherencia, y eso hace que todo se demore. ¿Por qué motivo? porque el peruano tiene la mala costumbre de hacerlo mal y luego decir: “En campo se ve eso”. Quiere decir que ya en campo ya lo revisamos y lanzamos la alerta y ellos tienen que corregir. Ellos tienen que mejorar lo que es el anteproyecto.

E: Ahora, de manera general, cuéntame tu experiencia participando en sesiones ICE.

S: Mira las sesiones ICE se basa en traer a especialistas y resolver las incompatibilidades en un mismo ambiente colaborativo con varias pantallas donde puedan ver todo ¿Correcto? Acá

en la obra nosotros no hacemos así. Como ya no estamos en la etapa de proyecto ya no hacemos sesiones ICE, lo que hacemos es traer a los capataces, le presentamos el BIM y ahí tomamos soluciones de constructabilidad, proceso constructivo, planificación, requerimientos, etc. No sé si se considera ICE, pero sí es una reunión colaborativa que hacemos con el equipo técnico de obra, no con los diseñadores. La etapa de diseño lo ve la oficina principal y ahí sí hacen eso.

E: O sea que en las sesiones ICE la empresa tiene no incluyen gente de obra.

S: No, no se incluye a gente de obra en etapa de anteproyecto y eso va de la mano con los problemas, porque luego hay cosas que no son.

E: Y las reuniones que tienes dices que son con los capataces. ¿Es el único tipo de reunión que tienes?

S: O sea me junto con especialistas entre prelosas, sanitarias, pero no es que nos juntemos en un mismo ambiente, con 2 pantallas, con una agenda etc.

E: Perfecto, ahora pasamos a Lean. ¿Puedes relatar cuál ha sido tu experiencia trabajando y colaborando usando herramientas Lean en planificación?

S: Yo trabajo con Lean bastante. He trabajado con Lean desde el año 2018, me ha ayudado bastante. Me he capacitado y estoy certificado como Lean líder por así decirlo. Uso bastante Lean en mis obras como asistente, como campo, como residente, tanto herramientas como el Last Planner System, la 5S, Kaizen, Just in Time, Gemba Walk, usamos todas las herramientas posibles durante la etapa del proyecto. Me gustaría usar más Set Based Design y Target Value (Design) durante la etapa de anteproyecto, pero no estoy en esa área. Pero en lo que es proyecto, planificación, usamos Last Planner System, Master plan, pull planning, Look Ahead, reuniones semanales y la planificación diaria. Además, controlamos bastante las herramientas y el avance a partir del PPC y las causas de no cumplimiento. Para eso usamos bases de datos y Power BI para poder demostrar cómo va el avance al cliente.

E: ¿Podría indicar qué información o conocimiento que brinda Lean construction es de utilidad para otros actores del proyecto?

S: Por ejemplo, al cliente, con lo que yo uso el Lean podemos identificar cuáles empresas están funcionando mal con las causas de no cumplimiento, vemos cuáles son los subcontratistas que no están cumpliendo, vemos la programación que no está cumpliendo y todo eso sirve para que podamos planificar mejor una siguiente obra, una siguiente fase y cotizar mejor otro proyecto, con otras empresas. O sea, Lean no es solamente dar números, sino también genera una base de datos de lecciones aprendidas, la cual las usaré en mis siguientes proyectos. Después de eso, lo que es el Look Ahead, me sirve para hacer mis pedidos con tiempo, el pull planning, para la comunicación con los maestros, y el Master plan, me sirvió para hacer mi cronograma de adquisiciones, para saber y planificar con tiempo cuando hay que hacer la logística de despacho de materiales, dado que en Perú la mayoría es importada

E: ¿Y qué herramientas en específico han ayudado a otros actores?

S: Bueno, usamos Just in Time para el pedido de las cosas. (Just in Time) evita en lo posible traer cosas que no sirven en el momento, sino cosas que sean útiles en el momento que se despacha para evitar desperdicios, movimientos de personal, etc. Uso lo que es el Kanban, información visual que se usa en obra, y ya lo último estamos implementando QR para ver cómo complementarlo en obra.

E: Ahora, ¿Podrías relatar una experiencia positiva o negativa, o pueden ser las 2, participando en la planificación colaborativa?

S: Bueno lo positivo, yo tengo pocas obras, pero en Lean yo en las reuniones tenía como 10 o 15 capataces. Darles a ellos el poder de la voz y, como ellos son más experimentados, ellos aconsejaron bastantes cosas las cuales hemos implementado en los cuatro proyectos en los que he estado y me ha sido bastante útil en mis obras, ya que a veces los ingenieros no

cuentan con la opinión del personal, a pesar de que ellos tienen bastantes buenas ideas y una buena lección es siempre tomarlas en cuenta. A más reuniones y más consejos por parte de ellos, mejor saldrá el proyecto. Como ingeniero nuestra chamba es hacer el liderazgo y que las opiniones vayan con el objetivo del proyecto, pero nunca falta un detalle o análisis que ellos nos pueden ayudar para hacerlo mejor.

E: ¿Y una mala experiencia?

S: Me tocaron capataces que no entendieron, que son recios, también ingenieros que son recios, es decir, se niegan a aprender cosas nuevas o innovar, pero lo bueno es que la experiencia y los resultados hablan por sí solos, y estamos con buenos números así que vamos bien.

E: ¿Qué métrica, como las que mencionaste, puede ser útil para la planificación colaborativa?

S: Bueno el tema de PPC con Pol lo hacemos todas las semanas, tenemos el objetivo de estar por encima de 85% ahorita nos encontramos en el 89- 90%. El plan nos permite ver en qué semanas hemos fallado y poder controlar el avance de la obra. Yo uso PPC hace varios años, hasta les pongo a los clientes porque, cómo se dice, lo que se puede controlar se puede medir, y lo que se puede medir se puede mejorar. Y bueno las causas de no cumplimiento me sirve para generar lecciones aprendidas tanto como contratistas programación etcétera para futuros proyectos.

#### Entrevista 8:

E: ¿Podrías explicarme cuál es tu rol en la organización del proyecto?

S: Ya bueno yo aquí recién acabo de entrar esta semana. Lo que tenemos que hacer es anticiparnos o evitar algunos errores de campo. Ahorita, por ejemplo, es súper importante compatibilizar el tema de arquitectura con las demás especialidades. Aquí estamos usando muro Max, es un nuevo sistema constructivo que usa Tecnopor, unas mallas electro soldadas

y sobre eso el mortero y luego el tarrajeo. Entonces acá estamos estandarizando 3 espesores que son de 10, 12 y 14, y ponte que yo reviso los planos y encuentro un muro de 15 entonces eso no es posible porque estamos trabajando máximo con 14. Entonces tú tienes que ver, a nivel de arquitectura, que ese centímetro hacia qué ambiente ganarlo o cómo lo disimulas. Por ejemplo, si tengo una estructura de 15 y luego viene mi muro de 14, voy a tener un hilito de 1 cm que muchas veces en arquitectura no se quiere, entonces ver si es que ahí se va a tarrajar para alinearse o se va a ganar de repente ese centímetro que muchas veces en campo nos falta. Entonces son varias cosas de compatibilizar, por ejemplo, hemos encontrado muros en arquitectura de 7 que no existen, entonces sería ponerle 10, pero a qué le ganamos, a qué le quitamos esos 3 cm, qué está faltando. Cosas así que tienes que pensarlas antes para que en campo no te pasen esas cosas porque luego estás pensando tengo que bajarme esto, tengo que picar acá, y esas cosas no deben suceder.

E: Ahora, ¿De qué manera tú colaboras con otros actores del proyecto?

S: Aquí la comunicación y la coordinación es básica, ya sea entre el equipo del Staff y con otros contratistas, hablar un montón, full comunicación con los técnicos, porque ellos son los que te orientan, te dan las especificaciones técnicas, igual con los contratistas. Igual eso es lo que te permite que en planos este plasmado lo que realmente se va a ejecutar y reduciendo ese margen de error que muchas veces en obra siempre va a haber un margen de error, pero hay que reducirlo al máximo para que no suceda.

E: O sea muchas veces se trata de pedir información.

S: Tal cual, o sea si yo veo mi plano y veo que mi hermano es 1 metro y mi marcó ese 15 voy y le digo pásame la ficha técnica porque necesito ver que eso realmente se cumpla. Desde aquí hasta se puede decir griferías, aparatos sanitarios, absolutamente todo. Tiene que ser con ficha técnica. Intercambio de información todo el tiempo.

E: ¿Tienes alguna experiencia trabajando con lo que es BIM?

S: No, no lo he trabajado.

E: Y, por ejemplo, cuando recibes tus planos, ¿Lo haces en un medio virtual?, como por ejemplo Google Drive o OneDrive, correos, WhatsApp.

S: Sí, básicamente todo lo que has mencionado los usamos. Depende de cuál sea la importancia y el momento. O sea, si te tengo que enviar algo por WhatsApp te lo envío, o sea depende del momento, qué tan urgente sea.

E: ¿Sueles encontrar algún problema con eso?

S: No, la verdad sí me acopló bastante bien. La nube te ayuda un montón, todo lo tienes momentáneo. No he encontrado ningún problema.

E: ¿Y con el tema de las versiones, las actualizaciones?

S: Por ahí que sí, como que actualizar las versiones y mantener un orden sobre eso para que todo vaya bien alineado sí, pero para eso es básico tener un orden y una organización dentro de tu nube.

E: De manera general no has tenido problemas trabajando en un entorno virtual

S: No

E: Bueno, alguna vez has tenido experiencia participando en una sesión ICE.

S: No, no he participado

E: ¿Y algún otro tipo de reunión en donde se junten varios involucrados?

S: Bueno usualmente lo que se hace en obra es tener una reunión donde compartes información con los demás contratistas, te reúnes y en base a eso haces tu programación, el tema de llegadas de pedidos, cómo se va haciendo el avance. Eso te jala todo lo demás, sí tu pedido llega tal cosa, cómo va a ser el avance progresivo, cómo termina tal partida y así con todas las partidas.

E: Entonces te reúnes con contratistas.

S: Con todo el equipo, con contratistas, con tus proveedores, entonces hay un encargado de cada proveedor en obra y con ellos conversas lo que, por ejemplo, qué no me llegó, esto por qué no me llega, si hay problemas de producción, si hay problemas de flete, muchas cosas son importadas. Entonces eso también tiene que estar como que previsto en tu programación y, desde ahí, ya reducir ese margen de error que te comento viene desde la importación, producción hasta la ejecución e instalación.

E: O sea que cuando te reúnes interactúas más con proveedores.

S: Sí un montón, porque ellos son mis contratistas que me dan mis griferías, mis pisos mi enchape, etc. Entonces depende de eso coordinar primero qué cotizó, si esto lo tienes en stock o no lo tienes en stock y si no lo tienes cuándo va a llegar, si es importado cuánto tiempo te toma la importación. Muchas veces te dicen, por ejemplo, 15 días, pero no es lo real. Entonces tú le das un par de días para que luego no corra tu programación.

E: ¿Y alguna vez cuando te has reunido has preferido hacerlo de manera virtual o asíncrona?

S: Totalmente. Yo soy de las que piensa de que presencialmente te permite un tipo de comunicación y cercanía con tu equipo que muchas veces no te lo da virtualmente. O sea, puede ser que después de esa reunión que tengas en tu programación, el seguimiento puede ser virtualmente, vía online, vía telefónica, vía correo, etc. Pero el tema de programación siempre es importante esa cercanía frente a frente presencialmente.

E: Es decir el seguimiento virtual y la programación presencial.

S: Sí, normalmente lo que se trabaja es que tenemos un encargado para cada partida aquí en obra y con ese encargado es con lo que tu programas, consultas por qué no llegó esto, cuándo va a llegar, si hay retraso en producción, que te den las fechas exactas de producción, cuánto tiempo toma producir esto y porque te toma ese tiempo.

E: ¿Tienes alguna experiencia trabajando con Lean?

S: Sí, nosotros lo que hacemos es justamente lo que te ayuda a que seas más eficiente y aprovechar al máximo para que produzcas. Bueno, por ejemplo, tal partida se demoró, pero por eso tu producción no debe parar, entonces debes seguir de alguna forma. También era de la mano con la programación. Es como que una cosa te jala a otra, es como una cadena. Si tú no programas bien, algo está pasando. De seguro puede ser un problema de comunicación o es un problema de producción, puede haber múltiples causas de por qué no está funcionando. Pero la idea es que tú lo soluciones inmediato, es decir, detectas el problema y eso ya no debería pasar. Entonces sabes cómo atacar la siguiente vez que puede pasar algo similar. O sea, te adelantas y eso ya no debería pasar porque ya sabes qué es lo que pasó.

E: O sea tu experiencia con Lean te dice que te ayuda en eficiencia y para prever problemas

S: Totalmente

E: ¿Y tienes alguna experiencia más puntual de cómo has usado Lean para la planificación colaborativa?

S: Hubo un tema en una obra pasada con los marcos de ventana. Algunos llegaron defectuosos y otros se dañaron en obra por un tema de obra. Básicamente ahí lo que pasó es que esos marcos eran importados. Entonces había como que 15 vías sin contemplar dentro del nuevo acarreo de los marcos. Entonces eso nos pasó en la primera torre digamos. Entonces eso que ya sabíamos que nos había pasado en la primera torre no debía pasar en la segunda torre y ahí es donde nos anticipamos con el mapeo de cuál estaba en buen estado, cuáles estaban en mal estado, cuál se tenía que cambiar, cuál se podía pasar de repente a vista del propietario. Eso por ejemplo es un ejemplo puntual de lo que no debería pasar y cómo atacamos y planificamos en la segunda torre.

E: ¿Y cómo crees que Lean construction pueda ser de utilidad para otros actores del proyecto?



S: Bueno yo sé que el tema del Lean ayuda a todos, no sólo arquitectura sino a la ingeniería, a la comunicación con el Staff, absolutamente a todos los campos puede ayudar, porque es comunicación, planificar, programación, etc. Entonces no solamente a nivel arquitectónico, qué es una más de las especialidades, pero en general. Yo creo que es básico.

E: Me has hablado de proveedores anteriormente. Por ejemplo, ¿Cómo crees que una herramienta de Lean ha ayudado a un proveedor?

S: No sé si ellos trabajan con esa filosofía, pero a partir de nuestras reuniones, a partir de cómo nosotros hemos manejado y hemos usado la herramienta, ellos también han podido prever esos temas. Incluso en su despacho como que reducir esos materiales defectuosos, es como que, por ejemplo, yo sé que esto me lo van a observar, y que luego yo voy a tener que contemplar 15 días más que probablemente me van a significar pérdida. Entonces dicen ya no les voy a enviar, voy a esperar que llegue el material que no me afecta, que no tengan fallas, y, ahí, dentro de los 15 días, ya no los pongo como pérdida, ni yo asumo el flete, ni yo asumo el gasto de importación. Entonces creo que en ese sentido si ellos han podido aplicarlo también.

E: ¿Tienes alguna experiencia negativa usando Lean?

S: No, creo que ese proceso de poder adaptarse a la metodología, pero creo que sí es una herramienta que debe ser incorporada en las obras.

E: Entonces el problema sería la adaptación

S: Claro, y no solamente de tu parte, sino que para que esto funcione tú tienes que estar en comunicación con tu equipo. Muchas veces no todo el equipo la maneja o es parte del proceso de adaptación a la herramienta. Entonces eso puede ser algo progresivo, pero una vez todos llegan a esta comunicación, que llegan a entenderse, ya es algo positivo. Al inicio tú puedes programar y puede que una contrata no te entienda, y no llega a las fechas porque

simplemente no te entendió, pero una vez se llega a esta comunicación al 100%, este va a ser eficiente y va a producir

E: ¿Tienes conocimiento acerca de alguna métrica Lean, como, por ejemplo, porcentaje de plan cumplido o causas de no cumplimiento?

S: Sí. Por ejemplo, en cada una de las reuniones que teníamos con los contratistas siempre preguntamos por qué no se llegó a tal cosa. Ya lo que te comentaba de encontrar la causa y asegurar que eso no debería volver a pasar. Entonces tú al detectar la causa ya te puedes anticipar, o sea tienes una lista de los por qué pueden hacer que no estes llegando a la meta y una vez tú tengas esa lista y ya lo tienes mapeado sabes cómo anticiparte antes de esa fecha. Eso es lo que hacíamos en las reuniones siempre, es decir, hubo un retraso por producción o por, de repente, mi personal o por el tema de fletes. Una vez tengas esa lista mapeada y tengas todas las opciones del por qué no podrías llegar a las metas, tienes que anticiparte en cada una de estas. Si sabes que la próxima semana va a llegar algo tienes que decir ok tengo a la gente acá que lo descargue, tengo la gente para que lo instale, tengo los permisos para que ingrese, tengo los accesorios que necesita para que ya se instalen, o sea, todo lo que tú necesitas para que esto se lleve a cabo tienes que anticiparlo.

E: O sea la métrica que conoces fue de causa de no cumplimiento, ¿Hay alguna adicional?

S: Sí conozco otras, pero lo que más he usado en campo ha sido causas de no cumplimiento.

La más útil.

#### Entrevista 9:

E: ¿Podrías explicarme cuál es tu rol en la organización del proyecto?

S: Yo soy encargada de encofrados, veo que todo esté organizado, que no falte nada en todo sentido, requerimientos, que necesitamos, tanto de material, equipos, ver las cuadrillas, valorizaciones y de todo un poco.

E: ¿Podrías escribir de qué manera colaboras con otros involucrados del proyecto?

S: En el proyecto siempre hablamos con el ingeniero de campo en lo que es programaciones, tanto cómo la llegada de materiales y cómo nos organizamos en campo. Con el jefe de SSOMA vemos el ingreso de personal, la comunicación que hay entre yo que represento a la subcontrata y ellos que son campo.

E: ¿De qué forma?

S: Informalmente por WhatsApp y formalmente por correo

E: ¿Tienes algún tipo de experiencia trabajando en BIM?

S: No

E: ¿A la hora de trabajar con la información utilizas algún tipo de nube ya sea Google Drive, OneDrive o correos?

S: Únicamente correos.

E: ¿Alguna vez has tenido problemas utilizando los correos?

S: No, no he tenido problemas.

E: Me dices que no conoces el término ICE, se puede decir que son reuniones. ¿Has participado en reuniones con varios involucrados? Si es así, ¿Cuál ha sido tu experiencia en esas reuniones?

S: Claro lo que es producción normalmente. Las reuniones las hace el ingeniero de campo y ve todo lo que es la programación, lo programado y también se ven los por qué no se ha llegado a la meta y se llega a la razón. Todo eso es un proceso y al final de la semana vemos el avance, si es que se ha llegado a un 100 – 80% dependiendo de las actividades que se han logrado realizar.

E: Y en esas reuniones, ¿Alguna vez has pensado que hubiese sido más útil hacerlo de manera virtual?

S: En mi opinión yo creo que es mejor el poder vernos, interactuar. He visto en otras obras que tienen reuniones virtuales, pero siempre uno habla más que otro. No hay esa interacción cómo es estar así en contacto.

E: Se podría decir que en el entorno físico hay más involucramiento.

S: Sí

E: ¿Tienes conocimiento de lo que es Lean? Cuéntame de manera general cuál ha sido tu experiencia trabajando con herramientas Lean.

S: Siempre he sido participe en las reuniones y veíamos lo que es el Lookahead y eso tenía como varias etapas y también ahí se involucraba el tren de actividades, lo planeado, lo que se cumplió, por qué no se cumplió, el avance en el porcentaje y lo que se va planificar para la siguiente semana.

E: Cuéntame alguna experiencia puntual positiva o negativa usando herramientas Lean

S: Bueno todo es positivo, te presentan cómo ha sido el transcurso de la semana y todos los procedimientos. Te aclara el porqué de todas las cosas

E: ¿Qué métrica Lean, como PPC o causas de no cumplimiento, te parece más útil?

S: Veo importante los 2. En causas de no cumplimiento ves la razón, el motivo por el cual no se pudo hacer tal actividad, y en lo posterior se tiene que mejorar. Lo que es los porcentajes (de plan cumplido) más que todo es un número, un número que nos dice ya 70 - 80% pero a las finales en concreto ya sabemos qué actividades se han cumplido o no se han cumplido, y para mí ese número en lo personal no representa mucho. También me parece útil el análisis de restricciones.

#### Entrevista 10:

E: ¿Podrías contarme cuál es tu rol en la organización del proyecto?

S: Nosotros diseñamos la estructura del proyecto, nuestra especialidad es el diseño estructural y bueno gestionamos todo el desarrollo que tenga que ver con la estructura, o sea

somos parte del equipo que desarrolla el proyecto. Hay otras especialidades como eléctricas, sanitarias, mecánicas, la arquitectura y bueno nosotros hacemos la parte de estructuras. La constructora ha elegido a todos los especialistas salvo al arquitecto, según tengo entendido, que lo puso la inmobiliaria. Bueno la constructora en este caso es lo que se encarga de coordinar con los especialistas con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto, sobre todo en cuanto a costos, calidad y todo ese tema. Entonces nosotros como te digo nuevamente somos los especialistas en estructuras, solo vemos estructuras. De hecho, que ves otras especialidades para coordinar y entender esos requerimientos.

E: Con lo último que dijiste viene la otra pregunta, ¿De qué manera colaboras con otros involucrados en el proyecto?

S: Bueno nosotros, por lo menos como empresa, tratamos de no seguirnos solo a nuestra especialidad. Entonces muchas veces las soluciones o las consultas no son por un problema estructural. No sé a veces te dicen: “Necesitamos abrir un vano en tal sitio o necesito reducir la placa”. Entonces la consulta viene muy sesgada hacia una especialidad tal vez. Pero lo que tratamos de hacer nosotros es entender cuál es el problema, o preguntarle a la persona que tenga la consulta es lo que necesita solucionar, y bueno con la experiencia uno llega a cierta noción de otras especialidades y se sabe más o menos qué es lo que se puede hacer y qué no se puede hacer. Bueno también en función de criterios, o sea nadie le va a pedir algo descabellado a un especialista. Entonces la idea es tratar de solucionar el problema por más que no sea de una especialidad y bueno así también las reuniones colaborativas que se puedan tener se hace más amenas y son más rápidas de solucionar. Bueno nosotros siempre estamos dispuestos o abiertos a solucionar el problema, porque mientras más trabas pongas más se demora también y el proyecto no avanza. Entonces la idea es destrabar y seguir avanzando para cerrar el proyecto, porque a veces no puede cerrar nuestro proyecto por

temas de otras especialidades. También aprendes qué cosas se pueden hacer, qué no se puede hacer en otras especialidades.

E: Vamos a pasar el punto de entorno común de datos, como, por ejemplo, BIM 360, Trimble Connect, ProjectWise, ¿Tienes alguna experiencia trabajando con BIM en un entorno común de datos? ¿Cómo ha sido tu experiencia?

S: Bueno por lo menos este proyecto que estamos haciendo con D\*, cada especialidad lanza su proyecto y ellos se encargan de compatibilizar lo que hace en el modelo. No es que cada especialidad trabaje en paralelo el modelo por así decirlo. No existe ese nivel de entorno. Ahorita lo que se tiene es que cada uno lanza su especialidad y ellos levantan el modelo, y luego salen las incompatibilidades y ese tipo de cosas. O sea, te lanzan reportes BIM y tu absuelves las consulta o bueno absuelves las dudas.

E: ¿Has tenido una experiencia trabajando en un entorno común?

S: No, y la verdad no he escuchado de muchas empresas que hagan eso.

E: ¿Y alguna especie de nube, como, por ejemplo, Google Drive, enviando documentos más o menos y siguiendo esa dinámica?

S: Eso sí, como proyectista tienes que acomodarte a la necesidad de cada cliente por así decirlo. O sea, al final de cuentas somos una empresa. Entonces hay muchos clientes que son reacios y están acostumbrados a trabajar de una forma, digámosle convencional, a la antigua. Están acostumbrados a hacer sus reuniones, a coordinar todo sobre la mesa, a estar todos juntos. Empresas un poco más grandes, como V\*, lanzan también sus reuniones, sus reuniones ICE, también coordinan directamente con cada especialista, hace su modelo BIM. Pero también te lanza su acceso a las carpetas. Ellos trabajan con el drive de Microsoft (OneDrive). Bueno, es así, te mandan el link y te descargas toda la especialidad. Por ejemplo, con sanitarias normalmente, necesitas los detalles del rebose, de las cosas de succión, que dependen de cada especialista, pero necesitan acero, colocar los refuerzos. Entonces te

envían el link y ya tienes los planos de sanitarias y en función a eso haces lo que te corresponde. Pero, en cuanto al acceso a la plataforma, los que tienen la capacidad de subir o bajar archivos, sólo son, en este caso, V\*. Lo que pasa es que se genera un desorden si es que le dejas a que todo el mundo pueda subir o bajar archivos. Lo que hacen normalmente es que todo se centraliza en ellos y ellos suben la información, las últimas versiones de los archivos.

E: Entonces, el flujo más o menos es a ustedes a ellos y ellos lo organizan se podría decir.

S: Exacto. Pero nosotros no lo subimos, quienes lo suben son ellos. Nosotros le enviamos por correo el archivo y ellos lo suben, y luego el link nos lo pasan a todos los especialistas para que puedan descargar el resto de especialidades.

E: En ese proceso que tú mencionas, mencióname cuáles son ventajas y desventajas.

S: Ventajas y desventajas. Bueno la ventaja principal es que tienes acceso a todas las especialidades y bueno la última versión de los planos. Otra ventaja podría ser y que se mantiene actualizado, o sea la actualización es inmediata. Apenas suben el archivo tu ya tienes el acceso a la otra especialidad. De repente eso también es otra desventaja, o sea, como la actualización es tan rápida, puedes haber trabajado con la versión anterior y de repente ya actualizaron la última versión. Bueno eso sería todo, la facilidad de tener la información, no necesitas hacer mucho ni comunicarse con nadie tal vez como para tener el acceso o la información que necesitas. La desventaja es de tenerla desactualizada y que trabajes con planos que no son los últimos.

E: ¿Conoces lo que son métricas VDC?

S: No, no conozco métricas

E: Pasamos a la siguiente pregunta, ¿Hubo algún momento en que hubieras preferido, por ejemplo, cuando es trabajo de manera virtual, que habrías preferido realizarlo de manera presencial o sincrónica? Resolverlo en una sesión ICE en vez de trabajarlo en OneDrive

S: ¿Presencial te refieres a ir a tener contacto directo no? Bueno la verdad es que tener reuniones físicas, la verdad que no son muy productivas y pierdes mucho tiempo movilizándote. Bueno salvo alguna visita obra que sí sea necesario, pero para ejecución del proyecto no la veo. Es más cuando tienes esas reuniones ICE y cuando coordinas con todos los especialistas, y es un proyecto muy grande, se vuelve un poco tediosa por así decirlo y muy larga, porque existen mil observaciones y de las cuales de repente tienes un 10%. Entonces vas a estar el 10% de la reunión hablando y el otro 90% no vas a poder estar haciendo más que escuchando y no haciendo nada. Bueno antes pasaba mucho, sobre todo eran reuniones así de centros comerciales donde se reunían físicamente y estabas con todos los especialistas y estaban horas. Había reuniones de hasta de 6 horas y o sea ya ahí aprendes y no te queda otra que ponerle buena cara y aprender de otras especialidades, porque de tu especialidad había muy pocas, pero tenías que quedarte ahí porque algunos creen que es la mejor manera de solucionar, pero yo particularmente creo que lo mejor es coordinar directo. O sea, ser clásico, reuniones un poco más chicas en el que el trato es un poco más directo con el especialista en cuestión.

E: Perfecto, ahora que hemos soldado de ICE, me gustaría que relaté más acerca de tu experiencia.

S: Bueno como te digo yo soy pro coordinar, pero soy pro proactividad del especialista. Yo sé que no todos son así o que tal vez muy pocos son así, pero yo prefiero ir directos. O sea, si no se algo, yo tengo alguna duda sobre algo, prefiero ir y consultarlo directamente con el otro especialista o con la persona involucrada o con el área involucrada. Entonces eso para nosotros tal vez hace que una reunión ICE parezca un poco improductiva, porque tal vez las observaciones que puedan llegarnos no necesitamos tener la reunión ICE para resolverla, porque si necesitamos preguntarle algo a otro especialista sencillamente nos conectamos directamente con él. Pero entiendo que no funciona así en todos los casos. Sabemos muchos



casos donde tú tienes que presionar al especialista, qué hago con esto, cómo lo resuelvo, o sea no te arreglan el problema. Entonces para esos casos no hay nada mejor como centrarlo en una sesión ICE y que te absuelvan todas las consultas. Entonces, en la experiencia que he tenido, las reuniones ICE si suelen resolver todas las consultas, dudas o incompatibilidades que pueda haber en el proyecto, la gran mayoría, porque siempre se te escapan cosas. Creo que es imposible que un proyecto llegue al 100% compatibilizado a obra, pero si te ayuda, y sobre todo cuando ya tienes tu modelo desarrollado y bien hehecito. Entonces te ayuda a levantar bastantes incompatibilidades. Bueno y coordinas con todas las especialidades, pero como te digo en nuestro caso particularmente yo prefiero tener el contacto directo con el especialista por un tema de proactividad, de hacerlo más rápido y mejor.

E: Claro, o sea un beneficio se podría decir que es que efectivamente se resuelven las cosas, pero no hay mucha proactividad.

S: Algo así, exacto. O sea, la función de eso (La sesión ICE) tú tengas a todos los involucrados, que todos los stakeholders están ahí sentados y si tienes una consulta de algo que involucra dos especialidades ahí las puedes resolver porque están los dos involucrados, o los tres, a veces tienes temas entre tres especialidades, que se te cruza el ducto con la montante y la viga, entonces ya tienes a los tres y sabes vas a poder solucionarlos sí o sí en esa reunión.

E: Y en este caso de ICE, en las que has participado, ¿Han usado métricas como las que mencioné?

S: Mira, las secciones ICE que hemos tenido siempre han sido antes de obra, o sea en etapa de desarrollo del proyecto. Nunca he tenido una reunión ICE durante el desarrollo de obra. Entonces nuevamente el tema de RFIs viene en una etapa de obra. Lo que sí he visto alguna vez es la cantidad de observaciones, cantidad de observaciones resueltas cantidad de

observaciones pendientes o cantidad de observaciones nuevas o consultas. Entonces, entiendo a que a eso te refieres con métricas.

E: Claro, un indicador algo así.

S: Entonces nosotros normalmente tratamos de absorber las consultas. Al principio tratar de que no se generen muchas consultas, tratar de crear planos que sean bastante detallados, que sean entendibles y que sean compatibles entre sí, sobre todo. Entonces normalmente las consultas que llegan son interferencias con otras especialidades, que también con la experiencia ya sabes más o menos cómo funcionan las otras especialidades, ya sabes qué darles libre, sabes por dónde van a pasar las tuberías, sabes qué altura necesitan. Entonces ya sabes más o menos por dónde pueden ir las consultas. Entonces en cuanto a esas métricas de la cantidad de consultas tratamos de que sea la menor cantidad posible, o sea el indicador que te da que sea lo menos posible y tratar de que, también hay un indicador de la observación no levantada, que sea casi cero. Siempre que te envían un reporte tratar de resolver todas las consultas que te involucran como especialista.

E: Perfecto. Para finalizar con el último punto. ¿Tienes experiencia trabajando, colaborando usando alguna metodología, herramienta Lean?

S: O sea esos son temas casi netamente de obra, porque es Lean construction. Bueno Lean lo usan todos, porque es un invento Toyota. Particularmente en cuanto a proyectos, en la etapa de anteproyecto nunca he escuchado que se utilice. En el diseño no, pero si tengo un montón de amigos constructores y ahí escuchaba los términos Just In Time, Last Planner, pero nunca (lo hemos aplicado). O sea, nosotros somos los proyectistas.

#### Entrevista 11:

E: ¿Cuál es tu rol en la organización?

S: Bueno, yo soy analista VDC (y) BIM, pero mi rol más que nada es coordinar el desarrollo de los proyectos desde el inicio de la cabida hasta la entrega del expediente de obra.

E: ¿Y de qué manera colaboras con los otros actores del proyecto, con los otros profesionales?

S: Bueno, en realidad, me relaciono con todos, o sea, veo desde, por ejemplo, el jefe de proyecto, hasta, bueno, los especialistas que desarrollan las, valga la redundancia, especialidades de los proyectos. Por ejemplo, también me relaciono con la inmobiliaria para ver mejoras en el presupuesto Bueno, en realidad, me contacto con cualquier persona que forme parte del proyecto. La verdad que hablo con todos.

E: ¿Podrías relatar, con el mayor detalle posible, tu experiencia trabajando con BIM o modelación de información de construcción (por ejemplo, modelos en 3D de Revit o Navisworks) en un Entorno Común de Datos o entorno virtual para compartir datos (por ejemplo, BIM360, ProjectWise o Trimble Connect Web) o algo parecido a ello (por ejemplo, un grupo de WhatsApp o Google Drive)?

S: Bueno, con las empresas que hemos trabajado el BIM, por ejemplo, un primer envío vendría a ser, por ejemplo, arquitectura o estructuras, y lo guardan en el Google Drive, y yo eso lo guardo, lo descargo, lo reviso, lo trabajo con los especialistas, algunas cosas las edito, me pueden colocar una incompatibilidad del BIM, que en teoría es para estructuras, pero yo le reviso y digo: “No, en realidad esto es para arquitectura”. Entonces, yo lo voy a editando. Luego, de ahí les reenvío estos Excel que me mandan con las incompatibilidades, etcétera, y ellos se encargan de, bueno, levantarlo en el BIM y de ahí me vuelven a responder esas incompatibilidades, ese mismo Excel. Sí, hasta ahora hemos trabajado bien con el Google Drive. En realidad, porque me da chance de ver y me da chance de guardar todos los entregables y también ver qué es lo que le mandé para ver si es que “oye, si no modeló esto, esto ya estaba en los planos que le envié”, y así.

E: Claro, y ¿este intercambio de información que tú me dices es generado, digamos, persona a persona, o hay una especie de gestor o administrador?

S: No, o sea, me lo envía la persona con la que estoy coordinando el BIM directamente. Me lo envía a mí y, bueno, yo lo descargo.

E: Ahora, quisiera que puedas relatar tu experiencia en un trabajo de un trabajo colaborativo, relacionado a la producción de información, que puede ser, me has mencionado ahora la revisión, o el mismo modelado, en el que tu hayas sido responsable.

S: Siempre, de todas maneras, tengo que revisar los Excel que me envían porque siempre hay alguna observación que está dirigida a una especialidad y en realidad esa otra. Pero igual, se trabaja bien. O sea, la mayoría de cosas que me envían, la mayoría de incompatibilidades que me envían, perdón, sí corresponden las especialidades donde se están observando. Pero igual, sí hay que revisarlo.

E: Claro, y ahora tú me mencionas que hay ventajas y... ¿por ahí (hay) alguna desventaja que le veas al uso de estas plataformas?

S: Por ahí que lo envíen... bueno, es que nada es perfecto, entonces a desventaja podría ser, pues, que lo tienes que estar revisando, pero en realidad, pues, es parte del trabajo. (Es) muy difícil que tú tercerices algo, por decirlo así, en este caso el BIM y que te lo entreguen perfecto, pues, el Excel con las incompatibilidades y creo que en cualquier en cualquier trabajo, no sólo en BIM.

E: ¿Qué prefieres trabajar, digamos, con esta plataforma, de manera sincrónica, o en una sesión ICE, que es sincrónica?

S: Bueno, en realidad trabajamos con ambas, o sea, recibimos nosotros las incompatibilidades, pero también para, por ejemplo, una edificación, por ejemplo, en la zona más complicada: el cuarto de bombas, ahí sí siempre tenemos una sesión ICE, porque es la manera en que más rápido se va a resolver todo el cruce de especialidades en un área tan chiquita y con tan poca altura. Entonces, en realidad, siempre hacemos las sesiones ICE.

E: Por lo que me estás diciendo, entonces, ¿depende de la complejidad?

S: No, en general siempre las hacemos. Así sean muy complejas las incompatibilidades de una zona, por ejemplo, la del cuarto de bombas, o así sea algo suave que ver, siempre las realizamos, pero sí sólo las realizamos del último sótano, o sea del cuarto de bombas. Nunca las realizamos de departamentos, o de las áreas comunes de los edificios. Siempre desde esa zona en particular.

E: Y a modo personal, ¿con cuál te sientes más cómoda?

S: No, en realidad me parece que las dos tienen su beneficio, porque la sesión ICE permite, pues, de que todos estén juntos, o sea, que todos los especialistas estén, reunidos revisando y diciendo: “oye, esto puede ir arriba, esto puede ir abajo, esto puede ir a la izquierda, etcétera”. Y la otra también es para costos un poco más de menor impacto. Entonces, también sirve, pues, que lo revisen por su cuenta, porque reunirnos para ver, no sé qué, un tomacorriente que está cruzándose con una placa, es, como, para ellos, perder tiempo. Lo pueden mover por su cuenta. Entonces, en realidad, las dos.

E: Ahora nos metemos más en la parte de ICE. Quisiera que me cuentes tu experiencia en sesiones ICE, de repente, cómo fue tu última participación, algo relacionado a tu experiencia en ICE.

S: Eh, bueno, mi participación más que nada es liderar las sesiones ICE, es decir, presentarle al equipo todas las incompatibilidades, o lo que se está cruzando, lo que sea el impacto más fuerte, como te comentada, en el cuarto de bombas, más que nada, o también puede ser en algún otro sótano (en) que haya algún cruce fuerte, y los especialistas sí suelen dar ideas, o sea, sí se llega, en esa sesión, a solucionar el problema.

E: Y, para terminar, quisiera que me puedas contar tu experiencia trabajando con Lean Construction. Yo sé que tú estás más en la parte de diseño, pero, de repente, algo que te sirva de Lean.

S: Sí, la verdad que trabajo más en lo de diseño. Bueno, no sé si esto sea parte de Lean, pero lo que sí vemos bastante, lo que sí evaluamos bastante es como que el comportamiento de los especialistas. No uso uno de esos programas, pero digo que vemos, por ejemplo, “Este especialista se demora tanto”, y los intentamos evaluar. No sé si eso es también es parte de Lean

E: ¿Como las latencias?

S: Exacto, las latencias. O sea, tenemos un archivo donde, por ejemplo, vamos reportando cuántas especialidades, cuántas incompatibilidades hemos tenido, cuando se demoró tal especialista responder, cuánto se demoró tal persona en levantar los planos, y así, y al final de cada proyecto, tenemos el tiempo de respuesta, las incompatibilidades que hemos levantado, cuáles fueron de impacto mayor, cuáles fueron de impacto menor, etcétera. Y eso nos sirve también para ver con qué especialista no deberíamos volver a trabajar y con cuál sí.

E: Me olvidaba, disculpa. ¿Me puedes señalar algún aspecto negativo de ICE?

S: Son sesiones bien largas, o sea, le quitas bastante tiempo al especialista, porque al final, también la idea de tener las reuniones no es quitarles cuatro horas, tres horas de tiempo, porque ellos trabajan, la mayoría personas trabajan, pues, de nueve a seis o de ocho a seis y, sí, pues, les quitas una buena cantidad de horas del día

#### Entrevista 12:

E: ¿Cuál es su rol en la organización o proyecto?

S: Nosotros vemos el proyecto como área desde que es una cabida, o sea desde que de pronto viene hay en eso yo tengo un terreno, quiero hacer algún desarrollo inmobiliario y llegamos, vemos toda la parte de ingeniería y utilizamos el tema de los modelos y todo el tema VDC a, partir de que ya tenemos un proyecto para modelar, entonces que es normalmente el proyecto que vamos a ingresar a la municipalidad. Nosotros tercerizamos el modelo general

también por un tema de recursos, solo tenemos no sé diez doce proyectos y yo tendré que tener un batallón de gente bailando para poder hacerlo in-house, entonces lo que hago mando a tercerizar el modo el modelo y después lo que hacemos es vemos toda la gestión de las observaciones, incompatibilidades y todo eso. Tenemos una etapa súper marcada entre la cabida y el inicio de la construcción. La idea que nuestro trabajo llegue hasta que le pasemos la información y le compartan la información al equipo de obra.

E: ¿Podría escribir qué manera colabora con otros actores del proyecto?

S: Yo siento que nuestra chamba es súper interesante porque nosotros por ejemplo trabajamos desde clientes, que los clientes pueden ser técnicos o no técnicos, o sea puede ser una inmobiliaria como puede ser simplemente una persona que tiene un terreno, quiere invertir y no conoce mucho el tema de desarrollo proyecto, de ingeniería, de estructura. Tú le hablas de, no sé, f'c, vigas, previgas y el "pata vuela". Entonces viene una persona que quiere invertir, es un inversionista, es un socio o hay gente que tiene un terreno y entra al negocio como aportando el terreno desde socios, como les digo, desde clientes técnicos, clientes no técnicos. Trabajamos particularmente nosotros también no solamente in-house, sino también en, todo esto que yo le estoy comentando, tanto para los proyectos internos como para proyectos de terceros. Nosotros también trabajamos con inmobiliarias más pequeñas. Nosotros tenemos la suerte de tener una constructora in-house, pero no todas las inmobiliarias tienen eso. No sé, por tema de recursos, tema de que tiene que tener gente en planilla, construcción civil, todo eso. Nosotros también no solamente lo construimos a la inmobiliaria del grupo sino también a inmobiliarias a terceros. En este caso, por ejemplo, tenemos trabajos con Cantabria, con Senda con Desarrolladora, con Fundamenta 4, Fibra. Tenemos un montón de trabajos con terceros que le vendemos esto que yo les estoy comentando. Se lo damos como un trabajo colaborativo con la idea de poder optimizar su proyecto, compatibilizarlo y poder llegar a ratios meta objetivos. No sé, de pronto viene una

inmobiliaria y nos dice: yo tengo este terreno y quiero que ese proyecto salga, no sé, 500 dólares por metro cuadrado de construcción, por ejemplo. Y en nosotros en base optimizaciones, en base a que no se presenten RFI's por gusto, que no se presenten órdenes de cambio, todo esto, podemos hacer un presupuesto o podemos ser una gestión para que llegue a ese ratio objetivo. Entonces tenemos también bastante interacción con especialistas, nosotros somos los que lideramos todo el tema de ingenierías. Nosotros proponemos, por ejemplo, proyectistas con los que ya tenemos un trabajo previo que sabemos por ejemplo y cuáles son los ratios que manejan para estructuras, tenemos eléctricos, mecánicos, gas, de verdad que tenemos una variedad de especialistas, dependiendo los proyectos que tengamos, si tiene bono verde, si tiene alguna certificación LEED, si tiene alguna certificación hecha, o si el proyecto es ajeno con una ordenanza. Entonces trabajamos bastante con especialistas con proveedores, por ejemplo, proveedores ascensores para ver básicamente compatibilización. Por ejemplo, proveedores de grupos electrógenos, de ascensores, proveedores de equipos de aire acondicionado, o proveedores de plataformas elevadoras. Digamos, dependiendo el proyecto, para nosotros V\*\*\* es enfocada yo diría, un 90 por ciento a multifamiliares y el otro 10% lo abarcamos en hoteles y oficinas, que son casi siempre para terceros, pero ahorita, por el tema de coyuntura y toda eso nadie quiere invertir en oficinas, en hoteles peor, y estamos manteniendo un fuerte protagonismo en lo que es multifamiliares. Proveedores, especialistas, también vemos toda la gestión municipal orientada en la parte técnica. Trabajamos bastante con revisores urbanos, que son los que te revisan los proyectos y te dicen si al final te dan la licencia y no te hacen observaciones de norma, entonces tenemos bastantes reuniones con ellos. Tenemos también bastante interacción con la gente de a obra. Nosotros tenemos un proceso que, lo ideal siempre que termine antes de que comience la obra, pero dependiendo de algunas variables, normalmente se alarga un poquito más. Y también nosotros vemos algunos RFI's de forma pasiva en los



proyectos, por ejemplo, algún RFI que sea de compatibilización, nosotros lo respondemos porque teóricamente no ha debido de existir. Yo siempre digo que siempre van a salir, o sea, no puedo asegurar que no salga ningún RFI. Lo que sí tal vez, podría asegurar es que ninguno de eso se convierta en orden de cambio. Eso sí es lo que no debería de pasarnos. La obra puede preguntar: ¿oye, este rojo? ¿estás seguro que es rojo? y lo puede preguntar por absolutamente todas las cosas que hay en obra. Pero no solamente eso. A veces me dicen: Jesús y ¿cómo puedo medir el qué tan bien se hizo la gestión de no sé? Y yo les digo: los órdenes de cambio, porque las consultas, los RFI's, que es un indicativo, no es el 100% digamos, o no es el primordial porque como les comento a veces ahora puede preguntar cosas que no son o que no son relevantes o reconfirmaciones que eso hacen mucho, lo importante es cuantos de esos RFI's se convierten en órdenes de cambios. Trabajamos como les comento con varios actores, desde clientes, especialistas, proveedores. Trabajamos con bastantes arquitectos También, que son diseñadores, ya sea diseñadores interiores, paisajismo, entonces en general tenemos bastante interacción con gente de obra.

E: ¿Podría relatar, con el mayor detalle posible, su experiencia trabajando con BIM o modelación de información de construcción (por ejemplo, modelos en 3D de Revit o Navisworks) en un Entorno Común de Datos o entorno virtual para compartir datos (por ejemplo, BIM360, ProjectWise o Trimble Connect Web)

S: El tema del BIM 360 la verdad es a mí me parece importante, pero lo que ocurre es que a los especialistas les cuesta demasiado. O sea, a mí particularmente me parece que es mucho más fácil hacer una revisión en una plataforma mucho más ligera, no pesa tanto, todo para estar, por ejemplo, cortando y pegando en un Excel, referenciando ejes. Es mucho más fácil. Nosotros el BIM360 lo hemos utilizado básicamente para analizar incidencias. “Chapas” tu plano, abres tu plano y tiene 600 mil puntitos y cada uno de los puntitos te dice: oye acá faltó

esto, revisar esto, detalles, no sé qué, un montón de cosas. Hemos usado como incidencias y para poder también hacer visualización es mucho más rápido sin necesidad de tener el software. Contratamos a una empresa que nos da ese servicio y de forma de feedback, por ejemplo, a los especialistas les costó mucho entender el uso de estas plataformas. Primero que, dependiendo del caso, tenían que crearse un usuario o tenían que entrar o sea a mí me parecía que era importante, que es interesante, cuando cada uno tiene un usuario y cada uno respondía la respuesta, o sea para responder a las preguntas, y decía: ya, esto de acá que está para el eléctrico, lo (ha) respondido eléctrico. En cambio, como eso tenía un costo y nosotros teníamos una sola cuenta y todos empezaban con la misma cuenta, todos respondían ahí, entonces me pareció un poco desordenado. Eso es uno. Lo que pasa es que trabajamos con todo tipo de especialista. La verdad es que lo ideal sería que los especialistas diseñen en REVIT, en alguna plataforma, en algún software que nos ayude a sacar estos proyectos mucho más esté mucho más fácil. Pero la verdad que no lo hacen trabajar. Hay personas que tienen muchísima experticia en diseñar, pero son digamos proyectistas ya mayores que tú te aseguras de que efectivamente tu proyecto va a salir bien, pero les cuesta ese tema de la tecnología, por ejemplo. Hasta ahorita, con Prisma ya no trabajamos tanto, pero, Prisma diseña en REVIT. A veces lo que haces es que le pides, te hace el modelo y te entregue el modelo y lo puede hacer, pero a veces lo hace más como un complemento de lo que ellos ya tienen como una filosofía de diseño. Entonces, después en la arquitectura yo tengo entendido que hay un par de arquitectos que hacen directamente este proyecto y, por ejemplo, ahorita estamos viendo unos proyectos en Miami por un tema de coyuntura y, por ejemplo, esos proyectos, el desarrollo de los planos se hacen en REVIT y el tema es que ellos nos comparten información en PDF, entonces ahí como que se trastoca un poco la cosa, pero allá sí hacen todo el diseño en REVIT y entonces deberíamos apuntar a hacer eso. Ahora el 360, como les comento, lo utilizamos para incidencias para poder tener una mejor visualización.

Se nos complicó por los especialistas y también un poco por la empresa que nos brindaba el servicio. Nosotros sí tenemos los softwares y si nos interesa ver cómo hacer, por ejemplo, paseos virtuales o de pronto analizar y no solamente quedarnos con lo que ellos nos dan sino también hacer una revisión mucho más profunda, porque ellos lo que hacen te hace un “Clash” y de pronto lo que lo que les sale es lo que lo que les bota como observación y nosotros tenemos muchas observaciones de no solo de compatibilización o de “clashes”, sino también de oportunidades de mejora, de estándares de cosas que Nosotros, como inmobiliaria, como empresa pedimos. Entonces con BIM360, como les comento, sí me parece interesante, pero yo creo que nos falta que no solamente nosotros estemos alineados, sino todo el resto de especialistas, básicamente con los especialistas. Y, bueno sí. Con Google Drive nosotros trabajamos todo. Ahora, para modelar, por ejemplo, si es algo que me parece que ya no es tanto el software, sino las máquinas, porque también nosotros modelamos algunas cosas in-house, algunas cosas, tenemos licencias para trabajar en colaborativo pero un poco nos limita el hardware. Lo que ahorita estamos haciendo es un poco a la antigua y “chapar” cada uno de los proyectos y agarrarlo como base, cargar la estructura, comenzar a hacer encima las cosas, pero nos limita un poco el tema del hardware. Si tú quieres trabajar en colaborativo y que todos estén trabajando a la par en un mismo modelo, esa “vaina” explota las computadoras: el internet, no estamos. Eso sí lo ves desde el dado de modelado, en 360 de gestión sí, como les comento, con incidencias, observaciones y todo eso que me parecía súper interesante. Yo lo agarré con un proyecto para ver cómo nos iba y la verdad es que para nosotros sí y para los especialistas no ha sido tan fácil. Y como les digo, la empresa que nos dio el servicio también cojeaba bastante del mismo uso de software. Nos encontramos errores de diseño también, errores modelados que eso yo digo: “Dios mío contrató una empresa experta en modelado y no pueden tener errores de modelado” Y estos “patas” lo tenían, entonces como que la experiencia no fue buena. No sé

si sea al 100%, pero el software parece que sí está bien, que funciona la plataforma, pero, como les digo, nos ha costado un poco eso. Y bueno el Drive para compartir información en general sí. En la empresa trabajamos con One Drive, que es el de Microsoft, y tenemos todo centralizado, pero eso sí, creo que la mayoría lo usa ahorita.

E: ¿Y tienes alguna experiencia en particular respecto al trabajo colaborativo y la producción misma de la información o por ejemplo el modelado en el que has sido responsable?

S: Lo que pasa es que de momento es un tema de hardware. No tenemos o no puedo. Cuando hemos hecho modelados, lo agarramos, hacemos unos internos, hacemos la base de estructura y cada uno trabaja una especialidad, pero aparte no “linkeado” porque primero que los archivos son pesados y otro que las computadoras y el internet y peor ahora que cada uno está en su casa, es un poco más complicado. Se les hace más cómodo también en equipo trabajar cada uno por separado y después pues unificar. Es bueno es que al final nosotros, por ejemplo, ponemos modelados, o sea, tenemos un modelo de estructuras, hacemos un modelo de arquitectura básica, un modelo de detalles, un modelo de mobiliario, es más, terminamos hasta haciendo modelos de luminarias. O sea, sí particionamos bastante los proyectos siempre con la base arquitecturas y estructuras, pero nos ayuda a no sobrecargar a veces tanto el modelo, porque de pronto teníamos un archivo REVIT que pesada 1 GB porque está todo metido, entonces” linkeándolo” es mucho más fácil, eso sí.

E: O sea que el en trabajo colaborativo en un Entorno Común de Datos es muy importante la limitación técnica. Es un poco pesado trabajarlo bastantes personas a la vez.

S: No sé si técnica. Para mí es un tema de equipos, o sea, de hardware, aparte de que nuestras computadoras son, yo creo, buenas, son potentes, pero no al nivel que necesitamos para poder trabajar eso. Tú necesitas una computadora bastante buena pero no es una computadora “gamer” por ejemplo que es la tarjeta de vídeo, la memoria, la velocidad, también son un poco más caras, por ejemplo, cuando estábamos en oficina, trabajábamos

con, PC, entonces las PC eran bastante más potentes también, entonces ahora cuando ha pasado a casa, hemos pedido también para que sea mucho más fácil el traslado y todos hemos pedidos laptops y no tenemos el 100% que nosotros, como les digo, no es que modelemos siempre tampoco. Modelamos sólo ahorita in-house, internamente, como tres proyectos, que son los más pequeños, porque, como les comento, ahorita debo tener como 10 o 12 proyectos a la vez y somos cinco personas y tendría que tener fácil el doble como para poder intentar hacer el modelado de in-house.

E: Y pasando a lo siguiente entonces hablado un poquito de desventajas, entonces, para ti, ¿cuáles serían las principales ventajas de utilizar el Entorno Común de Datos?

S: Yo creo que la rapidez a mí lo que me encantaba o lo que me encanta es que cuando haces un listado de observaciones, tú tienes que agarrar, “chapar” la pantalla, recortarlo, pegarlo en el Excel, escribir y decir no sé qué, referenciar ejes para que la persona que lo lea sepa dónde está, entonces ese trámite me parece bastante más práctico cuando lo hemos usado en la plataforma y los estatus te se salían también mucho más rápido. Nosotros ahorita hemos regresado al Excel porque, como les comento, se nos acomoda más con los especialistas que trabajamos, pero yo sí siento que el futuro es este, sino que tienen que estar más alineados. Yo me imagino que los proyectistas que van a salir, los que están ahorita en la universidad están saliendo y salen con toda esta idea de que ahora todo tiene que ser en línea, que el AutoCAD debería pasar pues a un segundo plano, pero ahorita los proyectistas que uno tiene... uno quiere hacer un edificio de 36 pisos, te vas por una persona que tenga una experticia de acuerdo a eso. Y esos “patas” no dominan al cien por ciento la tecnología. Como les comento, tal vez Prisma sí, pero Prisma lo hace como un plus a algo que se le pide. Ellos igual siguen modelando en 2D, sino que el 3D lo hacen como para entregar o entregársela al cliente, pero, es más, realmente, cuando tú coordinas con ellos hay una persona que es la que diseña y una persona que es la que modela, que normalmente es una persona un poco más

junior, que tiene mucha más facilidad para el software, pero el diseño, el “pata” que te dice: oye acá métele este acero, esto es lo que me salió de mi diagrama, vamos a modificar esto, la cortante, el momento, la deriva. Todas estas cosas siguen haciéndolas de manera tradicional.

E: Entonces, desde su punto de vista, algunos no lo dominan (el CDE).

S: Sí yo diría que no al cien por ciento. Es más, si tú me preguntas, yo no siento que tampoco lo utilicemos porque lo que nosotros hemos usado, cuando nos han dado charla de esto, por ejemplo, tú tienes como diferentes módulos, tienes por, ejemplo, el Docs tienes el Build, tienes el Design, que creo que cada seis meses AutoCAD los modifica, los junta, los vuelve a separar y todo eso, pero no mucha gente los domina. Entonces ahorita yo siento que es un poco de eso. Cuando se encuentra de, efectivamente, que tan práctico es, yo creo que le van a sacar mucho más “el jugo” a lo que realmente pueden hacer. Nosotros ahorita lo hacemos en la preconstrucción. Yo siento que esto debería ser mucho más potente en la construcción, pero por un tema de recursos y muchas cosas no se llega a utilizar, pues. Es más, por ejemplo, nosotros, dentro de una estas cosas, para evitar hacer tanto documento, por ejemplo, en algún momento, también bien fuimos con una empresa que así el tema del Excel, pero las imágenes, por ejemplo, las referenciada en como Viewports en Navisworks, entonces eso también me pareció una buena idea porque simplemente tú picabas observación uno y te mostraba la observación con alguna anotación (de) algo que habían hecho en Navisworks. Entonces me parecía práctico, pero también no podías complementar o eso no era tan el 100% como, por ejemplo, tú lo puedes en el Docs, porque en el Docs tú puedes hacer observaciones sobre los planos en CAD, entonces, eso lo usaban los Viewports más que todo para cruces, para interferencia, eso yo creo que sí funcionaba súper bien, pero para observaciones de CAD era un poco más limitado.

E: Y respecto al tema de las métricas, ¿cuál te pareció una métrica bastante útil en el Entorno Común de Datos?

S: Si tú me preguntas a mí las métricas más importantes creo yo es el tema del impacto de la observación y seguido ahí nomás, la latencia, el tiempo que se demora, eso sí para mí es crítico, pero porque dentro de mi trabajo me importa saber cuántas observaciones graves han tenido los especialistas y qué tanto se han demorado en contestarme. Tú puedes tener 100 sanitarios y de esos 100 sanitarios 50 serán buenos y de esos 50 que son buenos, unos 10 serán proactivos. Todo el resto tiene, no sé, o no tiene mucho staff para responder de las consultas o de pronto tu proyecto no es una prioridad, entonces eso es algo que yo valoro bastante al momento de elegir un especialista por que, para mí, el proyecto que yo le está dando al especialista tiene que tratarme como si fuera el único que tiene. O sea, si yo le digo: “oye tengo una reunión ahorita, lo necesito para mañana”. Siempre es un tema de eso. Eso lo que diferencia para mí muchas veces entre dos especialistas buenos qué tan rápido me responden o que tanta disponibilidad tienen para mis consultas cada uno es lo que los diferencia y por lo que yo termino yendo a trabajar con uno o con otro. Yo los metrados, como digo, yo lo saco, los tengo, pero yo siempre les digo a la gente presupuesto, que es a las que les termino pasando esta información, yo les digo y les comento que esto es referencial, o sea, yo no puedo tener el triple de concreto respecto a lo que ellos han metrado, obviamente no. Pero un, no sé, +- 5 o 10, puede haber.

E: Bueno tú conoces ya me has mencionado el término ICE entonces, si te pide hacer la comparación, ¿Entorno Común de Datos o ICE?, considerando ambas son herramientas para trabajar una es sincrónica y la otra, sincrónica. ¿Cuál prefieres?

S: Yo siempre digo que para mí las sesiones ICE me parecen súper importantes, pero yo siempre pongo el ejemplo de del fútbol, cuando te dicen que está mal amagar siempre como no amagar nunca. Yo digo es tan malo reunirse por todo como no reunirse nunca. Entonces

a mí no me suman estas reuniones en las que nos juntamos todos y decimos: “Ya, oye, este ducto es de 2 x 4 y tú lo tienes de 2 x 3. Actualízalo”. O sea, esas reuniones para ver ese tipo de observaciones a mí no me suman. Yo lo que hago es: nosotros tenemos unas observaciones que nos envían, las prefiltramos, identificamos cuáles son las críticas y tenemos sesiones ICE en base a eso, porque a mí no me sirve quitarles una hora de la semana a todos los especialistas para reunirnos a ver observaciones que no me suman. Hace poco hemos tenido una sesión ICE justo para ver unas observaciones que para mí eran críticas. Directamente si el Entorno (Común) de Datos o las sesiones ICE, yo siento que se complementan, porque muchas veces en el Entorno (Común) de Datos no vas a poder responder al cien por ciento de la pregunta porque si tú tienes mucha interacción entre los especialistas se van a estar “tirando la pelota”. De pronto yo arreglo mi especialidad, pero “friego” la otra. Entonces, al final, yo siento que se complementan. Yo primero agarro y mandamos o hago que me resuelvan todas las que las que son así de compatibilizar, de esto, de esto, el cruce acá lo mando por acá, y todo lo que sea interacción de dos o más especialidades sí las vemos en sesiones ICE, que particularmente para los proyectos, tenemos presentaciones para al menos para ver el sótano 1 y la sesión de cuarto de bombas que es lo que casi siempre es más crítico en los proyectos que nosotros vemos, porque después las otras cosas son mucho más fáciles de revisar. Por ejemplo, como les digo, a me interesa primero que las observaciones sean puntuales, porque también reunirnos a hacer paseos para ver “mira, acá choca, acá choca, acá choca, acá choca” ... eso tampoco me parece práctico. Tiene que haber una agenda. Eso siempre es básico. Y tiene que haber una presentación, en donde se tiene “ya, vamos a ver el cuarto de bombas” y si tenemos esta observación, tenemos este cruce, cual es la descripción, la respuesta del especialista, la respuesta se quedó, donde está, si es cimentación, cuáles son las especialidades que están involucradas. Este tipo de sesiones (permiten saber que) esta es la



observación 55, observación 25 yo le he mandado a cada uno, no sé, 100 observaciones y de esas 100 observaciones he identificado que estas son las críticas. Entonces, reunirme para ver esto sí me parece que vale la pena. Pero como te digo, reunirme para ver este un ducto de 2 x 4 y tiene esta de 2 x 6, ya nada que ver. Eso no me suma nada. A menos que el ducto de 2 x 6, no sé, me termine bajando una altura o me complica otra especialidad. Si es así, sí, sí vale la pena revisarlo.

E: En resumen, me, estás contando que ICE se podría decir que es un complemento CDE, pero es útil para observaciones críticas

S: Yo siento que no podría dejarlos a los especialistas y decirles “ya resuelvan ustedes, vean cada uno, cada uno levante y cada uno piense por donde tiene que pasar”, porque al final se van a estar “tirando la pelota” y nunca resuelven. Entonces yo lo que hago casi siempre es mando primero las observaciones, me responden, cada uno me responde, no sé, “voy a compatibilizar ductos”, “voy a modificar acá”, no sé qué y esa interacción de dos especialidades a más las vemos puntualmente en las sesiones ICE, porque es mucho más directo sentarnos y decir qué cosa hacemos: “¿Estructural, escúchame, puedes hacerla viga chata? No, no se puede. ¿Puedo hacer un pase por acá si lo muevo para acá? ¿Se puede pasar por ahí? No, no puedo, tengo una placa. Ya, listo, escúchame, esto es a presión, ¿puedo subir la tubería? Sí, sí se puede. No, esto de acá es de desagüe. Esa tubería la que tiene, no sé, pendiente y no puedes no puedes moverla, no puedes reubicarla, no es tan fácil de reubicar. ¿Ya, cuál el orden de hacer los rociadores? ¿Dónde tienen que ir: por debajo o encima de la bandeja? ¿Los ductos?” O sea, todas esas cosas se pueden analizar mejor cuando tienes a todos reunidos. Muchas veces, la observación era entre mecánicas y sanitarias, por ejemplo, y la respuesta o la solución me la daba la estructural, modificando una viga, invirtiendo una viga, haciendo una viga chata, modificando, tal vez quitando una viga y haciendo una losa maciza, o de pronto dejando, vamos a hacer pases donde pensábamos que no se podía, o

reubicando algún punto. Por eso es que me interesa tener a todos a todos reunidos, porque muchas veces la solución entre dos especialidades está en otra especialidad. Entonces yo creo que se complementan, no siento que sea uno o la otra.

E: Ya hemos hablado de ICE, pero quisiéramos saber si hay algún beneficio adicional que quisieras comentar acerca de ICE para la colaboración en el intercambio formación y conocimiento.

S: Al menos en preconstrucción, como les digo, a mí lo que más me interesa es la interacción entre especialistas. Yo siento que ese es el plus, digamos, que me da dentro unirlos a todos y poder ver soluciones en conjunto. Después yo siento que tal vez en obra ya no sólo tienes al especialista si no tienes al “pata” que efectivamente lo va a hacer y el entendimiento que pueden tener ellos de ver. Lo ocurre en obra normalmente es que el capataz es y que tiene un conocimiento del plano al 100% y después en obra a los operarios se les complica mucho eso de visualizar lo que van a hacer, entonces en obras sí, yo siento que la visualización es lo que les da el plus de que tú te reúnes con todos los tres o cuatro especialistas y terminas mostrándoles: “Mira. Así como está acá. Así tiene que quedar”. O de pronto: “Esto que tú ves acá en plano, esto lo que está pasando”. Pero en la parte de diseño a mí básicamente me ayuda a poder interactuar con especialistas. Ahora yo no sé si efectivamente sea una sesión ICE, por ejemplo, pero tenemos bastantes recorridos virtuales, que lo hacemos ya con los clientes. Lo hacemos con los clientes para poder ver efectivamente cómo van a quedar los proyectos. Además, nosotros le metemos por ejemplo mobiliario a los modelos como como un modelo limpiado porque, a veces, nos ha pasado que de pronto no nos damos cuenta y de pronto, no sé, el equipo de lavado no entra en el cuarto de lavado o de pronto la tele está descuadrada de lo que teníamos que hacer, o de pronto hay pintos que la inmobiliaria no quiere que se vea. Entonces, eso también lo utilizamos. Yo siempre digo, el modelo lo puede usar para “renderizar”, pero hay programas mucho más potentes y mucho más fáciles para

poder hacer “renders”. Esto es un plus que nosotros le demos para no solamente quedarnos en la interacción con especialistas y, digamos, en cruces y metrados, y todo. Los que hacen el modelo somos nosotros, pero no lo paga la inmobiliaria. Y nos decía entonces (la inmobiliaria), a veces, eso te sirve mucho más a ti que a mí. Entonces también buscamos formas de que el modelo les beneficie también a ellos para que sientan que no es algo que nosotros estamos aprovechando al cien por ciento y ellos no tienen nada allí que revisar. Para ellos, por ejemplo, es valioso poder ver cómo van a quedar sus departamentos o cuál es la visión que tienen del departamento porque a veces los “render” simplemente es una tipología. Acá nosotros hacemos todas las tipologías y hacemos áreas comunes entonces tratamos de darles eso. ¿Es un poco más técnico, es algo más comercial? Tratamos de que el modelo sea más comercial para que sea más llamativo y que no sientan que solamente lo estamos utilizando de la parte constructiva o para evitar adicionales. Le tratamos de ver un beneficio extra para que ellos también sientan que el valor agregado que nosotros le vemos ellos también lo pueden tener.

E: Y ahora, en el último, proyecto o en este caso en el estudio que es este edificio de Aramburú, ¿(Hay) algún beneficio en colaboración a la hora de intercambiar información o conocimiento en sesiones ICE?

S: Bueno, no sé si tanto Aramburú, pero en general, a veces, nos ayuda para temas constructivos, en el sentido de que, por ejemplo, hay elementos que en presupuestos ellos creen que se hace una forma y después cuando lo vemos en 3D, por ejemplo, podemos identificar que efectivamente es mucho más difícil hacerlo en la forma que el presupuesto lo había pensado. Porque al momento de hacer un presupuesto se hace una constructibilidad como tal. Después llega el equipo de obra y de pronto dicen: “ya, ¿cómo hago esto? ¿quién tiene de presupuesto? Tabique. Ya, pero escúchame, ¿y si lo haces prefabricado? ¿Y si le haces un vaciado en vez de hacerlo del ladrillo, te sale mejor o no? No sé qué”. Entonces,

esas cosas también las podemos ver en el modelo como aporte al tema de procesos constructivos. También, bueno, es algo que yo trabajo bastante con obra. Les trato de inculcar el tema, por ejemplo, de sectorización con el modelo. Nosotros hacemos una capacitación a obra en donde explicamos cómo se puede sectorizar. Es algo bastante simple. Se le agrega un parámetro al REVIT y le pones el sector que quieres. Extraes tablas y ya tienes una sectorización inicial. Lo que tú haces ahorita normalmente es agarrar tu “planito” de CAD, “chapar” tu tabla de metrados, comenzar a ver cuál es, no sé qué corta acá, corta allá Yo creo que más o menos es así. Nosotros con el modelo puede ser súper interactivo. Puedes ser mucho más práctico y puedes hacer 300000 iteraciones, a diferencia de lo que tú tienes que hacer cuando agarras, mandas a metrar al ingeniero para que te saque todos los cubos y eso. De pronto si se confundió en alguna. Acá es mucho más directo. Entonces, en obra, me parece que es bastante interesante. No sé si D\* lo está utilizando, no hemos conversado con él todavía de esto. En el proyecto anterior que él estaba, sí le decimos la capacitación y sí tiene claro esos conceptos, pero no sé si que él estará utilizando el ítem en Aramburú.

E: Y bueno, ya para terminar, ¿alguna métrica útil en las sesiones ICE? ¿Tienes alguna experiencia que recuerdes?, por ejemplo, que te haya ayudado a resolver alguna incompatibilidad o alguna métrica que hayas obtenido a partir de las sesiones ICE para evaluar el desempeño.

S: No lo cuantificamos, la verdad. Pero sí me parece un buen tema porque hay veces donde, por ejemplo, no sé, alguna solución ahora última, en esta sesión por ejemplo que tuvimos, hubo un par que no se resolvieron porque necesitaban un análisis más profundo del mecánico para poder dividir un par de ductos y poder levantar una observación de altura. Entonces, yo creo que no le hemos utilizado, pero me parece que sí sería, yo creo, la más interesante el tema de cuantas observaciones has levantado durante la sesión y por qué. O sea, si es que ha

sido por falta de información, si es que ha sido por falta de detalles si es que ha sido porque el especialista no fue, no tengo idea. O sea, esa creo que me parecería que será una métrica interesante de medir en las sesiones

#### Entrevista 13:

E: ¿Podrías explicarme cuál es tu rol en la organización del proyecto?

S: Yo soy egresado del 2018, soy de la USAN de Chiclayo y en realidad vengo a saber de BIM y de Lean construction por medio de mi hermano que es civil y trabaja acá en Lima. Entonces por eso ese lado yo llegué a saber de BIM a partir de 2016 cuando yo estaba haciendo mi tesis. Entonces desde ese aprox. 2016 - 2017 yo sé de BIM, me metí a cursos de modelado, que como bien sabemos, el modelado no es BIM, pero es parte de, pero me empecé a meter ahí. Ya desde el 2019 cuando vine a Lima, veía cómo es que se aplicaba tanto Lean construction y BIM, que se metía un poco más, tomaba un poco más de impulso. Entonces, como te digo, empecé con el tema del modelado, el tema de lo básico, de detección de interferencias, pero ya desde el año pasado llevé un diplomado de la UPC de BIM management y ya me metí un poco más de lleno, y ya desde el año 2019 he estado trabajando como por coordinador BIM para una empresa modeladora, ese tipo de empresas que subcontratan los modelados, hacer todo el tema de interferencias.

E: Entonces actualmente eres coordinador BIM.

S: Actualmente en V\*, como coordinador BIM, pero como te digo ya antes de V\* yo ya he estado trabajando en una empresa de modelado, netamente modelo y nuestra función es básicamente guiar al modelador, supervisar, ver los reportes de interferencias, ayudas con la revisión 2d, con la revisión 3d. Ese es un lado, digamos, el enfoque que daban en esa empresa, netamente modelado. Ya aquí en V\* es el mismo rol, como coordinador BIM, VDC, ya lo ven desde la etapa de diseño, un tema de que nos da el proyecto. Tenemos la aprobación anteproyecto, pasamos esta arquitectura básica y ya la complementamos con

todo el trabajo de especialidades. Aquí no solamente nos basamos, creo yo que gran parte del eje BIM no está profundizado, que solamente está en detección de interferencias, que es con lo que la gran parte de gente se queda, pero como bien sabemos BIM tiene muchos usos. Bueno justamente aquí en V\* en el área donde me encuentro ahora es netamente pues la metodología no, trabajo colaborativo, sesiones ICE, y el tema de interferencias pues lo vemos al final. Entonces, te explicó algo rápido la función del área. Recibimos el proyecto aprobado por municipalidad anteproyecto, hacemos todo el tema de desarrollo de especialidades, vemos a la par con todos los especialistas, vamos viendo el tema de estándares V\*, que le llamamos así estándares V\* que son básicamente ciertos puntos, requisitos por así decirlo, que deben ser sí o sí puestos en los proyectos. Te cuento uno básico que siempre ponemos es, por ejemplo, el tema de rejillas, solamente en la primera y última rampa, en el primer sótano y el último sótano. En los demás sótanos incluimos solamente no ponemos rejillas al final de las rampas, sino podemos sumideros puntuales en el nivel. Claro estándares V\* que vamos metiendo directo conforme vamos desarrollándolo (el proyecto). Bueno, ya cuando tenemos el proyecto aprobado, ya sea por revisores urbanos o por municipalidad, recién nosotros ingresamos el proyecto al tema del modelado BIM, y vemos es el tema de modelado, el tema de interferencias, el tema de sesiones ICE. Entonces ese es un poco el enfoque que le da V\* al área que nosotros tenemos, que es básicamente el área de optimización de proyectos. Bueno también me preguntaste de las sesiones ICE no, las sesiones ICE, como te comenté, ICE como tal lo llevamos una vez que tenemos aprobado el proyecto, ya lo ingresamos al modelado. Mira yo he tenido la oportunidad de trabajar en esta empresa de modelado, trabajamos con P\*, con P\* y sus sesiones ICE son totalmente diferentes a lo que hacemos nosotros, porque, por ejemplo, P\* nos hacía hacer estas sesiones demasiado, para mí eran demasiado extensas, te hablo de cuatro horas, por ejemplo, y viendo pues observaciones, como que tu planta no va con tu detalle. Cosas básicas por así decirlo

que el especialista simplemente pues no las ha levantado (las observaciones). Muy a diferencia que acá en V\* haces sesiones ICE puntualmente por dos zonas: cuarto de bombas y sótano 1, y tal vez de alguna incompatibilidad muy en especial de que se den, la vemos, pero básicamente nos reunimos para ver esos dos niveles, cuarto de bombas y sótano 1. Eso es lo que nuestras sesiones (maneja) y que, si duran dos horas, es decir ya mucho.

E: Y por la otra cara de ICE, ¿Alguna vez has tenido experiencia en un entorno común de datos, un CDE, como BIM360, Project Wise, etc?

S: En V\* no hacemos modelado in-house, sino todos lo tercerizamos, trabajamos para diferentes empresas y en estos últimos 3-4 meses hubo una empresa que nos ofreció trabajar con BIM360, y como nosotros como área tenemos en mente o pensado para futuro incluir algún entorno común de datos desde el inicio, o sea no solamente 3d, sino tema de alimentación, que como sabemos que lo maneja muy bien el entorno común de datos. Pero, en este caso, esta empresa nos hizo todo el tema de reporte de incompatibilidades en la nube. Todo eso muy bien, pero tuvimos ciertos inconvenientes. Los especialistas también se los explicamos, conceder todo eso, para que, en eso si no nos quejamos porque todos los especialistas estaban dispuestos, como siempre digo yo, la gente que trabaja con V\* es muy presta a innovar, a no quedarse siempre con lo mismo. Hubo comentarios muy buenos. Para ellos les conviene, porque son experiencias que poco a poco ya le obligan o inclusive nosotros, por ejemplo, en el tema contractual, cuando vemos con alguna empresa especialista, ya sea de estructuras, sanitarias, incluimos un apartado que dice que ellos tienen que estar presentes en las sesiones ICE que nosotros planteamos como tema BIM. Le incluimos ya ese apartado para que estén al tanto. Entonces, te comentaba del entorno común de datos, a pesar de tener por nuestra parte una buena experiencia en el manejo, en la respuesta de las observaciones y todo esto, la empresa como tal, como modelado, no nos

pareció muy bueno, pero tenemos en mente ya en un futuro ya trabajarlo todo como un entorno común de datos como el BIM360, por ejemplo, que es el más conocido.

E: Entonces, en el proceso usando un entorno común de datos, ejecutándolo, ¿Tienes algunas experiencias positivas o negativas acerca de los procesos de producción de información, o sea como revisión y modelado?

S: Como te digo el modelado lo tercerizamos. El tema de entorno común de datos nos parece muy potente y por eso lo pensamos simplemente a futuro, manejarlo de esa forma, porque básicamente es un ping que te indica la opción, entra el especialista, le da clic y lo lleva directamente a la zona del plano donde ésta no, que es exactamente lo que quieres. Entonces, para nosotros es muy prometedor el entorno común de datos. Si le pides la opinión a un colega acerca de BIM360 te va a decir que es muy potente el tema, nos parece muy bueno y pues suma.

E: Entonces, ¿Cómo tú resumirías cuáles son las ventajas y desventajas de trabajar en un entorno común de datos?

S: Empezando por desventajas, como toda nueva metodología, que los que nos acompañen en el proyecto, en estos casos los especialistas, no estén prestos a innovar, por así decirlo. Porque básicamente lo que hacemos es enviar correo con un Excel con las cosas. Una desventaja entonces es el no acapararse. Como ventajas, yo veo muchas ventajas, iniciando desde revisión 2D porque podemos enviar, manejar todos los archivos en una sola nube y no vamos a necesitar que, no sé, qué arquitectura te diga: “Oye pásame por favor el gas, pásame la especialidad eléctrica”. Si no, todo se va a manejar centralizado. Así que yo como ventajas lo veo muy bueno, al menos para la etapa que nosotros manejamos, que es la etapa de preconstrucción, me parece muy bueno.

E: O sea que no necesitas a cada rato estar preguntando porque ya lo tienes en una base.



S: Exacto. Claro, trabajar en un entorno común de datos, como el BIM360, y que la gente tenga disponible ahí toda la info. No se va a hacer como que qué versión es actual o cuál otra versión no. [Ininteligible]. Como te digo, es más fluida la interacción. No solamente es un Excel, como lo maneja la gran parte de empresas, que maneja un Excel donde te envían las incompatibilidades, capturas de imagen y esas cosas, así que yo creo que por ese lado es muy muy beneficioso.

E: Y bueno, ¿Tienes conocimiento de lo que son métricas VDC?

S: Sí. [Ininteligible]. Todos tenemos la certificación VDC. Si manejamos el tema de métricas. Cuando nosotros entregamos un proyecto a obra, enviamos, en este caso, al jefe de proyecto, un reporte o un resumen, por así decirlo, con las métricas. Básicamente las métricas que nosotros usamos o solemos aplicar es el número de incompatibilidades, qué tiempo hemos tomado, cuántas se han quedado, cuántas han estado grave o cuántos quedan pendientes para obra. Pero básicamente nuestras metas son esas, número incompatibilidades, tiempo en que se reportó, cuantas sesiones ICE tuvimos, más nos vamos por ese lado de métricas.

E: Y en tu experiencia, ¿Qué métricas te parecen que son más útiles en un entorno común de datos?

S: Algo que nos importa bastante, que nos toma mucho en cuenta es el tiempo de respuesta de alguna consulta, porque algunas veces por correo, hemos visto casos en que, llegó una consulta y pasa una semana y el que revisa simplemente dice que no lo vio o que no lo llegó. Por ese lado, esa es una, el tiempo de respuesta de consultas o de RFIs. Otra métrica podría lo que te comenté, que el número de incompatibilidades sea un poco más visible. Otra (métrica) que podríamos considerar es el tema del tiempo de las sesiones ICE.

E: ¿Alguna otra métrica, como PPC o causas de no cumplimiento?

S: [Ininteligible] Por así decirlo, tenemos tres meses para entregar el proyecto compatibilizado, entonces por ahí trabajamos en base hitos, como que no sé, en un mes o en 30 días tenemos que entregar todas las especiales desarrolladas. Luego un mes más para que nos aprueben el proyecto y un mes más de compatibilización entonces por ahí podríamos como incluir esa métrica del PPC. Podría ser muy bueno. ¿Qué otras métricas dijiste?

E: También te mencioné otras como causas de no cumplimiento, medrado 3D versus medrado de planos.

S: Si mira en eso del medrado yo he tenido experiencia en anteriores (proyectos). Hacían una homologación de todas las partidas. Íbamos desde concreto, lo más general o lo más básico que era concreto y encofrado, y nos íbamos hasta los (ininteligible). A mí parecer no era tan preciso, depende del modelado y eso, pero acá en V\* si hacemos esa homologación, pero aún no lo tocamos muy a fondo. No lo hemos tomado muy en cuenta, simplemente como que cuánto es el global, pero más no. Como te digo tenía otra experiencia donde sí consideraban, como que le tenían más fe al modelado, que a mi parecer sí estaba muy bueno.

E: Repasando todo lo que hemos dicho de entorno común de datos, ¿Cuál prefieres entre un entorno común de datos y una sesión ICE? De manera sincrónica o asincrónica.

S: Para serte sincero, las observaciones que son, por así decir, no tan complejas, cómo que “Oye mueve este extractor por la tubería de ventilación que está pasando por la misma zona”. Esa solución puede solucionarse en un entorno común de datos básicamente. Pero como yo te comentaba, cuando por ejemplo son zonas más críticas como el cuarto de bombas, no le puedes decir como que “Oye tú muévete a la derecha y lo demás”, pues porque todo es un caos, todos mueven y se siguen cruzando, sigue habiendo interferencia. Entonces, ese tipo de interferencias sí o sí van a tener que ser en una sesión ICE. Como te digo, puedes coger como ejemplo cuarto de bombas y sótano 1, que es donde tenemos todas las especialidades

juntas ahí. En mi opinión, sería como que incompatibilidades que tengan que ver con cuarto de bombas y sótano uno sí o sí sesión ICE.

E: Quiero preguntarte si puedes relatar con el mayor detalle posible la experiencia participando en sesiones ICE.

S: Básicamente cuando te hablan de sesiones ICE dicen que o no debe ser muy corta o si es muy larga pues la gente no te va a [ininteligible]. Entonces como te dije, yo tengo por ambos lados una empresa donde básicamente veíamos desde las observaciones básicas hasta las más complejas y aquí en V\* yo creo que es el mejor enfoque que le podemos dar, que es básicamente, y citamos, solamente a los especialistas que tienen que ver, no citamos por citar como siempre decir nosotros. Eso y con el tiempo ideal, que son dos horas o tres horas.

E: Bien, en el último proyecto (el de aplicación), ¿Qué beneficios propios o colaborativos a la hora de intercambiar información o conocimiento se tienen al trabajar con sesiones ICE?

S: Como beneficio como tal, yo creo que es muy bueno que este todo saltado, por ejemplo, el sanitario no solamente se enfocaba en su especialidad, sino está al tanto de qué es lo que necesita la otra especialidad, tal vez de él, como de todas las especialidades, y muy aparte de eso, todos están enfocados en el estándar del proyecto. O sea, no nos va a poner cosas que sobrevaloren o que sobrecarguen de presupuesto el proyecto. Algo que justo me has hecho recordar, nosotros cuando hicimos la etapa de desarrollo del proyecto, hacemos una reunión que tal vez podríamos llamarla sesión ICE, nosotros la llamamos una reunión de equipo donde presentamos el proyecto como tal. El jefe de proyecto habla del proyecto, del estándar, a qué sector está enfocado este proyecto. Entonces ya todos se van con una idea de qué es lo que tenemos que hacer, y en esa misma reunión tenemos los retos de cada especialidad. Entonces todos juntos vemos, si [ininteligible], si estamos usando un tamaño excesivo de ductos o los medidores, todo eso. Entonces esta también la contamos como sesión ICE

porque para mí es muy buena en términos de intercambio de información, porque todos saben qué se necesita, qué se requiere con otras especialidades. No como un trabajo no colaborativo, todos están enfocados en todos.

E: Y, ¿Hubo alguna métrica que fue particularmente útil en las sesiones ICE?

S: Para ser sincero, nosotros al realizar las sesiones ICE, no elaboramos métricas, lo que elaboramos es un acta de acuerdos para acordar lo que debemos hacer. Yo tengo conocimiento que hay algunas empresas cuando hacen sesiones ICE elaboran métricas en base a la sesión ICE propia. Pero como te decía, nosotros no hacemos métricas de la misma sesión ICE. Nosotros hacemos una métrica, pero englobando ya todo el proceso de compatibilización.

E: Ahora, de manera muy general, quisiera preguntarte si puedes relatar con el mayor detalle posible tu experiencia colaborando utilizando Lean Construction.

S: Como lo había comentado, sé de Lean, hice mi tesis respecto a una herramienta que son las cartas de balance. Luego cuando vine a lima y estuve como campo, apliqué el tema de Lean, desde cartas balance para ver la producción, para mejorar cuadrillas, me encargaba del tema de la programación, cronograma macro, lookahead y todo eso no. Entonces, ya complementando con BIM, es mucho más potente el tema de Lean con BIM, el tema de unir ambos en temas de sectorialización, en tema de metrados, que si tienes tres sectores o cuatro sectores es mucho más fácil. Lean en pre construcción básicamente lo usamos para un tanto, por así decirlo, trenes de trabajo con fechas estimadas de diseño, de modelado y esas cosas, pero no nos metemos mucho al tema de Lean en pre construcción. Algunas veces también nos han pedido, o bueno casi siempre tengo entendido que cuando entregamos un modelo a obra, les hacemos un tipo de capacitación y les presentamos un ejemplo básico de sectorización en el modelo, pero teniendo criterios muy generales. Eso básicamente es mi

experiencia con Lean construction y, como te digo, a mí opinión, unir BIM con Lean me parece súper potente y lo hace mucho más fluido el proceso, al menos en lo que es Last Planner, Lookahead, sectorización, todo eso. Lo hace súper potente y mucho más visual.

E: Claro, ahora que estás en diseño como que lo ves menos digamos.

S: Sí, digamos que lo veo menos. Pero como te digo, lo usamos simplemente para ver, tal vez, trenes de trabajo, en temas de tiempos de diseño y esas cosas, pero no nos enfocamos mucho.

#### Entrevista 14:

E: ¿Cuál es tu rol en la organización del proyecto?

S: Bueno, yo me llamo “”, soy arquitecta, colegiada reciente, egrese de la universidad el 2018. Actualmente pues trabajo en V\* constructora en la oficina central. Mi área es el área VDC/BIM y bueno nos encargamos de, desde el momento de compra del terreno, gestionar todos los alcances, ingenierías, la etapa de compatibilización del proyecto en toda esta fase de preconstrucción. Esta es básicamente la función del área. Yo estoy ahorita como analista BIM dentro del proyecto. Actualmente tengo cuatro proyectos activos. Dentro de ellos tengo el proyecto Aramburú, que ya está en obra, pero ya estamos en la parte final de compatibilización entre la obra. Luego, tengo otro proyecto que todavía está en etapa de aprobación municipal. En este caso entrará revisores urbanos que es “”. Luego tengo cuando el (proyecto) “”, que también está en miras de comenzar la parte de ahora, por lo tanto, también estamos compatibilizando el proyecto y, por último, tengo un proyecto a mi cargo colaborativo, que se llama “” con la inmobiliaria “”. Bueno este proyecto también lo he visto desde un poco después de la concepción del diseño hasta ahora que estamos en la etapa de revisores urbanos. Si bueno eso es más que todo lo que hago ahorita dentro del área. Mi cargo es analista BIM y con tres años de experiencia profesional. Yo soy especialista en

edificaciones BIM y, posteriormente a ello, ya me metí a la certificación VDC, pero bueno no inicié netamente en el mundo del BIM. Inicialmente comencé mis prácticas y mi trabajo en lo que es un estudio de arquitectura y ahí es que parte mis deseos por seguir aprendiendo el BIM, justamente con el avance y desarrollo de tesis. [] Sí, tengo ese cargo ahorita (analista BIM), pero realmente diría que el analista BIM hace otras funciones, pero aquí ya muchas veces también cubro una función de coordinación. En mi área cada uno, cada integrante, es responsable de cada proyecto en especial. Como les comento nosotros vemos el proyecto desde su concepción, los estudios preliminares, cabidas, etc, bueno cabidas no porque eso lo ve la inmobiliaria. Me dicen “ya tenemos este proyecto, tenemos esta arquitectura preliminar”, entonces nosotros corremos con buscar los postores para la ingeniería y demás, hacemos comparativos, etc. Posteriormente, viene ya cuando tienen el desarrollo de anteproyectos, revisiones a estos diseños en general. Luego, pasa aprobación municipal o revisores urbanos y tenemos lo que es la revisión 2D, 3D, porque ahí no generamos el modelo. Muchas veces son in-house o si no tenemos que subcontratar por la capacidad también de recurso humanos que tenemos dentro del área. Pero, a veces son proyectos de gran envergadura que, actualmente estamos en mirada de expandir esa área, pero no nos abastecemos. Todo lo que hacemos ahorita es preconstrucción.

E: ¿Podrías describirnos de qué manera colaboras con otros involucrados?

S: Bueno, básicamente mi cargo y la responsabilidad que tengo es directamente con la inmobiliaria. En este caso siempre estoy en coordinación con el jefe de proyectos y el gerente de proyectos, porque tengo que estar en reuniones para ver tomas de decisiones y consultas. Muy aparte también tengo relación con los proyectistas en general, ya sea arquitectos, estructurales, sanitarios, eléctricos y hasta proveedores, porque es muy importante conocer las especificaciones técnicas de cualquier tipo de equipamiento para poder que contribuir con el desarrollo del diseño de los proyectos. Entonces, hasta ese ítem llego con interactuar

con personas. También con obra es muy importante, porque, acaba la compatibilización o estamos por construir a la fase de compatibilización, y ya estamos en revisiones o los RFIs y ahí vemos consultas y demás. Se podría decir que estoy entre inmobiliaria, obra y los proyectistas en general.

E: Puedes relatar, con el mayor detalle posible, tu experiencia trabajando con BIM en un entorno común de datos.

S: Bueno, hasta ahorita, no he tenido la oportunidad de trabajar directamente con un entorno común de datos, ya sea como el BIM360 o el Autodesk construction Cloud. Lo sé porque lo he estudiado y actualizándome también con el ACC. El Trimble también lo conozco, pero, hasta ahorita dentro de mi área no lo hemos implementado. Estamos por implementarlo, pero trabajamos con un servidor, lo cual lo hace un entorno común de datos no tan preciso y tan enriquecedor saber cómo sería un entorno común de datos como los que mencioné. Pero bueno, con esa experiencia podría decir que muchas veces es un poco complicado, porque no hay una buena sincronización de archivos, es un poco más lenta, pero definitivamente mil veces mejor que tener o llevarnos esta información a una nube limitada o a simplemente un correo no. Entonces es súper beneficioso, nos ayuda a mejorar la comunicación. En cuanto a archivos, en lo que es mi experiencia con lo que es el desarrollo de los modelos BIM, igual, también nos da la facilidad de poder manejarlo. O sea, desde más de tres personas manejar alguna carpeta del proyecto, poder desarrollar los modelos y poder tener una sincronización rápida y a la vez también transparente. Ahí nos podría ir bien tener otro tipo de entorno común de datos, que son el BIM360, que te ayuda a poder identificar versiones, revisiones y eso.

E: Bien, quisiera que nos relates tu experiencia en trabajo colaborativo respecto a la producción de información, ya sea en la revisión de un modelo o en la propia producción de un modelo en la que hayas sido responsable.

S: En varios proyectos he tenido esa oportunidad de hacer estas revisiones 2D/3D. Lo que sí podría rescatar es que estas revisiones son muy beneficiosas para todos los proyectos en sí para evitar algún tipo de incompatibilidad en adelante, en obra. Entonces, estas revisiones son muy importantes, pero a su vez para mí el servidor no nos ayuda mucho, porque ahí hay que guardar miles de versiones miles de veces, no carga red, nos demora un poco el tiempo en total que tenemos para hacer estas revisiones, muy aparte de que, por ejemplo, para hacer revisiones necesitamos generar plantillas y observaciones y estas actualmente las manejamos en Excel, y es un poco complejo porque tienes que hacer una revisión y a su vez tienes que tener un correlativo de estas observaciones y a su vez tienes que llenar como que la ubicación, un montón de data que lo hace muy pesado. O sea, teniendo la tecnología que tenemos ahora, los softwares y demás, creo que en eso podríamos un poco mejorar y también ganar un poco más de tiempo como área y en las actividades de cada proyecto. Si bien es cierto que revisamos, muy aparte está la apertura del modelo o que no tengamos todos la misma versión. También está lo que les digo, lo de llenar estas observaciones, que toma su tiempo porque no son una o dos, son más de 400 observaciones entre planos 2D y 3D. Entonces es eso, filtrar información, derivarlo a los proyectistas y que ellos también nos respondan correctamente en el Excel. Entonces, en este medio de comunicación con ellos como que se parte no, porque no es como que en el mismo servidor que tenemos nosotros, sino hay que enviarlo por correo, entonces ahí como que se retrasa mucho. Quizá lo podríamos mejorar más.

E: Bueno hablaste de desventajas del entorno como de datos, ¿Algunas ventajas que encuentres trabajando en un entorno como de datos en especial?



S: Definitivamente es tener la transparencia de información en tiempo real tanto para mí, como para mi jefe, para la inmobiliaria, porque puedes compartir un link [ininteligible]

E: ¿Hubo alguna métrica VDC que te resultó útil?

S: No estoy muy al tanto, pero hubo una métrica con respecto a las observaciones que se encuentran en un pequeño dashboard que es donde encuentran observaciones del modelo BIM y toda la revisión que se hace ahí. Nada más eso, como métricas, como un dato estadístico, pero ahora que ya llevo el tema VDC es un poco más amplio, porque simplemente uno define métricas, pero con valores metas que es para lo que finalmente quieres tu métrica. Por ejemplo, revisión de los trabajos proyectados vs lo realizado. Mi meta sería que tenga un 100, o sea, si tengo 20 pendientes hacer los 20 pendientes sería mi ideal para ser eficiente, pero si no tienes tampoco un valor meta definido no puedes llevar un control. Eso es muy importante porque al fin y al cabo es como que tú vas marcando estas métricas y vas viendo la evolución, el por qué no llegas hasta este 100%.

E: ¿Cuál ha sido tu experiencia participando en sesiones ICE?

S: Sí, ahora tenemos bastantes sesiones ICE. Ahora, para complementar un poco la pregunta anterior, yo he logrado marcar métricas que nos ayudan mucho como área. De lo que teníamos solamente una para solamente ver el tema del levantamiento observaciones BIM, tenemos para el área de producción y las sesión ICE que también estamos llevando a cabo y que ahora se están dando con mayor fuerza, porque hemos identificado y hemos usado estas sesiones ICE en principio para cuando tenemos que hacer una revisión de modelo, siempre tenemos la certeza ya por el [ininteligible] que tenemos ya con varios proyectos que las principales incompatibilidades y demás son en cuarto de bombas y primer sótano, donde están todo el tema de las ingenierías, ductos, tuberías y siempre ahí hay como que unas restricciones, implicancias que hay que verlas en conjunto con todos los especialistas.

Entonces para eso usamos nuestras sesiones ICE, pues ahora son virtuales y se han dado más. Antes de pandemia no usábamos mucho las sesiones ICE, ahora con mayor fuerza (la usamos) y bueno para eso también nos respaldamos del modelo BIM. Muy aparte de ello, ICE hacemos cuando queremos hacer una resolución de algún tipo de consulta, ya para nosotros es más rápido reunir 15 minutos, que para mí es suficiente, con los especialistas y poder encontrar alguna solución.

E: Si tuvieses que elegir alguno, ¿Cuál prefieres, ir a una sesión ICE para resolver un problema o hacerlo mediante un entorno como de datos?

S: Yo preferiría una sesión ICE, porque en una sesión ICE puedes tener mayor acceso, mayor interacción debido a que la sesión ICE es una metodología social, que te puede ayudar también a la resolución de conflictos con mayor rapidez y con la integración de varias personas.

E: Mencionaste que las sesiones ICE las hacías virtual. ¿Cuál prefieres entre una sesión virtual y una presencial?

S: Realmente creo que es 50/50. Creo que estas sesiones ICE son muy importantes también porque te ponen un compromiso con los demás involucrados. Entonces, es muy diferente, muchas veces no tenemos la posibilidad de tener la cámara prendida todos, porque yo solamente tengo máquina escritorio. Entonces, si bien es cierto, es más rápido el flujo de información, porque estas como que mostrando planos o cualquier tipo de archivo de manera más rápida en una sola pantalla y las personas están en línea, pues no tienen el problema antes esperado que era “No pude asistir a esta reunión por tráfico”, “por una obra” o por lo que quieras. Entonces ya la gente se conecta rápido y es un poco más rápido para la resolución de algún conflicto o lo que se quiera ver en el momento. Pero, por otro lado, nunca estará de más tener esta interacción física con las personas, en el sentido de que

compartes, intercambias opiniones y, a su vez, el hecho de estar presentes, el hecho de estar viéndose los unos a los otros y resolver un problema o pactar un entregable, pero de manera personal, creo que lo hace un poco más comprometedor y eso es parte de una sesión ICE, sobre todo. Entonces sí, yo voy al 50-50.

E: Y, ¿Qué beneficios brinda una sesión ICE para ti en el intercambio de información y conocimiento en cuanto a colaboración?

S: En ese sentido de las sesiones ICE, un poco más el flujo de comunicación, lo que se trata es tener un trabajo colaborativo, (tener) toda la información igual de manera transparente, trabajar bajo una carpeta en común, compartirlas y dimensionarlas dentro de las sesiones ICE para involucrar a las personas. Básicamente es la relación del flujo de comunicación entre todos.

E: ¿Hubo alguna experiencia en particular que recuerdes beneficiosa o negativa?

S: Más que todo he tenido beneficiosas. He logrado conseguir tener sesiones ICE cortas, pero sacarle el buen provecho, porque, si bien es cierto, tener una sesión ICE también implica tener tus temas por tratar, que también es un poco importante, porque estas sesiones son importantes porque son productivas, llegas y resuelves las incompatibilidades en conjunto y de manera más rápida. Pero también es muy importante tener la métrica de “no te excedas del tiempo”, o sea, si se pacta una hora y media, una hora y media. Porque, muchas veces, si no tienes pactado la secuencia de los temas a tratar, pues el solo hecho de empezar a hablar o desviarte del tema, o conversar entre los proyectistas de hasta algo como que la coyuntura política, es algo que varía y que hace que no tenga mucho sentido estas sesiones ICE. Eso es uno, lo otro es para nosotros siempre ha sido súper importante el tema de resolución de incompatibilidades. Como les comenté, nuestra última fase es la compatibilización entre lo del expediente y la obra. Es importante el involucramiento de todos los proyectistas cuando

se trata del primer sótano, que es un desastre a veces. No es lo mismo cuando los mismos proyectistas diseñan y luego le enseñan el modelo y esto no lo pueden ver en los planos CAD que es como que actualmente lo que nos entregan, y pues ahí tenemos una mayor interacción de entre todos y podemos encontrar una solución mucho más rápida.

E: Es decir, es muy importante tener una especie de agenda de los temas a tratar y también registrar que tan frecuentes las reuniones se alargan más para ver qué tan productiva es una reunión.

S: Sí, esas son las métricas que las aplicaba en mi proyecto. Usualmente una sesión ICE debería durar como máximo dos horas, para que sea como que productiva y buena. Entonces bajo este criterio es que uno también debe medirse, ¿Por qué? porque si tiene más de tres horas, bueno una que ya no prestan atención ya luego el pasado 45 minutos. También para poder tener o usar un tiempo y poder llegar a tratarlos los problemas, el por qué nos hemos reunido en estas sesiones ICE, para no irnos por las disyuntivas del asunto.

#### Entrevista 15:

E: Cuéntame un poco sobre tus años de experiencia laboral y tu rol en el proyecto.

S: Yo tengo 15 años de experiencia laboral, soy ingeniera civil, aparte de ser jefa de oficina técnica soy especialista de costos porque con las entidades públicas hay personal clave. Como personal clave, por ejemplo, está el especialista estructura, de arquitectura, entonces uno de esos especialistas es de costos. También es una de mis funciones, (por ejemplo), realizar la valorización, estimar las valorizaciones para la entidad y aparte ver la ingeniería del proyecto.

E: Perfecto, entonces eres jefa de oficina técnica, pero eres especialista en costos.

S: Claro, pero para la entidad, no tanto como una gestión de proyectos. En gestión de proyectos en realidad costos es el que ve el resultado operativo, pero no, para las entidades públicas, costos es quien realiza las valorizaciones.

E: Son las valorizaciones para la entidad pública más que todo.

S: Exacto. No es la gestión en la que realizas el costo/venta. No es ese control de proyectos que normalmente se hace, son las valorizaciones en sí.

E: Perfecto, ahora cuéntame, ya para introducirnos más al tema de la colaboración, de qué manera colaboras con otros actores del proyecto, (ya sea) de diferentes áreas o especialidades o con tu equipo.

S: Mira, por ejemplo, nosotros como área de oficina técnica, tenemos que entregar la información del proyecto para que el área de producción lo pueda construir. Nosotros como oficina técnica revisamos todo lo que es el expediente y aparte que todo el proyecto debe revisar el contrato, para ver cuáles son nuestros principales requerimientos que nos indique el cliente. Pero, como oficina técnica, tenemos que hacer las compatibilizaciones del proyecto para entregar los planos de construcción a producción, tenemos que hacer las solicitudes de materiales permanentes o los materiales que son definitivos para el proyecto. Entonces, de esta manera apoyamos para culminar el proyecto. Hacemos las solicitudes permanentes, la compatibilización de los planos, acá como es un hospital hacemos planos de pre instalación y sketch que es ayudado con el BIM.

E: Perfecto. Colaboras con las áreas de producción y también dices que solicitas materiales a sus proveedores

S: Sí, también. Vemos el alcance de los subcontratos. Como nosotros manejamos todo lo que es el expediente técnico y todo el alcance del proyecto, sabemos cuáles son nuestros requerimientos para realizar las compras y realizar los subcontratos.

E: Perfecto. Ahora pasamos a los tres pilares que abarca esta entrevista, que es el entorno común de datos, las sesiones ICE y un poco de Lean. Entonces, comenzando con el entorno común de datos, ¿Podrías relatar con el mayor detalle posible tu experiencia trabajando con BIM, o sea, por ejemplo, trabajando en una plataforma donde tengas que trabajar en el mismo modelo con bastante gente?

S: Con el Revizto, por ejemplo, hacemos el recorrido del 3D, visualizamos los issues y, mediante los issues, cada persona que tiene acceso al Revizto puede ver las incompatibilidades que hay. Si las puede resolver en el mismo Revizto puede poner imágenes o archivos, si ya lo absolvieron o si no, si queda todavía pendiente, ahí ya se generan las sesiones ICE.

E: Perfecto. Se podría decir que la plataforma que usas (Revizto) es para usar el mismo modelo con mucha gente.

S: Sí.

E: También me dices que lo que no puede solucionar lo llevas a una sesión ICE.

S: Claro, lo que no se puede solucionar, por ejemplo, si entra algún especialista de sanitarios y hay una interferencia entre sanitarias e instalaciones eléctricas, entonces, el especialista en sanitarias puede agarrar y decir “Oye mi ramal puede ir por la derecha”. Entonces, él puede resolverlo en el Revizto, pero, si no lo puede resolver y le hace la consulta al de instalaciones eléctricas, esos determinados issues ya lo resolvemos en la sesión ICE.

E: Perfecto. Ahora cuéntame cuál es tu experiencia trabajando en Revizto, si encontraste ventajas o desventajas.

S: Es ventaja porque pueden entrar las personas que están ejecutando el proyecto, los proyectistas, los subcontratas, entonces, ahí también les compartes el modelo mediante él

Revizto y le das acceso a que ingresen, y de manera colaborativa resolver las incompatibilidades que existen en el proyecto en el 3D que ya se modelo.

E: ¿Encuentras algunas complicaciones?

S: No, es bien práctica la plataforma. Igual el coordinador BIM del proyecto hace una pequeña inducción para hacer las indicaciones de cómo se maneja y todos ingresan y ponen ahí inclusive ver el modelo o ver si existen incompatibilidades, descripciones y todo eso.

E: Entonces el coordinador BIM es el que se encarga de hacer la inducción

S: Exacto.

E: ¿Es un proceso pesado o es un proceso rápido?

S: Es rápido, unos diez minutos. Vemos quién debe de estar en esta plataforma y el coordinador BIM le da el acceso, y le hace la pequeña inducción para que sepa cómo poner este los issues y cómo resolverlos, cómo contestarlos, normalmente simplemente con un correo electrónico para que puedan tener acceso y puedan entrar a la plataforma.

E: Perfecto. ¿Hay problemas o ventajas sobre cómo está organizado la plataforma, como, por ejemplo, por el tema de versiones que puede que se no este actualizado, etc?

S: Si se actualiza. En realidad, eso lo hacen ya en nuestra sede principal y nos avisan. Como pagamos igual por determinado número de accesos, también nos avisan cuando se va a vencer el pago y eso. Aquí, por ejemplo, de repente hay alguien, alguna subcontrata que ya finalizó su trabajo con el proyecto para darles a otras también se tiene que hacer esa actualización para que tengan acceso otras personas.

E: Perfecto. Entonces, no encuentras desventajas.

S: No, no encuentro desventajas en realidad.

E: Ahora, ¿Conoces lo que es métricas, de manera general?

S: Sí.

E: ¿Hay alguna métrica que tú uses en ese trabajo de revisión, modelado de información que veas que sea útil al trabajar?

S: Mira, las métricas que usamos nosotros son, por ejemplo, cuántas incompatibilidades detectamos y cuántas resolvemos. Se busca presentar cantidades de interferencias e incompatibilidades anticipadas durante una semana, entonces, ahí se ve cuántas incompatibilidades resolvemos con el modelo.

E: Y eso te parece bastante útil o te parece que no aporta mucho.

S: Definitivamente nos ayuda para mejorar. La métrica es interferencias cerradas entre la indiferencia total, esa es la métrica.

E: ¿Alguna otra métrica que recuerdes o esa es la única métrica que usan por el momento?

S: Por el momento es la que más recuerdo.

E: Ahora, ¿Hubo algún momento en que hubieras preferido trabajar de manera presencial en una sesión ICE un lugar de un entorno común de datos a la hora de resolver problemas? S: Cuando ya no se puede resolver, porque la plataforma común de datos es solamente la plataforma y la otra persona si en el momento la persona puede acceder a los datos. De hecho, la etiqueta en el cuadro en un tipo chat etiqueta a la persona que puede resolver, pero no es tan efectiva o tan rápida como una sesión ICE. O sea, por ejemplo, tienes un issue y en ese issue, por ejemplo, no lo puede resolver el ingeniero de mecánicas y etiqueta al ingeniero sanitario, pero hasta que el ingeniero sanitario responda esa consulta no sabemos cuánto puede demorar. Puede demorar un día, dos días, entonces, cuando ya no se resuelven,



se lleva una sesión ICE, que ahí están todas las personas que están involucradas en la agenda que se lleva a la sesión ICE. Son más rápidas y más efectivas en esa reunión.

E: Perfecto, ahora, relátame tu experiencia participando en sesiones ICE en ese proyecto.

S: Primero, tenemos las interferencias que no las resuelve en el Revizto. De esos haces una agenda de la sesión ICE. Entonces, de esa agenda, se invita a los involucrados, por ejemplo, si esa sesión es para ver las alturas del piso técnico del data center. Entonces, a quien estas invitando es a un ingeniero estructural, a la arquitecta de acabados, al ingeniero de comunicaciones y, entonces pues armas la participación de acuerdo a la agenda que quieres resolver.

E: ¿Y esa agenda quienes las elaboran?

S: Acá, por ejemplo, el coordinador BIM y la especialidad que necesite resolver temas. Ahorita, por ejemplo, normalmente acá en el proyecto puede ser el ingeniero de equipamiento médico o la arquitecta. Pero, si estuviéramos de repente en la etapa de estructuras, de repente él puede convocar la reunión y quiere resolver problemas es el ingeniero estructural.

E: Es decir, depende de la etapa.

S: Exacto. También tenemos que tener en cuenta con el cronograma del proyecto o con lo que normalmente hacemos el Lookahead para ver qué es lo que se nos viene y armar la agenda de acuerdo a los puntos que tengamos ya en las próximas semanas.

E: Ahora, de la misma manera que hicimos con el punto anterior, cuéntame algunos beneficios y algunas desventajas o problemas que hayas tenido con las sesiones ICE de manera general.

S: Bueno beneficios es la rápida solución de incompatibilidades. Ese es en realidad el macro de mis beneficios. También evitar los retrabajos y al evitar los retrabajos evitas costos. Ese es uno de los beneficios mayores o macros de las sesiones ICE.

E: ¿Y algunas desventajas?, porque, por ejemplo, he entrevistado a un proyecto anterior y me dijeron que no le gustaba que sea tan larga.

S: Eso sí, por eso es bien importante de ver quiénes son los participantes porque de repente introduces un participante que en realidad no tienen mucha participación y lo estás haciendo perder tiempo. Tienen que ser muy efectivas y normalmente si duran bastante, el promedio son tres horas a cuatro.

E: ¿Manejan algún tipo de estándares o está organizado de cierta manera? ¿Cómo se encuentra ese proceso de las sesiones ICE?

S: No, simplemente la agenda y un acta.

E: ¿El acta es al finalizar?

S: Desde un inicio estas con el acta. En el acta van a ir los participantes, la agenda y los acuerdos.

E: ¿Eso (los acuerdos) cómo funciona exactamente? ¿Es algo así como un compromiso? S: Claro, es un compromiso, la respuesta, cuándo, el responsable, las acciones que se van a tomar y el estado, si es pendiente, liberado, el proceso, etc.

E: Interesante que haya un factor ahí de compromiso.

S: Exacto.

E: ¿Manejan una métrica en las sesiones ICE? por ejemplo, número de incompatibilidades resueltas, etc.

S: Claro. También, de acuerdo a las soluciones, algo parecido a las incompatibilidades, de acuerdo a la agenda las soluciones que se van dando. Solución e interferencia de incompatibilidad más o menos.

E: Bueno, ahora finalizamos con Lean construction. Cuéntame tu experiencia colaborando utilizando Lean construction, herramientas como Last Planner System, trenes de trabajo.

S: Bueno, de acuerdo al área en el cual yo participo, colaboró es la liberación de restricciones y estar presente en el Last Planner. También a veces en el Pull Planning, porque nosotros somos los únicos en hacer los subcontratos, materiales permanentes, entonces tenemos que ver en el (i) a producción para que sepa en qué momento va a llegar tal material, en qué momento tal subcontrato ya está liberado de su contrato o, de repente, en el momento que estamos en el Last Planner existe una restricción, entonces indicar a producción que no programe porque exista tal restricción y si programa esa tarea obviamente que su PAC (porcentaje de actividad completada) le va a salir con un porcentaje que no es la meta o lo previsto para el proyecto.

E: O sea, te encargas de ver restricciones y también les avisas si hay una restricción que les impida avanzar.

S: Exacto.

E: Perfecto, ¿Me podrías relatar una experiencia positiva y negativa planificando utilizando Lean construction y colaborando?

S: Definitivamente es el valor agregado para todas las actividades de Lean. Minimizas costos y tienes que maximizar recursos. En lo que es la etapa de las restricciones, las personas que ponen las restricciones no las hacen muy detalladas o de repente se anticipan mucho, y las que están de acuerdo al Lookahead, por ejemplo, una restricción es que veas el jardín verde

en la azotea cuando recién todavía estamos en la etapa de cimentación. Pueden ponerlo, pero no es una restricción que le impida en el momento o en las seis

Semanas/ocho semanas que estamos viendo el Lookahead.

E: Entonces, me dices que hay un problema definiendo restricciones y también que hay algunas que se anticipan mucho.

S: Exacto.

E: Eso es lo que dirías no está bien más o menos.

S: Exacto. También del tipo de proyecto, si es una EPC, si es solamente construcción, porque, a veces hay restricciones que son externas, no simplemente del proyecto de repente en el PAC en su plan de cumplimiento también deben indicar que es algo que no se cumplió por algo externo. Por ejemplo, alguna municipalidad, alguna concesionaria de luz o agua, ahí se tienen que definir bien cuáles son las restricciones y cuáles son los involucrados en todo el Lean, en todo el sistema y detallar bien las restricciones, no ingresar restricciones por simplemente ingresar y ya decir que los de producción cumplieron con ingresar restricciones. Por ejemplo, vanos del piso 1, vanos del piso 2, vanos del piso 3, o sea, si tengo 20 pisos en mi edificio, tengo 20 restricciones que son todas iguales.

E: Es decir, muy repetitivo, redundante y no aporta.

S: Exacto. En realidad, sería una restricción y sería “Vanos del edificio del piso 1 al piso 20” sería solamente una restricción y que lo sepamos. Eso pasa con esto del Lean.

E: Perfecto. Ya para finalizar esta entrevista, la última pregunta es de si hay alguna métrica que te parece de mucha utilidad o cuáles métricas te parecen prioridad para ti.

S: Bueno, el plan de cumplimiento. Nosotros también ahorita tenemos métricas de restricciones, de cuántas semanas nos anticipamos en las restricciones. Es decir, de repente

a cuatro semanas, cinco semanas, seis semanas, estamos evitando de que las restricciones se registren, por ejemplo, si necesito para la siguiente semana se registren a una semana, entonces, nuestra métrica ahorita es que deben de ser de cuatro o cinco semanas el registro de restricciones. Esa es una métrica que estamos ahí metiéndole punche.

E: Eso me parece algo diferente, no lo había escuchado en otros proyectos que deban anticiparse a cuatro o cinco semanas las restricciones y que no sea a una semana.

S: Sí, y estamos midiendo eso.

E: Claro, y ¿Cómo que midiendo exactamente?

S: Estamos midiendo eso. Por ejemplo, cuántas restricciones se registraron que se van a ejecutar en cuatro semanas, en diez, en tres semanas. Entonces, mientras más alejada, el porcentaje va a ser mayor.

E: Bien, y eso en qué piensas que te ayuda más.

S: Porque nos anticipamos más y no estamos corriendo en los proyectos que estamos en provincia, que no es tan rápido conseguir, por ejemplo, si te piden mano de obra, si te piden materiales, tienen que anticiparse.

E: Interesante, o sea como no hay muchos recursos ahí tienes que ser un poco más anticipado.

S: Exacto. Por ejemplo, normalmente en un proyecto el lookahead se maneja a 3 semanas, en este lo estamos manejando a 6 semanas.

#### Entrevista 16:

E: ¿Cuál es tu rol en el proyecto y cuántos años de experiencia laboral tienes? creo que eres coordinador BIM...

S: Bueno con C. (la empresa) voy por un año, pero si hablo en torno a todo mi desempeño voy como 5 años en el área BIM.

E: ¿Podrías describir, de forma general, de qué manera colaboras con otros actores del proyecto? De manera general. Está bien que me digas con tal o cual plataforma o manera...

S: Usamos plataformas herramientas digitales, en este caso es el Revizto, que es una aplicación con la que nosotros interactuamos tanto los especialistas que estamos fuera, como también los que estamos aquí en obra. Pero, si sabes este el tema de revista tiene la licencia a un costo, entonces tratamos de manejar, digamos, las licencias adecuadas con la cantidad adecuada para el personal adecuado que en este caso está obra y otro para supervisión. Para este proyecto tenemos cuatro licencias, nada más. Cada licencia te permite ingresar hasta 5 usuarios en el caso de Revizto. Tenemos como que una licencia para supervisión. Nosotros nos quedaríamos con tres licencias. (Eso) por cinco sería para 15 personas, pero en obra, al ser un proyecto hospitalario también tenemos subcontratistas y el personal a cargo, entonces se da una facilidad en, digamos, no comprar las licencias, sino interactuar con plataformas gratuitas, como es el A360, que lo usamos o también hemos usado el software de Dalt Books, también. En algunos casos, también hemos usado el Boeing con temas de realidad aumentada y bueno hemos usado algunas plataformas gratuitas, pero para el personal de campo, más que nada

E: Ah ya perfecto. O sea, como que en Revizto tienes que usar licencias de costo, pero también han optado por plataformas gratuitas.

S: Así es, por el tema de recursos que hay más recursos que necesitan visualizar el modelo por la cantidad de instalaciones, entonces para no adquirir más licencias generan un costo adicional hemos optado por otras plataformas

E: Perfecto, ahora vamos a pasar a la siguiente pregunta. Vamos a empezar con una pregunta introductoria, que consiste en que me relates con detalle tu experiencia trabajando con BIM o con modelación en los distintos softwares que puede ser Revit o Navisworks en un entorno común de datos.

S: A ver, yo entiendo un entorno común de datos como un almacenamiento. donde todas las personas pueden interactuar de manera que la información se quede actualizada día a día y tengan la información correcta. Entonces, he visto, a nivel de información, los que estamos trabajando aquí en C\*\*\*\*\* es bastante con el tema de visualización. En entorno común de datos podríamos ver el mismo tema de la red. Trabajamos con servidores, tenemos una red única en donde todos tienen ingreso a la información del proyecto. Por otro lado, por tema de, digamos, virtual, no ha sido un trabajo presencial y, actualmente, con la tecnología pues hemos usado entornos comunes de datos como el BIM 360 también está el tema del da luxe que también usado con la plataforma colaborativa. Está el Trimble Connect, que también lo he llegado a utilizar. Otro ha sido el LBA también, con modelos y IFC. Entonces, en mi experiencia, digamos, todos tienen su particularidad. Depende también el uso que le vayas a dar, como el entorno común de datos.

E: Y bueno, cuál sería tu experiencia de trabajo colaborativo, pero en un proceso de producción de información. O sea, con producción información me refiero a, por ejemplo, cuando modelas o cuando revisas un modelo. ¿Algún punto o detalle que hayas notado? ¿Un problema o algo que consideres importante mencionar?

S: A ver, cuando modelo, normalmente, siempre he usado en este caso el Revit para, el tema de todas las especialidades. Para el tema de estructuras metálicas también en unos casos es el Revit, en otros casos es el Tekla. ArchiCAD también para arquitectura. El plan o cocina también para temas de arquitectura, pero por tema del beneficio más que nada el Revit, por

tema también de que se usa más en el mercado. Un tema o problema que vi yo habitual ha sido el tema de la capacidad, en este caso del hardware y del software. A veces el tema de las licencias lo que te limita, el que hayas comprado o adquirido del propio Autodesk, en este caso C\*\*\*\*\* sí lo tiene. Y el tema de hardware me refiero al tema netamente de las características del equipo que vayas a utilizar para el proyecto que vaya a realizar. En este caso, C\*\*\*\*\* usa laptops. Bueno, hemos tenido problemas de RAM y todo eso, pero en consideración en juicio con la experiencia que tengo, al menos yo considero que es una mala inversión o una mala práctica ponte hablar de modelos encima de 300 Mb, 400 Mb o 500 Mb. Ahí se debe optar por una especie de escritorio, entonces es un problema creo convencional. Que dicen que sí por el tema de la facilidad de movernos y todo, sí, pero al menos para las personas, digamos, que ven netamente la parte técnica de modelado, se debería considerar una computadora, porque es mucho mejor a nivel de procesamiento de información de datos que vaya a tener dentro del modelo.

E: ¿Y hay algún problema que hayas notado a la hora de trabajar simultáneamente? Porque, claro, es un trabajo coordinado donde varias personas se alimentan, ¿la información o el modelo?

S: Cuando trabajamos en red con un servidor no hay ningún problema. Todo trabaja de forma vinculada o creas un archivo central y tiene los archivos locales y no tiene ningún problema porque tienes un servidor activo la presencia con todo tu equipo de trabajo. Pero si hablamos de, digamos, cuando trabajas con personas que están afuera, no en una sola misma ubicación, no en un único espacio, usar un entorno común de datos sí ayuda bastante. Yo he usado en estos casos el Trimble y también el BIM360 que sí te ayuda, pero también depende del ancho de banda, porque necesitas estar cargando, estar actualizando y también a veces te perjudica por el tema del tiempo, que de cargar el archivo voy a tener el último archivo procesado.



Con los flujos de trabajo aquí en obra no he tenido problemas porque todos tenemos el acceso al mismo servidor. Todos estamos en una misma red y todos tenemos acceso.

E: Perfecto, o sea no hay problemas, así como, por ejemplo, de interoperabilidad...

S: Cuando hablamos de interoperabilidad es cuando tenemos otros tipos de formato. Hablamos de open BIM, en este caso todos estamos trabajando en archivos nativos de Revit, pero, por ejemplo, el tema de las coberturas metálicas del proyecto se ha trabajado en Tekla. En este caso lo hizo el contratista y ahí así nos pasó un archivo IFC. Pero, bueno al menos sabemos que el formato IFC ese es un formato compatible con varios softwares, en este caso con el Revit, entonces no tengo ningún problema ante eso. Simplemente solicitamos el modelo y lo coordinamos.

E: ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas que encuentras al trabajar en un entorno común de datos? compilando todo.

S: Digamos que la información, la última actualización de los archivos o la información verídica la tengamos a la mano actual y libre hacia todos, que todos puedan ver esa información. Eso es 1, 2 digamos es la velocidad con que se trabaja también los archivos en nuestro contorno común de datos local. Sobre todo, que sea accesible, no es que nadie de alguien porque todos trabajamos en la red.

E: Perfecto, o sea, dice que también la velocidad es una ventaja.

S: Sí porque como te digo, al tener un servidor es una gran ventaja. Si trabajáramos en la nube, la restricción sería el ancho de banda de internet

E: Y alguna desventaja encuentras del entorno común de datos.

S: Pueden ser las restricciones, porque depende el área también te restringen el acceso a algo, a cierta información.

E: ¿O sea hay alguien que gestiona la plataforma?

S: Claro, hay un área de dic del proyecto, o sea, tú no puedes entrar a ver, cómo eres BIM, no puedes entrar a ver una información de gerencia, entonces hay restricciones como en cualquier entorno común de datos, depende del área que tengas o el puesto o el cargo o la responsabilidad te limitan cierta información.

E: ¿Conoces lo que son con métricas? ¿Hay alguna métrica que se utilicen cuando trabajan en un entorno común de datos para evaluar su trabajo?

S: Como entorno común de datos, no. Pero como plan VDC dentro de C\*\*\*\*\*, sí. Es a nivel general de toda la metodología BIM. Ahí sí manejan unas ciertas métricas, como el tema de interferencias, soluciones de diseño, sesiones ICE eso se maneja.

E: ¿Al momento de trabajar o de producir información, hubo algún momento en que hubieras preferido trabajarlo de manera sincrónica, en una sesión ICE, en vez de trabajarlo en un entorno común de datos? O sea, como que tu dijiste: “bueno esto no lo puedo trabajar en un entorno común de datos, necesito trabajarlo de manera presencial, en contacto más directo”.

S: Es que es distinto. La sesión ICE es para solucionar algún problema que se pueda suscitar dentro del proyecto o en la realización del proyecto, mientras que un entorno común de datos para mí es un lugar donde almacenar toda la información que tú necesites. Ahí no vas a solucionar un problema. Puedes poner la solución ahí en el informe o carta, lo que fuese, pero como tal, la solución verbal con los demás especialistas o stakeholders del proyecto, lo vas a hacer en una sesión ICE. No los vincularía yo esos conceptos la verdad.

E: Claro, o sea, por ejemplo, anteriormente me habías comentado que hay unos detalles que se pueden trabajar en un entorno común de datos consultando mediante la plataforma a la persona si esto se puede resolver, o no, pero algunas veces no se puede resolver.

S: Claro, por ejemplo, BIM 360, Trimble, Revizto son plataformas que permiten realizar digamos interferencias o las nubes de revisión, las más conocidas. Añades un responsable, pones una fecha y la respuesta. Entonces, por ahí puedes digamos llegar a pedir una solución o consultar algo, o una falta información. Pero ya ahorita con las tendencias actuales que tenemos creo que hacer un Zoom, un Meet, un Teams es mucho más factible y más rápido también. Entonces, optamos más por esto que mapear una nube de revisión en el Revizto y que lo vea el especialista. Antes de repente, pero ahorita ya se ha masificado bastante el tema de las reuniones virtuales, por decirlo así. Entonces, es mucho más fácil la respuesta de los especialistas.

E: Bueno ahora este pasamos el bloque de ICE. Y bueno, comenzamos tenemos una pregunta introductoria acerca de que relates, con el mayor detalle posible, tu experiencia participando en sesiones ICE. ¿Cómo ha sido tu experiencia? ¿Qué has observado, los resultados?

S: A ver, sesiones ICE sí hemos tenido varias a nivel de interferencias tradicionales, en choques de elementos de especialidades y también de equipamiento médico, como te comenté al inicio. Es un beneficio que, digamos, tratamos de solucionar todas las consultas posibles que pueda haber. Para esto, previamente se hace una agenda de todas las consultas. No es que vas e improvisas. Ya sea el coordinador BIM o el jefe del área, tiene que tener una agenda de todo lo que se va a tocar y tiene que haber enviado también a todos los especialistas y a todos los integrantes que van a estar dentro de la reunión, para que puedan estar informados y también puedan verse un pendiente como una ficha técnica o una especificación técnica, en donde ellos también puedan observar el problema o lo que se haya agendado. Entonces, sí te ayuda a solucionar. A nivel de interferencias, es lo más práctico porque solucionas algunas cosas con la experiencia del especialista digamos, de forma más rápida. También hay cosas que salen a la luz como tema de diseño. Entonces, es bueno porque salen cosas que faltan en el proyecto, pero no soluciones al instante, pero ya las

identificas. Entonces, eso es lo más resaltante. Te ayuda a interactuar y ver, también, el punto de vista de todos los especialistas. Porque en una reunión con un especialista, por ejemplo, un sanitario, tienes algún tema de interferencia o algo y para el más conveniente es que te vayas por otra ruta, pero no consideras otras especialidades. Entonces, una sesión ICE puede hacer que otro especialista diga “no”, no puedes ir por esa zona porque vas a estar a 50 centímetros de mi bandeja eléctrica, lo cual es perjudicial, o puede ser algún tema restrictivo según la normativa y todo eso. Entonces digamos que una sesión ICE ayuda a involucrar a todos, a todos los stakeholders del proyecto, de tal forma de que se llegue a una mejor solución, en un problema que pueda suscitarse en todo el proyecto

E: Ah ya perfecto. Claro, o sea, interesante que se necesite. Aun así, un especialista no esté directamente relacionado con el problema, puede que, en sí, sí aporte, puede que le afecte.

S: Indirectamente uno piensa que no, pero a la final es así, entonces, ¿en dónde te enteras eso? En una sesión ICE, donde están todos los involucrados. Y hay algunos que dicen, a veces, que las sesiones ICE son una pérdida de tiempo. Hay casos en los que, en los especialistas, estás viendo un tema sanitario y es netamente sanitario, pero también está el mecánico, el eléctrico Y su participación no es al 100%, pero los involucras porque hay casos como el que te comentó en que sí puedan salir a la luz y ahí sí pueden interactuar ellos. Por ambas partes siempre termina siendo más beneficioso que no beneficioso.

E: Ah ya perfecto. La siguiente pregunta es algo muy similar a lo que ya hemos comentado, que es acerca de preguntarte cuáles fueron los beneficios, los beneficios más importantes que hayas notado en el intercambio información cuando trabajas con sesiones ICE.

S: Para la resolución de problemas, incompatibilidades, interferencias, todo es el reflejo de posibles errores o faltas del diseño de un proyecto.

E: Claro, o sea, por ejemplo, qué beneficio encontrarías a una sesión que sea ICE a una reunión un poco más informal o lo tradicional. ¿Cómo diferenciarías?

S: Un beneficio es usar el modelo 3D, por ejemplo. Al visualizar el modelo 3D, puedes darte cuenta que instalaciones están y, por tanto, todos, las especialistas están involucrados. Cualquier cambio afecta a todos. Mientras una sesión 2D donde tradicional, con planos donde se incrementa sus planos impresos a mano no todos pueden involucrarse de la misma 2D o simplemente tus planos impresos o a mano, no todos pueden involucrarse de la misma manera. Al menos en temas de visualización ayuda bastante, como dicen, una imagen vale más que mil palabras.

E: Ah ya, el tema de visualización es muy potentes, dices.

S: Así es, para la detección interferencia en incompatibilidades, es posible soluciones que se pueden dar así.

E: La siguiente pregunta es a acerca de las métricas, si hubo alguna métrica o métricas que te parecieron particularmente útiles en una sesión ICE.

S: Por ejemplo, te voy a compartir ahorita. Dentro del área BIM, nosotros compatibilizamos estos puntos a nivel de métricas. La solución de interferencias, tiempo de solución de interferencias, tiempo de solución de observaciones de diseño, planos de campo compatibilizados. Estos puntos son las métricas de nosotros. Es lo que nosotros entregamos para el plan VDC, entonces uno de lo que tú me dices es la sesiones ICE, se ve en estas dos, tanto en interferencias, como de diseño. Por ejemplo, estas interferencias son las que vemos habitualmente como área BIM, pero son interferencias que nosotros vamos encontrando mientras vamos modelado y tenemos una métrica, que tiene que ser mayor al 90 por ciento de las respuestas. Tenemos historial de cómo vamos encontrando las interferencias cada mes o cada semana que vayamos a realizar estos informes. Y, por ejemplo, tenemos una métrica

interferencia. En una sesión ICE, tocamos todos estos puntos de la agenda. Muestras al responsable y vemos cuánto se soluciona en ese día, entonces ves en las sesiones ICE que todas éstas se han solucionado el mismo día, otras han demorado dos días, otras un día, dos días, un día. dos días, así. Entonces nuestra métrica es que esta solución de interferencias en las sesiones ICE no debe pasar de dos días. Entonces estamos dentro del rango si te das cuenta. Por ejemplo, en el mes de noviembre hemos llevado a 2.4 días por cada actividad o por cada interferencia detectada, mientras que, en los meses superiores, por ejemplo, enero hemos reducido esta brecha: tenemos 1.21 días por cada actividad. Entonces esa es nuestra métrica, nos ayuda a ver cómo estamos yendo, digamos, en un tiempo determinado, según la cantidad de interferencias, la solución que nosotros le damos y la cantidad de días más que nada. Eso es de interferencias, de diseño son mínimas, pero sí se dan, entonces acá el tiempo también es mayor. La métrica es que tiene que ser menor a 5 días. En caso de interferencia, dos días y, diseño, cinco días. Entonces ha habido meses en el que ha habido diseños, digamos, complicados, de mayor énfasis del proyecto, con mayor detalle, y han tomado hasta 22 días, en meses anteriores, porque eso ha sido un cambio sustancial. Pero ha habido otros casos que ha habido diseños más simples, que han tomado estrategias, entonces también es una métrica para ir viendo. Y a las finales irá un reporte que me diga: oye, ¿por qué tantos días o qué actividades han sido o por qué se ha dado? Entonces, ya es un tema de buenas prácticas, a las finales, para que en otros proyectos no suceda lo mismo y lo tengan en cuenta entonces. Entonces, vamos tomando esas métricas nosotros.

E: Ah ya, se podría decir que las principales son el número de interferencias que, si no me equivoco, dijiste que era el mayor al 90% solucionadas con como mínimo y también tienen un tiempo de solución que es de 2 días y de 5 días. Eso los ayuda a saber si está bien. Y, alguna métrica de entre esas que es particularmente más beneficiosa, entre comillas, se podría decir, ¿o todas son igual de importantes?

S: Todas se complementan, una es diseño y otra es compatibilización normal, tradicional. Entonces, se complementan, no hay una mejor que otra.

E: Y entonces, cuando mencionan que hay un tiempo de dos días eso quiere decir que eso ya lo solucionan como que aparte de la sesión, o sea, agendan algo en la sesión y lo tratan de solucionar rápidamente,

S: Durante ese día, porque la sesión ICE no te dura un día, te dura una hora, hora y meda, entonces tienes el resto de ese día para solucionarlo y hasta el día siguiente para poder solucionar.

E: ¿La duración de la sesión ICE es una hora, hora y media?

S: Lo más corto posible, porque a la larga es un poco aburrido y no es muy productivo, entonces, agendamos los puntos más importantes en una sesión de una hora, hora y media, exagerando, y los otros puntos, si es que hay más por tratar, ya en una próxima sesión.

E: Pasamos al último bloque que es, el de Lean. Comenzamos con una introducción, para que puedas relatarnos, con el mayor detalle posible, tu experiencia colaborando con Lean, o sea, utilizando las herramientas, con otras personas, con otros profesionales, con otros especialistas

S: Como Lean tenemos visto el tema de la aplicación de la metodología de Last Planner System. Hemos visto el análisis de restricciones con el modelo. Hemos visto el tema también de secuencias constructivas, también de sectorización. A nivel del casco estructural, control y avance de obra, digamos que ha sido aplicado de una cierta manera.

E: O sea han aplicado Last Planner System, el análisis de restricciones para el modelo mencionaste algo así.

S: Claro, o sea, tienes la reunión, la sesión ICE, ves el modelo, más o menos conoces tu frente de trabajo, ya sabes que tienes tabiquería, arriba tienes instalaciones, y vas viendo qué cosas te van a restringir para que entres a esa área a trabajar o a ese frente de trabajo. Entonces puedes decir, en un ambiente de tabiquería húmeda, que puede ser los ladrillos, y tú quieres empezar a colocar todas tus tuberías de instalaciones, pero una restricción puede ser que todavía no puedes colocar porque te falta, no sé, la primera mano de pintura o te falta es el tema del tarrajeo de muro, entonces puede ser una restricción porque no puedes ingresar a ciertas áreas. Que es distinto a una tabiquería seca, como drywall o simplemente tienes tu perfil y puedes ingresar todas sus tuberías. Por un lado, llega seguramente tu panel, en este caso drywall, lo colocas y ya. Entonces, no te restringe. En casos así te ayuda.

E: Y, con respecto a Last Planner System, hay algo que creas que sea necesario mencionar, por ejemplo, algo específico que hayas notado en esta obra, que es el hospital, que lo diferencia de otro tipo de obras, con otras características.

S: Sí, por ejemplo, el Last Planner yo veo que lo utilizan en un software llamado Power Project. Es un software que yo no he visto en otras empresas, la verdad. Es muy interactivo, ayuda bastante y también se puede vincular directamente con el modelo 4D, entonces, ayuda.

E: Sí, yo tampoco había escuchado de ese software.

S: Sí, la verdad que es nuevo también, pero ayuda bastante la verdad. Es muy bueno.

E: Y bueno, quería preguntarte experiencias positivas o negativas utilizando Lean, en este proyecto, específicamente.

S: Para el análisis de restricciones, la confiabilidad en cuanto a lo planificado versus lo ejecutado, la reducción de variabilidad que pueda existir en el proyecto, eso en cuanto a los beneficios. El (problema) es el tema de que necesitas recursos, un personal que vaya a campo



y vaya viendo lo ejecutado y vaya plasmándolo dentro de un modelo, o en un informe semanal que se presenta. De ahí otro beneficio o desventaja no le veo.

E: O sea, se podría decir que, en sí, que haya que requerir personal específicamente que trabaje en eso es una poco largo.

S: Sería una desventaja porque toma horas hombre para hacer algo, simplemente tomar datos de que se está ejecutando. Porque hay algunos casos que tomas ese dato y no llegas a más, solamente los plasmas en el informe y ya está. Hay casos en los que necesitas esa información para darle solución a otras cosas. Por ejemplo, con lo ejecutado, te haces la pregunta de por qué no se cumplió, qué pasó, entonces llegas a un punto en el que sigues, digamos, los siete o nueve porqués y al final llegas hasta la causa raíz del problema y le puedes dar una solución; mientras que en otros casos que he trabajado, simplemente es un control de avance y ya. Pero esas cantidades de horas hombre queda ahí, simplemente queda plasmado como que en un papel y no hay respuesta de acción.

E: O sea, me dices que hay casos donde es posible que mejorara un proceso constructivo, pero hay el caso donde sólo queda como un dato. Igualmente, ¿hay alguna métrica que conozcas de Lean que consideres que es de mucha utilidad, que puedas mencionar, ya para finalizar con esta entrevista?

S: Yo no lo manejo, pero el área de control de proyectos, al menos, si lo he visto que manejan, que es digamos la métrica de detección de restricciones. Ven cuantas restricciones se han ejecutado o han visto, por parte del área de producción, el área técnica o calidad, entre otras a un plazo. O sea, en una semana, cuantas interferencias se ven; en dos semanas; en tres semanas y en cuatro semanas. La proyección es que sen más, para tener mapeadas todas esas restricciones: yo de acá a cuatro semanas necesito que esté el ladrillo de 18 huecos o lo que fuese, en obra porque lo necesito para tal área. Entonces, ya estas, digamos, encontrando esa

restricción a futuro. Entonces, vas identificado cada restricción y eso de ahí el área de proyectos tiene como una métrica. Y a las personas, por ejemplo, ves como a los ingenieros se les premia con una gift card con un valor en soles de acuerdo a la cantidad e interferencias que han encontrado y también de acuerdo al tiempo. Otro punto es la calidad de restricciones: no es decir simplemente necesito 10 bolsas de cemento, sino ver más a fondo, más a detalle esas restricciones, qué tanto impacta realmente en el proyecto.

E: Interesante. Sí me mencionaron eso, pero no sabía eso que también había un sistema de recompensas ahí. Interesantes para poder incentivar.

S: Sí, tratan de motivar e incentivar al personal a cargo de todas las áreas, de tal forma de que todos puedan encontrar eso. En este caso lo hacen en las restricciones. Bueno, hay reuniones de restricciones que pasan mediante Excel o sino mediante la plataforma del tren

E: Justo te iba a preguntar eso que afrontar ahí parecía que había un programa.

S: Sí, usan los dos: el Excel o si no, el Trello. El Trello es como que lo ven a futuro, restricciones no tan importantes, pero el Excel, digamos, son restricciones críticas, por decir así, que apagan el incendio.

#### Entrevista 17:

E: Podemos empezar con un poco de introducción acerca de qué rol tuviste y con cuántos años de experiencia cuentas.

S: Yo tengo seis años de experiencia en la construcción. De esos seis años, los seis años han sido dedicados a proyectos implementando la metodología BIM. Yo trabajo actualmente en C\*\*\*\*\* en un proyecto llamado templo de Antofagasta, no te puedo decir el nombre por confidencialidad del cliente, pero es un templo para los mormones en Chile, Antofagasta. La región se llama Antofagasta o la provincia. Mi rol en la organización yo soy

coordinador BIM, veo todo el tema BIM relacionado directamente aplicado a lo que son procesos constructivos. Mi perfil de coordinador BIM no es un perfil de programador o de un tema más alienado a la automatización, mi perfil de coordinador BIM es orientador netamente a la construcción y al ahorro de tiempo de re procesos utilizando un modelo colaborativo, vale, porque hay diferentes perfiles, imagino que ya has tenido entrevistas con diferentes coordinadores BIM y alguno te habrá podido comentar qué es programador en Python, programador en C++ u otros más que son coordinadores que están más orientados a la automatización o el uso de softwares nuevos. En mi caso mi formación siempre ha sido en la etapa de construcción y de diseño, pero orientada a resumir procesos o reducir procesos normales en la construcción aplicando en temas puntuales lo que es los modelos BIM. Yo no he desarrollado aplicaciones ni desarrollados softwares, vale, eso sería con respecto a mi rol.

E: Perfecto, es un rol bastante específico con respecto a otras respuestas. Otros me comentaron únicamente supervisión, ejecución, control respecto a ser coordinador. Bien, pasemos a la siguiente, también es una pregunta general y es: ¿Podrías describir de qué manera colaboras con otros involucrados del proyecto? O sea, colaboración un poco más general del día a día en el trabajo.

S: Mira, normalmente en un proyecto desarrollado con PPM o con el manual de gestión de proyectos tiene diferentes áreas. Oficina técnica o ingeniería, que se trata del diseño, te voy a hablar actualmente ya, en la construcción o durante la construcción; de ahí, tenemos también el área de planeamiento y control de proyectos que ve el tema de costos y de cronograma, y ver el cronograma general que tenemos con el cliente; de ahí, tenemos la etapa de producción o la rama de producción que es netamente la parte más importante de todo proyecto de construcción el cual ejecuta todas las partidas o hace posible el proyecto. Tenemos la etapa de seguridad o el área de seguridad, que hace posible que todos los trabajos

que desarrolla producción los haga de manera segura. Mi relación con oficina técnica es que yo soy del soporte de ingeniería del proyecto. Hacemos simulaciones, analizamos situaciones para evitar retrabajos durante la ejecución de la construcción, emitimos metrados, emitimos planos, simulamos propuestas para el cliente. El fenómeno de este proyecto donde estoy es un tanto diferente hablando de un proyecto el estado. En un proyecto el estado una construcción es cuadrada y al final de la construcción va a seguir siendo cuadrada, en cambio, en este tipo de construcción donde el cliente puede decidir cualquier tipo de cambio. Por ejemplo, la construcción que empezó cuadrada puede terminar siendo triángulo si al cliente se le anima o es convencido por sus arquitectos. Entonces, eso te exige que tengas una buena velocidad de respuesta, y que mejor teniendo herramientas o usos BIM orientado a toda la gestión VDC. Luego, en producción, la manera colaborativa con la que interactuamos es la velocidad respuesta con respecto a metrados o planos de avance. Por ejemplo, en campo hubo algún problema como que no puede vaciarse por algún tipo de problema con el acero o alguna instalación MEP tuvo conflicto más allá de los planes de taller que son la teoría, damos apoyo en lo que es la simulación y una alta velocidad de respuesta. En planeamiento nosotros hacemos control de avance con modelos BIM. Lo que hacemos es parametrizar el modelo, llenamos de información el modelo, cosa que podemos registrar en el modelo 3D cuánto está avanzando el subcontratista o el contratista general y con eso podemos tomar decisiones. Por ejemplo, todo subcontratista que trabaja en una construcción trabaja con un cronograma dado, hasta el contratista general tiene un cronograma dado frente al cliente y utilizando las herramientas de Lean construction te exigen utilizar un Last Planner. El Last Planner o el último planificador te obliga a ir simulando, ya sea cuatro semanas a 6 semanas tu horizonte, y para que tú entiendas el alcance total de tu horizonte, lo que hacemos es integrar la construcción virtual con el cronograma. Lo que quiere decir es que las sesiones Last Planner puedes ver cuándo tienes que avanzar y

cuál es el metrado que tienes que avanzar. Cuando tú entiendes que en una semana tienes que vaciar, no sé, 30 metros cubos o tienes que avanzar 70 metros lineales de ductos y tienes poco personal, puedes tomar decisiones, tomas la decisión de avanzar menos, de planificar menos, menos horas o de meter más gente. En el área de seguridad, siempre la parte BIM o todos los modelos del proyecto te permite tener un panorama real de cuál va a ser el inicio y el final de un proyecto. ¿Qué quiero decirte con esto? Un personal de SSOMA o el jefe de soma está encargado de planificar y de ver lo que es la seguridad. Muchas veces lo que pasa normalmente en las obras es que el SSOMA solamente ve el día a día de los trabajos. (Por ejemplo) seguridad en el trabajo, que vamos a levantar una columna y solamente está viendo el día a día. Pero, por ejemplo, si tenemos un edificio de 10 pisos y sabes que vas a necesitar malla Raschel y para cuándo vas a necesitarlo. Es necesario que también el

SSOMA entienda por qué o qué zonas o cuáles van a ser los puntos de inflexión donde va a tener que tener mayor atención con respecto a la seguridad (como, por ejemplo) taludes, etc.

E: Ha sido interesante, lo has organizado de tal manera de que dijiste con la oficina técnica hago esto, con producción esto, con seguridad ello. ¿Esas son las únicas áreas con las que colabora o las principales?

S: Son las principales, pero también hay una parte comercial, o sea, al cliente, la persona que te paga por hacer el proyecto, es como que la persona se podría decir más importante con respecto al dinero que inviertes en un proyecto, ¿qué quiere decir esto? Te pongo el ejemplo nada más con incógnitas. Yo soy de la empresa A y tengo el cliente que está especializado en hacer diferentes colegios por todo el país. Entonces, el cliente va a visita de obra y mira que estás gestionando toda la construcción con modelos BIM, mira a todos los analistas de las subcontratas con Ipad, miran con tirolinas láser, miran con drones, estaban viendo que la gestión de la construcción lo estaban llevando a un paso más adelante o con innovación.

Es llamativo porque te permite controlar muchas situaciones que se dan en el proyecto. Por ejemplo, si el cliente me pide, “¿Podrías hacerme un control de cambios del proyecto desde la parte de diseño que recibiste el proyecto hasta la parte de construcción que me estás entregando un proyecto nuevo?” entonces yo lo que haría fácilmente sería agarrar una versión de mi modelo del diseño y compararlo con una versión de mi modelo As-Built de lo que entrego. Entonces el cliente tiene la información a la mano y puede ver qué tanto dinero ha gastado o invertido en un diseño incompleto. Esa parte es bastante comercial porque si tú demuestras que estás utilizando todas las herramientas y que tienes ordenado o centralizado lo que es la información, (lo cual) es un entorno común de datos que abarca toda la información en la etapa completa de tu proyecto, para el cliente es bastante llamativo, y, como es bastante llamativo, no solamente te da un colegio, te da varios colegios para hacerlo. Entonces tú eres la imagen comercial de la empresa e indirectamente estás apoyando para que la empresa esté ganando otros proyectos por la buena gestión que haces o por la gestión tecnológica que haces dentro del proyecto.

E: Perfecto, nos estás hablando de usos para sumarle al cliente desde el área comercial

S: Sí, es muy amplio lo que abarca una coordinación BIM porque, por ejemplo,

yo estaba en un colegio de alto rendimiento y venía un congresista y el congresista quería ver de qué trataba el proyecto y el proyecto era del estado. Un entendimiento general rápidamente de lo que trata el proyecto se lo puede dar un coordinador porque tiene todos los datos en un CDE. La idea es centralizar la información para que una persona pueda explicar rápidamente o tenga rápidamente todos los datos.

S: La siguiente pregunta es: relata tu experiencia trabajando con BIM en un entorno común de datos. Ya me has mencionado el valor del entorno común

de datos para dar valor al cliente, pero, ¿Podrías ser más específico, por ejemplo, en tu experiencia, el tipo de software, etc?

E: Mira yo he trabajado con BIM 360, con Trimble Connect, he trabajado hasta con Google Drive, y también con Revizto. (Con) BIM 360 he trabajado el proyecto la Videna y el proyecto del colegio de alto rendimiento. Mi experiencia era que el entorno era muy amigable y bastante económico, hasta que se dieron cuenta los de Autodesk que las pautas o los beneficios que ofrecían desde BIM 360 era muy barato, así que lo seccionaron. Ahora creo que hay Autodesk Docs, Autodesk Cloud, (es decir) se ha dividido. ¿Cómo trabajaba en BIM 360? Lo que hacíamos era implementar, nosotros antes trabajamos con un servidor. Los proyectos en la empresa se trabajan con un servidor y costaba muchísimo mantener el servidor. No sé si ustedes tienen algún conocimiento de cómo es un servidor o trabajar con un servidor. En forma presencial son un montón de computadoras que están ahí ligadas y que son el servidor de la obra. Entonces poco a poco se fue implementando lo que es BIM 360, donde podías almacenar información, ya sea RFIs, ya sea cronograma, ya sea los cards. Cuando hablo de cards (me refiero a) un control de avance real diario realizada con modelos BIM, al final es un plano donde tú muestras en un 3D tu avance acumulado. Cuando empezamos a implementar BIM 360, al principio hubo hasta un poco de adaptabilidad. Siempre considero que la curva de aprendizaje no solamente aplica para construcción, también aplica para el uso de nuevos softwares, porque la idea de una implementación completa no es colocar el mejor software, ni el más caro ni el más beneficioso. Tú ves que es una buena implementación cuando todas las personas lo usan y logramos, por ejemplo, con BIM 360 con el uso de los cards, que hasta los subcontratistas lo usen, que carguen su información de avance en el entorno común de datos, que se registre a tiempo real los cronogramas los Look Ahead, la respuesta de los RFIs, los modelos BIM que tenían que subir los modeladores.

En Trimble Connect, lo que hice fue un trabajo colaborativo con Aceros Arequipa. Aceros Arequipa tiene una rama que es “Test Innovation”. Test Innovation lo que hace es trabajar con modelos BIM generados desde Tekla, hacer el reforzamiento de estructuras metálicas. Ahí también trabajamos con un entorno común de datos, donde subíamos planos, donde subimos RFIs o requerimientos de información, issues o incidencias que podrían haber ocurrido. Pero lo de Trimble Connect lo usábamos a la par que usábamos BIM 360. ¿Por qué usábamos Trimble Connect y no uno solo? porque eran diferentes empresas. O sea, era una empresa para integrar dentro de la construcción todos los documentos constructivos, lo que hacíamos era BIM 360, pero el servicio que ofrecía Trimble Connect fue para temas puntuales, que era acero de reforzamiento e ingeniería sobre ello, y que lo hacía una parte externa, (es decir) era un servicio externo. Entonces usábamos ambas CDE's. También Google Drive, (que) es lo mismo, (ya que) yo considero que es parte de lo mismo que BIM 360 pero con limitaciones de visualización. En Google Drive tienes archivos almacenados, pero en BIM 360 puedes visualizar y reportar incidencias, puedes tener una mayor interacción. Al final, (BIM 360) es el CDE más completo que puedas tener en el mercado, es la combinación de un software de visualización y de reporte interferencias con un software que almacene información 2D o 3D que cualquier otra persona puede abrirla desde cualquier otra parte del mundo. Por ejemplo, actualmente yo trabajo con dos. Como nosotros estamos en Chile es más complicado tener un servidor peruano en Chile, y también en BIM 360 ahora que se ha parcializado y con todo el tema de la separación de las herramientas de Autodesk, el proyecto decidió que lo mejor sería usar algo simple que era una nube que sea Google Drive para los modelos y que sea Bluebeam. Esto es nuevo o nuevo para ustedes. Bluebeam es un software o es un entorno colaborativo muy famoso en EE.UU., (el cual) te permite gestionar a base de documentos en PDF con alto grado de confidencialidad. (Lo cual) quiere decir que tú puedes firmar planos, modificar planos en ese entorno común de datos y que



sepan quién ha modificado o quién ha colocado su firma. Tiene lo mismo que BIM 360 pero a su manera, (pero) es más protegido, yo considero que es más protegido, porque incluso te da un flujo de las personas que tienen acceso o no tienen acceso a estas modificaciones o diferentes tipos de versiones orientadas a planos o documentos en 2D. No tiene la parte 3D, pero es muy bueno con el tema de confidencialidad. Actualmente también usamos Revizto, pero lo usamos para ingeniería: detección de interferencias, simulaciones, etc. Con BIM 360 puedes hacer, con todas las particiones puedes hacer todo en uno solo, aunque el tema de visualización de BIM 360 es muy limitado.

E: Bien, he resaltado unos puntos interesantes. Dijiste que un software, como el BIM 360, es más útil mientras integre más gente, y también, lo que acabas de mencionar, que el nuevo software, Bluebeam tenía un mejor control en el flujo de colaboración, de acceso, etc.

S: Sí, te permite firmar contratos inclusive. Contratos con subcontratas, o sea, es increíble el software con respecto a la confidencialidad, por eso lo usa el cliente actual que tenemos, como tiene una parte religiosa, se cuida bastante en ese tema.

E: Interesante. Con eso podemos ir al siguiente punto, que podría ser algo así como que un resumen de lo que hemos hablado, porque es ¿Cuáles son las ventajas y desventajas que hay en el entorno común de datos? Podrías mencionar, (por ejemplo), que en algunos no hay un flujo de accesibilidad que tú quieres u otro es más amigable para temas de

Interferencia, para acceso, etc.

S: Está bien. Te voy a contestar la pregunta 3.2 y 3.3 en una sola. Mira yo siempre he trabajado con dos o tres entornos comunes de datos. He trabajado con BIM 360, he trabajado con Trimble Connect y he trabajado con Revizto. ¿Por qué los considero, por ejemplo, Revizto, un entorno común de datos? porque yo lo uso para subir información y para almacenar información de ingeniería. Los planos con los que yo trabajo salen de un modelo

3D, todos los planos, hasta lo más mínimo salen de los modelos 3D actualmente en el proyecto. Así lo he planeado en la etapa de preconstrucción y así se está haciendo, porque a cada subcontratista se le ha exigido esa parte. Entonces, por ejemplo, si yo hubiese trabajado con BIM 360 como anteriores proyectos, solamente BIM 360 y hubiera

comprado todo el paquete de BIM 360, hubiera tenido problemas de visualización o temas de limitación en la parte de reporte de incidencias. Si tú o tu compañero han usado BIM 360 o han llevado el curso BIM ahí en la PUCP, se han podido dar cuenta que al momento de integrar modelos es muy limitado, no puedes moverte bien, no puedes visualizar o navegar por tu propio proyecto porque está orientado más a páginas web. Lo puedes abrir en cualquier sitio y puedes tener la información en cualquier sitio, pero va a tener siempre una desventaja de visualización por su motor gráfico, o sea, no es un programa aparte, es un servidor en línea. La experiencia del trabajo colaborativo personalmente es difícil al principio, o sea, tú puedes implementar cualquier CDE en cualquier tipo de proyecto, pero tienes que hacer la diferenciación de una empresa grande y una empresa pequeña. (En) una empresa grande sí hay una dirección gerencial que todos usen el CDE y que suban todos los días sus datos, que suban todos los días sus métricas, que suban los archivos de referencia al CDE, (y) lo van a hacer porque es una exigencia gerencial. Pero si es una empresa pequeña, que no está acostumbrada a trabajar ordenadamente, y por diferentes motivos, las diferentes personas tienen diferente tipo de formación, no van a utilizar el CDE y va a haber información que se va a perder, y no hay peor, según yo, desventaja, en la implementación de entornos colaborativos, que la información se pierda. La ventaja de trabajar con un entorno común de datos es la que te dije anteriormente. O sea, yo puedo sacar un modelo de diseño, un metrado de diseño o un plano de diseño y lo puedo comparar actualmente con mi modelo As Built, con mi plano As Built y con mi metrado post construcción. (Yo) tengo la información centralizada por fecha, tengo (en) el cronograma un registro histórico (de) todos los cambios

que hubo dentro del proyecto y la velocidad de respuesta que se ha tenido con respecto a las decisiones durante la ejecución del proyecto. La desventaja más grande es cuando tienes un equipo nuevo. Particularmente, en las empresas nuevas, los proyectos los ejecutan diferente personal, porque van saliendo personal de cada proyecto. Entonces, la curva de aprendizaje es fundamental para el uso del CDE. La costumbre de subir toda tu información y de ordenarla, de codificarla, de estandarizarla, es fundamental para el buen desarrollo del CDE. (Otra) desventaja (es) ser más tecnológico. Actualmente las personas, hasta los ingenieros de mayor edad, están apegados a la tecnología. No sé, para mí sería muy difícil comentarte alguna desventaja del uso del CDE, porque la mayoría de cosas las veo como ventajas actualmente. Si tú tienes toda la información centralizada y ordenada puedes hacer muchas cosas, en cambio, el no usar CDE te amplía muchas cosas. Si tú no usas actualmente un entorno común de datos pierdes mucha información, no tienes la información a la mano, no sabes el historial de lo que ha pasado, ya sea tu proyecto en construcción o en diseño. Peor todavía, en diseño, tener un modelo en un mes dado, y otro modelo en otro mes, el registro de cambios es increíble. Un área puede convertirse de 10 metros cuadrados a 40 metros cuadrados, porque (ha sido) una decisión del cliente o por una decisión del diseñador o una viga que antes era de, no sé, peralte 10 y al otro mes era de peralte de un metro por exagerar. ¿Cómo registras tus cambios? tienes tu entorno común de datos. ¿Cómo mandas el plano a una persona X que quiere trabajarlo, no sé, desde Rumanía? puedes compartirle un link de tu entorno común de datos. Como todo está conectado en la red, todas las personas pueden tener el entendimiento general de tu alcance.

E: Perfecto, entonces lo complicado sería eso, la curva de aprendizaje que hay para el personal, (es decir,) indicarle al personal que hay que seguir ciertos estándares.

S: Exacto.

E: Pero, de por sí, no hay desventajas.

S: Es que inclusive puedes ponerle en un comparativo costo-beneficio, (y), ni siquiera lo económico es una desventaja con el poder de tener toda la información englobada en una sola nube.

E: Claro, otros entrevistados justo mencionaron eso, que quizás la desventaja sería el tema económico, de hardware, cosas así, pero no mencionaron otro aspecto técnico. En cuanto a la comparación entre ICE y CDE, (cuál) es la manera en que prefieres trabajar a la hora de resolver un tema, (como) una interferencia o un problema.

S: Desde mi opinión personal, hay incidencias que abarcan incompatibilidades, interferencias, temas de ingeniería, etc o cualquier cosa que te impida avanzar tu proyecto. Hay incidencias que son muy sencillas que se pueden trabajar desde un CDE. Tú mandas tu alerta, asignas a una persona responsable y que esa persona la resuelva, porque es fácil de resolver. Pero hay incidencias que son más “profundas” o más incidentes, ya sea por precio, ya sea por cambio, ya sea por ingeniería o ya sea por diseño, donde la decisión o la mejor solución no lo va a resolver un par de personas comentando o interactuando dentro del CDE. Se necesita una sesión donde todas las personas involucradas e inclusive a otras personas más que podrían ser asesores intervengan en esa decisión. Yo consideraría que utilizar CDE para incidencias no tan resaltantes es muy bueno y muy práctico, y te ahorra mucho tiempo. Pero obviamente las sesiones ICE están diseñadas para una toma de decisiones de mayor peso.

E: Perfecto, ahora que hemos introducido el tema de ICE, vamos a pasar al siguiente bloque de la entrevista, que es el tema de ICE. ¿Nos puedes relatar tu experiencia trabajando con ICE?

S: Te voy a comentar (acerca de las sesiones ICE) dentro de mi experiencia. Hay diferentes etapas en un proyecto, hay sesiones donde va a ser necesaria las sesiones ICE o partes donde va a ser necesaria las sesiones ICE, porque tenemos diferentes especialidades y la diferencia de especialidades se tienen que integrar en una sola. Pero igual, dentro del desarrollo de todas esas especialidades hay situaciones donde, por ejemplo, de las 20 especialidades que tenemos en un proyecto por decirte un número, 2 o 3 solamente son las que interactúan dentro de la incidencia. Entonces, tienes que preparar bien que personas van a estar en las sesiones ICE o qué especialistas van a estar, porque si tú invitas a todos los involucrados del proyecto y no tienen que ver un tema centrado para ellos, ellos van a interpretarlo como una pérdida de tiempo. Yo sé que es fuerte lo que te digo, yo sé que en la etapa profesional decir que es una pérdida de tiempo dentro de lo que es la implementación o dentro de lo que es el desarrollo de un proyecto es fuerte, pero creo que es una experiencia que podría compartir. Una sesión ICE bien hecha es una sesión que tiene bien definida su agenda, bien definida las personas que van a participar y, cuando te digo bien definidas las personas que van a participar no (me refiero) solamente (a) las personas responsables de la especialidad, sino, las personas con poder de decisión. Me ha pasado que las empresas más pequeñas que no están acostumbradas a estas sesiones lo que hacían era mandar un asistente, y dentro de las sesiones ICE la idea es salir de esa sesión ICE con soluciones a un listado de consultas. Si tú no sales con las soluciones al menos de un 80 de un 90 por ciento de acuerdo a la métrica que tú tienes, sencillamente es un tiempo perdido. Si tú quieres tener una buena sesión ICE, lo que tú tienes que hacer es tener tu checklist de temas, tienes que cuidar el tiempo, tienes que cuidar a las personas, (es decir,) que las personas que vayan sean las personas de toma decisión. Mira yo hasta ahora, después de seis años, creo que todavía no he tenido una sesión ICE que sea altamente efectiva, porque siempre salen temas y al menos, por mi percepción, es que no he tenido una sesión ICE perfecta.

E: Interesante punto el de la efectividad de las sesiones ICE y que debe estar bien agendada.

S: Recuerda, y ese es un punto muy importante, que de repente las personas que recién empiezan en todo lo que es BIM o las personas que lo aplican teóricamente no entienden por completo. Si yo te pregunto qué es una sesión ICE, qué es lo que me dirías tú.

E: Te diría que es una sesión, como su nombre dice, de ingeniería concurrente, que deberían estar involucrados en el proyecto, debería estar organizado a través de una lista con una agenda de involucrados y una lista de temas a resolver con sus respectivos estándares, métricas, etc.

S: Claro, pero dentro de la práctica, y yo te lo comento así porque tal vez vaya en contra de tu teoría, considero que las sesiones Last Planner o las sesiones de Lean Construction o las sesiones de líderes, también son sesiones ICE, porque se toman decisiones. Entonces estaríamos desclasificando o abarcando más lo que sería el término de sesiones ICE. Entonces lo que yo manejaría dentro de lo que he implementado es que las sesiones ICE son aquellas reuniones donde se toman decisiones en pro del proyecto, y obviamente llamar a una sesión “ICE” teóricamente sería llamar a una sesión donde se toman y donde se abarquen incidencias con una agenda pactada que solamente van a tratarse de incidencias. Pero, por ejemplo, si vamos a una sesión de Last Planner donde se estudia lo que es el por qué no se ha cumplido tales metas y salen temas de “Oye, pero no puedo trabajar así”, “Que este proceso constructivo que yo estoy utilizando no me permite avanzar” y en la sesión Last Planner se pone a explicar la persona de mayor experiencia y dice “Puedes hacerlo así puedes hacerlo asa” y toma una decisión y lo programa. (Es decir,) estás haciendo una sesión ICE como ligera o rápida, pero estás haciendo una sesión de ingeniería concurrente. (No obstante,) ahora nosotros lo segmentamos, que una sesión ICE tiene que tener esto o lo otro para que sea una sesión ICE.

E: Ahora para resumir, ¿Cuáles serían los beneficios específicos que tendría una sesión ICE?

S: El mayor beneficio que se tiene en la sesión ICE es la velocidad de respuesta frente a algunas incidencias bastante graves y el flujo resolutivo de algunas incidencias que son graves. Por ejemplo, si hay temas de permisos de construcción en la sesión ICE no vas a poder resolver. O sea, vas a dar el inicio, “necesitamos esto, necesitamos lo otro, necesitamos tal documento o la firma de alguien”. En la sesión ICE vas observando cuál es el desarrollo de eso, (por ejemplo, si) ya se presentó tal documento llegado, si se tiene la firma tal. Pero, por ejemplo, en una decisión de que un edificio sea de dos pisos o de un piso, fácilmente se puede resolver en una sesión ICE donde debe estar el cliente, el diseñador y el estructural. O sea, para que tú lo resumas, la velocidad de respuesta frente a incidencias graves o que pueden tomar mucho tiempo en resolverlas.

E: Perfecto, velocidad de respuesta frente a incidencias graves y

S: También la interpretación de los temas a tratar. Es muy diferente escribirle y decirle en un CDE “oye por favor necesito esta respuesta”. Es diferente, (ya que,) la persona de acuerdo a su diferente formación profesional, formación cultural y formación nacional, (esto último) te hablo porque he (presenciado) el impacto entre chilenos y peruanos. Es diferente escribirlo que explicarlo en una reunión. En una reunión lo entienden, tú vuelves a explicar el tema y hasta que entiendan es más fácil atacar el problema, porque me ha pasado que me han contestado en el CDE “Y esto por qué lo vamos a hacer” y estoy explicando por qué deberíamos hacerlo, pero no entendían al final, y recién en la sesión ICE le explicaba y ahí recién entendía.

E: Muy buen punto. Se relaciona mucho con los factores (de colaboración) el tema de la cultura y la comunicación. Entonces, (por otro lado), ¿Hay alguna métrica que hayas usado en ICE que te haya parecido particularmente ventajosa o útil?

S: Mira, hasta hace dos años, yo pensaba que las métricas te marcaban algo ilusorio, porque eran números nada más, pero, luego, terminándolo de aplicar, terminándolo de implementar, y como la madurez, tanto de los subcontratas como de la empresa ha ido madurando y ha ido creciendo con el tema de la metodología con la gestión VDC, ahora toma mayor validez, y si tú me preguntas hoy en día cuál es la métrica que más me sirve en la etapa de construcción es este el log de restricciones de avance. Tú has colocado porcentaje plan completado, excelente, tareas anticipadas, excelente, causas de no cumplimiento, excelente, pero, te falta una métrica que es muy importante, que es un log de restricciones. (Esto se debe a que el log de restricciones) se relacionan con la ingeniería y con el planeamiento. Te voy a poner un ejemplo. Tú estás planificando la próxima semana vaciar una losa y en tu log de restricciones tu identificas que te falta el plano de esa losa, por decirte algo muy extremo, te falta colocar los pases MEP en esa zona, te falta el personal en esa zona, te falta contratar el concreto, etc. Pero tú tienes un listado de causas que no te van a permitir ejecutar esa partida. Tú haces un listado y colocas una fecha de respuesta, una fecha de anticipación y una persona responsable de esa partida o de esa actividad. Entonces tú le puedes dar seguimiento a esa partida para que, directamente tus otras métricas, suban. (Es decir,) si tú sabes qué restricciones tienes para ejecutar una partida, tu porcentaje del plan completado va a aumentar, porque si te levantas esas restricciones, la empresa va a poder ejecutar lo que tú has planificado. Las tareas anticipadas vas a hacerlas involuntariamente porque vas a ir levantando restricciones con fechas anticipados. En las causas de no cumplimiento en tu log de restricciones ya tienes identificado por qué no has cumplido esa tarea. Para la latencia de respuestas ya tienes las fechas en tu log de restricciones de cuándo lo han respondido, cuándo lo han cerrado, si no lo han cerrado o si sigue abierto.

E: Interesante métrica. La mayoría (de entrevistados) comenta la latencia o las observaciones levantadas.



S: Sí, es excelente. Lo que yo estoy interpretando ahora en construcción es que el tema de restricciones te abarca todo. Por ejemplo, si necesitas resolver una interferencia, tiene que estar identificado en tu log de restricciones. (Por ejemplo,) “En el sector 1 del recinto tal, se tiene que resolver la interferencia número tal o el issue número tal o el RFI número tal para poder ejecutar, el responsable es el coordinador BIM tal y tiene una fecha de respuesta de tal día a tal día. Si no se puede resolver ese problema, no vamos avanzar.” O sea, va relacionada directamente con la producción, porque, obviamente las otras métricas tienen un fin, pero el fin es demostrar que la implementación sirve, demostrar que estás cumpliendo tu trabajo con respecto a lo que estás haciendo en el cronograma. A mí me parece más poderosa la métrica de restricciones porque te permite ahorrar tiempo y englobar las otras métricas.

E: Perfecta respuesta para concluir el bloque de ICE. Ahora pasamos al tema de construcción, al tema de Lean o de planificación colaborativa. Nos gustaría que nos comentes tu experiencia trabajando con Lean y alguna ventaja, información o herramienta de Lean que pienses que es más útil para todos en general.

S: Mira, nosotros tenemos un mal concepto de que Perú está muy retrasado en la parte de la construcción. Yo creo que está mal ese concepto, porque cuando vinimos a Chile, (en primer lugar), te vas a preguntar por qué los peruanos están construyendo en Chile si Chile está más avanzado. El staff tiene alto conocimiento en este tipo de proyectos que se están trabajando, que son los templos y, por eso, mandan peruanos a trabajar en Chile. Acá, la construcción, o al menos en la zona donde estoy, no les dan tanta importancia con respecto a cronogramas, con respecto a plazos, (simplemente) no le dan tanta importancia. Tú me vas a decir, pero K\* qué me estás contando, y te voy a decir que sí, que no le dan tanta importancia. Por ejemplo, (en Chile) hay mucho dinero, en cambio, en Perú, en la

construcción el margen de ganancia es muy poco. Entonces tienen que sacar el mayor el mayor provecho (y) tienen que optimizar procesos para ahorrar dinero y para ahorrar tiempo. Entonces, yo me encontré acá con empresas que nunca habían visto Lean construction, que se tuvo que dar capacitaciones de los planes, de trenes de trabajo, de, inclusive, de cosas que en la universidad nos enseñan y para ellos era extraño. Yo pienso o creo que solamente es por parte de esta región, (ya que) esta región es netamente minera. Entonces, si tú, desde el concepto de desarrollo de proyecto, con modelos BIM o con la gestión VDC, se relaciona directamente con el tema de Lean construction, porque vamos a tener el Last Planner. En el Last Planner vas a identificar si hay temas de ingeniería o si hay temas de interferencias o de incidencias que no vas a poder avanzar por esos temas. En esas reuniones de Last Planner presentas tu card, que es control de avance real diario y control de avance real semanal, que está sacada desde modelos BIM y donde tú presentas tu cronograma. Tradicionalmente lo que se presenta es un cronograma en Excel donde están identificados tus trenes de trabajo. Acá lo que ha pasado (es que), como estas

subcontratas nunca habían trabajado con Lean construction, hasta hacer un cronograma se les dificultaba. Te parece sorprendente, yo sé, pero es así, ese es el entorno que nos hemos encontrado acá. Entonces, lo que se hacía, y es algo muy bueno, es planificar desde los modelos 3D, porque era más fácil conocer el alcance que tenían cada subcontrata y luego llevarlo a un cronograma en Excel. O sea, lo que pasa en Perú es que desde un cronograma en Excel lo llevas al 3D, pero ahora desde el modelo 3D lo llevas al cronograma Excel, y tu cronograma es más exacto porque sabes cuál es la cantidad de metros, de cubos de concreto que vas a vaciar, y tienes la cantidad de personal, (es decir), es más exacto el cronograma. Ahí ves Last Planner. Ahora, en trenes de trabajo, obviamente vas a necesitar trenes de trabajo, porque si tú entiendes desde el modelo 3D cuál es la secuencialidad de las fases de partidas que tienes, como, por ejemplo, colocar primero zapata, después columna, después

losa, etc, vas a entender cuándo falla tu tren de trabajo o cuando tienes que variar el tren de trabajo, porque tienes el conocimiento pleno de lo que es el alcance de tu proyecto. Ahí (también) se va a relacionar lo que es Visual Management. Si tú tienes todo el proyecto construido virtualmente, puedes navegar por el proyecto y entender cuántas fases o cuantas partidas previas tienes para realizar o para obtener un fin. Por ejemplo, para obtener una columna, necesitas encofrado, necesitas acero de reforzamiento y necesitas tu zapata. Si no tienes tu zapata, no puedes subir tu columna. Entonces, dónde ves que tienes una zapata, de repente, la zapata es enorme, pero tú quieres construirla con la columna. Entonces, visualizando el modelo, Visual Management, puedes entender cuál es el alcance de esa zapata y tú vas a decir “Ah no esa zapata es muy grande voy a demorarme tanto tiempo” y sigues haciendo Last Planner y optimizando, sigues haciendo Lean construction. Luego, Big Room, el Big Room es, creo que en todas las obras que tenemos de C\*\*\*\*\* tienen Big Room. El Big Room no es como te imaginas que es “la sala de Ironman” donde tienes ahí todo tecnológico. El Big Room es tener una buena laptop, tener un buen televisor, tener proyectores y tener toda la información en tu CDE. Entonces, tú me vas a decir, ¿Nada más necesita eso K\*? Claro, porque en una pantalla se proyecta el cronograma, en otra pantalla se proyectan las fotos dron, en otra pantalla se proyecta el modelo BIM, y en otra pantalla se proyecta tu card semanal. Creo que ya te nombré todo. Todo lo que desarrollamos que está vinculado a Lean construction lo hacemos relacionar, o al menos donde yo he trabajado, con los modelos BIM. Ahí es la clave para tener una buena implementación.

E: Perfecto, no estás contando que íntegras Lean con BIM. Bueno, ya para culminar con la entrevista, sería que menciones ventajas y desventajas (de Lean), igualmente como hemos venido haciendo con los anteriores bloques.

S: Claro, principal desventaja es tener un staff con curva de aprendizaje inicial con respecto a Lean construction. Hay distintos tipos de desventaja, como, por ejemplo, si tienes un aspecto social, un aspecto económico diferente a donde has trabajado. También, el personal mismo que no haya tenido formación en Lean construction. (Respecto a las) ventajas, hay muchas, (por ejemplo), utilizando Last Planner lo que puedes hacer es gestionar tus trabajos, realizar tus trenes de trabajo y realizar un cronograma semanal o un control semanal de tu trabajo que vienes efectuando. Con ese control semanal puedes ver si estás llegando a tu meta o a tu hito, y, dentro de la construcción, el controlar tu tiempo o no exceder el tiempo que tiene tu ejecución es mucho dinero. No estamos hablando de mil soles ni de dos mil soles, estamos hablando de millones. Luego, el Visual Management es fundamental, el Visual Management no tiene desventajas, porque, (por ejemplo) si tú eres un bebito y te pide, no sé, tu bebito dibújame la torre Eiffel, y si tú no sabes cómo es la torre Eiffel, no vas a saber ni siquiera qué dibujar. (Esto) aplica lo mismo con la construcción. Si tú no sabes qué es lo que vas a construir, no te imaginas cómo lo vas a construir, vas a hacerlo mal o vas a hacerlo muy lento. Entonces no tienen ninguna desventaja el Visual Management, salvo pueden ser recursos, puede ser economía, pero, como te explique en un principio, es muy fácil demostrar a la gerencia que el costo beneficio a un largo plazo (se ve que) la ganancia es abismal. (Para) el Big Room, también es lo mismo, es una inversión al inicio del proyecto, pero igual es una ventaja tener toda a la mano. Vas al cronograma y ves cuándo son tus hitos o tus metas como empresa, vas a tus fotos dron y observas cómo está avanzando tu proyecto, vas a tu modelo BIM y ves qué es lo que continúa dentro de tu proyecto, qué es lo que tienes que hacer, y ves el card y ves qué es lo que has hecho esta semana. (Respecto a los) trenes de trabajo, (estos) son para darle un orden en el proyecto y hacer actividades en paralelo. Si puedes hacer unas actividades en paralelo o qué actividades necesitas previas. Obviamente tiene mucha ventaja trabajar con trenes de trabajo, porque si no sabes qué actividad se

necesita hacer antes de que tú puedas realizar otra actividad, no vas a tener el conocimiento pleno de lo que vas a ejecutar en campo. La desventaja es muy poca, podría ser en el ámbito económico, pero es muy fácil refutar eso en la parte económica. Podríamos hablar entre empresas grandes y empresas pequeñas, ahí sí te podría dar la razón en la parte económica y la curva de aprendizaje con respecto a Lean construction.

E: Perfecto, alguna otra acotación que puedas mencionar.

S: Claro, lo diferente de este proyecto en comparación a los otros que has entrevistado, es que el tipo de gestión que hemos tenido ha sido desde la procura, y cuando te digo desde la procura, es colocarlo en el contrato. A todos los subcontratas o a todas las empresas que van a trabajar para nosotros, (debíamos) colocarles claramente cuáles eran sus funciones. No solamente usos básicos como son interferencias o ingeniería, colocamos también tema de costos y tema de cronograma. O sea, son cinco dimensiones de lo que es una implementación BIM. En el contrato se colocó que, como exigencia, tenían que presentar todo con el modelo BIM. (Por ejemplo), cronograma o tu sustento de avance desde un 3D, tu cronograma de costos también, (debes presentar) tu sustento con modelos 3D.

E: Se podría decir que es un nivel de madurez más alto, ya que se basa en el 3D.

S: Totalmente. O sea, el diseño está en planos, obviamente, porque el diseño no lo hicimos nosotros. Pero, en la ejecución hicimos de que cada empresa lo desarrolle en un modelo 3D. Es ambicioso, pero tuve apoyo del gerente y está rindiendo frutos. Hemos desarrollado todas las partidas, inclusive partidas de arquitectura, en modelos 3d. O sea, el nivel de madurez es altísimo. Obviamente hay una curva de aprendizaje, pero. sí está desde el contrato. y está bien claro cuáles van a ser sus funciones y los entregables que van a tener los coordinadores BIM de las otras especialidades, te encuentras con un nivel de madurez alto, inclusive de trabajando con empresas pequeñas.

E: Perfecto.

Entrevistas 18 y 19:

E: La primera pregunta sería sobre su rol en la organización del proyecto y también cuánto es su experiencia laboral.

S18: Bueno mi rol en la en el proyecto es ser gerente de proyecto. Estoy involucrado desde la preconstrucción. Al principio éramos un equipo muy chico durante la preconstrucción. Se nos encargó alcanzar una meta en cuanto al costo por metro cuadrado. Luego de ello empezamos a hacer el diseño propiamente dicho en las tres etapas que maneja el propietario, (las cuales son) el diseño básico o el esquemático, de diseño detallado y el plano de construcción. Luego, ya cuando estuve en campo, ya con diferentes proyectos, se nos dio a Y\*, a mí y a todo el equipo, la tarea de implementar el VDC en el proyecto. Entonces nosotros sí veníamos arrastrando, debido a que el propietario básicamente no está acá en Perú, sino en EE.UU., y los diseñadores del propietario tampoco estaban acá, ya teníamos cierta experiencia con la ingeniería concurrente. Incluso desde proyectos pasados cuando aún existía el Skype nosotros ya hacíamos cierto algo muy parecido. Si quiera era un inicio. Ya teniendo desde la empresa donde trabajamos alianzas, digamos con la U\*, donde recibimos cierta formación acerca del VDC, fue que pudimos implementarlo con más fuerza esta vez. No desde el inicio, pero sí más o menos desde que estábamos ya echando nuestro primer nivel del casco. Ahí empezamos hasta el día de hoy no. Bueno mi rol es mantener vivo esta experiencia del VDC y liderar el grupo que somos todos los que aportamos para tener al día el seguimiento a las métricas y a los factores controlables de los tres componentes del VDC. Eso sería por mi parte.

E: Perfecto.

S19: Bueno yo soy coordinador BIM del templo. Bueno como experiencia BIM ya vengo desarrollándolo desde el año 2014, 2015. En el caso del templo, vengo participando desde la etapa de preconstrucción. Al inicio se hubo que subcontratar ciertos modelamientos con otras empresas y darle seguimiento, pero se dio la necesidad porque hubo un tema de malas entregas, modelamiento no conforme con lo que requeríamos. (Entonces), se pasó a modelarlo en casa. Una vez de eso, pasamos ya a los modelos desarrollados al cien por ciento con los planes que nos han entregado los proyectistas. Luego de eso, afinar un poco más el detalle para el tema de detección de interferencias. Principalmente ese era el objetivo del tema del modelamiento del templo. Luego de eso, ya teniendo el modelo al 80/90 % liberados de interferencias, se le pasa estos modelos a los subcontratistas, los cuales ganaron para hacer el templo de Los Olivos, y ellos ya desarrollaron los planes de coordinación, los cuales se venían haciendo seguimiento. Todo esto trabajado netamente en la plataforma Revit, integrados en la plataforma Revizto. Pero, a medida que se iban incrementando los subcontratistas, algunos no trabajaban en plataforma Revit, sino trabajaban en plataforma Tekla, en plataformas como el Sketchup. Todos estos modelos han sido integrados por la plataforma Revizto, de tal manera de que todos puedan acceder a esta información. Todos han sido integrados en la plataforma Revizto 5, el cual ahora estamos manejando. Ahora en el caso de los planos que se emitieron, era un seguimiento. Hasta el día de hoy se hace seguimiento de toda la información que se viene trabajando en la plataforma y ya los As-Built los estamos manejando para el cierre de la información del proyecto.

E: Perfecto. Entonces, hay una especie de subcontratación cuando ya se tiene un avance. Ahora, pasamos a la segunda pregunta, que es un poco general también. ¿De qué manera

colabora con otros actores de proyectos y, con esto, me refiero a, por ejemplo, con qué stakeholders o involucrados te involucras y qué actividades hacen?

S18: Bueno, como stakeholders e interesados tenemos al propietario, sus diseñadores, nosotros, los subcontratistas y los diseñadores locales. Se puede decir que hay cinco involucrados. No te hablo de vecinos o autoridades, porque la verdad ellos no participan en el diseño ni en la construcción, pero los que sí participan, que es lo que creo que te interesa en tu pregunta, son esos cinco que te acabo de mencionar. ¿Cómo interactuamos con ellos? Bueno tenemos las plataformas que ya mencionó Y\*, Revizto como la base del modelamiento, pero, para estas conversaciones, como la que estamos teniendo nosotros ahorita, usamos Teams, que se podría decir es la plataforma oficial, porque C\*\*\*\*\* tiene contratado el servicio de Microsoft Outlook y viene Teams. Pero, también podemos usar Zoom cuando se nos solicita. Generalmente, los americanos usan más Zoom que Teams. Después, también cuando hacemos transmisiones en campo, tenemos todo el proyecto con wifi. Tenemos antenas por todos lados y podemos hacer transmisiones vía Teams o vía Zoom, para la cual usamos un stick o estos con un giroscopio, que nos permite mantener un celular estable y mandar un buen vídeo durante toda la transmisión para las personas que están del otro lado. Esas básicamente son las principales herramientas que usamos, y tenemos una nube que es la que manejamos con el propietario y sus diseñadores una nube que se llama Revu o Bluebeam. Es muy buena, no solamente puedes abrir planos PDF, puedes medir planos, (es decir), calibras una distancia conocida si tienes una cota, y en base a esa cota conocida puedes extrapolar para medir las demás, puedes sacar distancias, puedes editar PDF's, transformar, y, sobre todo, es una plataforma colaborativa, porque puedes crear una sesión en la nube donde todos los que tienen acceso van a poder acceder a ella. Entonces esas son básicamente las que yo recuerdo.

S19: Si, básicamente todo lo que has mencionado es lo que trabajamos.



E: Claro, perfecto. Esta pregunta era un poco general para contextualizar con quien colaboraban el día al día y cómo.

S19: Claro, con el propietario tenemos reuniones semanales, (de hecho), son 12 reuniones semanales con el propietario en las que participamos nosotros, participan los diseñadores del propietario y el propietario. Es una reunión online, pero vemos temas técnicos y administrativos los martes, y obviamente nos apoyamos con el modelamiento BIM para mostrarles ciertos detalles para que ellos lo entiendan mejor. Luego también tenemos un recorrido virtual, que es el que te mencioné con el cual salimos ya a campo con la cámara. También está presente el propietario y sus diseñadores, y en tiempo real nos solucionan muchas preguntas. Entonces, nosotros, en construcción tenemos un formato donde tú haces una pregunta y el diseñador te la responde, el RFI o request for information. Muchas veces esta interacción nos ayuda a que el tiempo en que un RFI te lo responda pues en un día o dos días, ya no como antes. Incluso siempre hacemos actas, siempre es bueno hacer un acta en Word y lo pasas a PDF y lo distribuyes, para que, si hubo algún acuerdo importante en estas reuniones, quede registrado. Entonces, más o menos, así es como estamos interactuando. Los viernes también hay una reunión directamente de nuestros ingenieros y arquitectos de producción directamente con los diseñadores del propietario. Ahí no interviene el propietario, solamente entre ellos nada más, y aparte Y\* (S19) te va a comentar cómo lleva, qué tan seguido y con quienes eran sus reuniones ICE.

E: Claro, como él es coordinador, debe manejar un poco más el tema interno u operativo.

S19: Sí, así es, por tema de sesiones ICE, se involucran a todos los especialistas, incluido a los proyectistas, y en algunos casos al cliente. En el caso del cliente, es poco participativo, ya que las reuniones se dan necesariamente con el equipo de producción y el proyectista. Se

daban una vez a la semana, y en algunos casos hasta dos veces por semana, dependiendo los sectores que estábamos trabajando.

E: Perfecto. Entonces, puedo empezar el primer bloque, el cual es entorno común de datos, en el cual dice que detalles con el mayor detalle posible tu experiencia general trabajando con BIM o modelación de información de construcción en un entorno común de datos, como los que están ejemplificados, Project Wise, Trimble Connect.

S19: Como te voy comentando, los modelos que trabajamos acá en el templo son LOD350. En algunos casos, los modelos son de LOD400 o 450, sobre todo los modelos de arquitectura, que tienen mayor detalle aún. En el caso del entorno común de datos, nosotros trabajamos en base a eso, que es una plataforma colaborativa que nos brinda C\*\*\*\*, la empresa. Con esto compartimos a los subcontratistas, para que, a través de esta plataforma, se pueda subir y descargar los modelos. No se trabajó con BIM360 por un tema de que nosotros iniciamos esto en 2019 más o menos, y no teníamos el BIM360 bien mapeado. Por eso que decidimos usar ese entorno común de datos y, bueno, digamos, el modo de operación con los subcontratistas fue bueno. Se subían los modelos una vez por semana, se tenían fechas indicadas en cada momento de subir los modelos para que todo se pueda actualizar en su momento y, así, cargarlo a la plataforma Revizto, (la cual) era la última que integraba modelos y planos también que se obtenían de los propios modelos. S18: Por mi parte, prácticamente lo mismo que ha dicho Y\*. Y\* conoce más el tema aca. y vivir me conoce más el tema.

E: Bueno, pasamos a la siguiente pregunta que es: relate su experiencia de trabajo colaborativo sobre un proceso de producción de información, (como) un proceso de revisión, de modelado o algo por el estilo, que es (parte) de un entorno común de datos. (Es decir), en

el entorno común de datos se suele manejar un flujo de trabajo, y a eso es lo que nos referimos con un proceso de producción de información en el que ha sido responsable.

S19: Bueno con el tema de flujo, al inicio del proyecto, nosotros manejamos un flujo de trabajo con esta plataforma que te digo. También nos propusimos un cronograma de entregas por sectores, ya que lo sectorizamos y lo encuentra como cronograma también del proyecto y vamos viendo. En el caso propio del tema de arquitectura, por ejemplo, porque el cliente nos pasaba bastante información. Esto se iba trabajando ya de manera escasa, digámoslo así, y realizando módulos a mayor detalle para unas reuniones posteriores que teníamos los días viernes que teníamos directamente con los diseñadores. En ese caso caía la reportabilidad sobre nosotros para poder evaluar de repente algunos impactos que generaron estos cambios los diseñadores, y lo poníamos en las reuniones que teníamos con ellos.

E: Entonces, dices que tenían reunión con los diseñadores con una frecuencia semanal y ahí hacían revisiones. ¿Has tenido una experiencia en particular o algún problema con ello?

S19: No, más bien ellos, de alguna manera, exigían a veces verlo en el modelo, en forma tridimensional. Ya era un poco más rápido de revisarlo. Claro, a veces el tiempo era un poco ajustado, porque a veces salía la información el martes o miércoles y se tenía que desarrollar todo para tenerlo todo bien mapeado el día viernes, que era la reunión que teníamos con ellos, para darles las alertas o algunos posibles detalles que ellos de repente no lo tenían mapeado. En cuanto a la experiencia, ha sido muy buena con ellos, ya que en estas reuniones prácticamente se validaba mucha información que, posteriormente, se hacía un control, mejor dicho, ya se regulaba la información. Pero, en estas reuniones específicas, se validaba toda la información que teníamos por observar o responder o, en todo caso, llevarlo a campos rápidamente.

E: Perfecto, ahora, ¿Cuáles son las ventajas y desventajas que encuentras al trabajar en un entorno común de datos?

S19: Bueno, como ventaja en realidad, hay varias, porque tienes la información rápida, la tienes ahí, desde cualquier dispositivo la puedes trabajar. Una desventaja es el internet. Puede fallar el internet o no pueden cargar los modelos o no puedes cargar incluso la plataforma Revizto y todo lo que vayas actualizando no lo puedas ver bien actualizado o tengas desactualizaciones y no lo puedas ver en el momento. Mayormente ese ha sido el tema de la desventaja.

E: Entonces únicamente desventajas técnicas. ¿Respecto al lado de las ventajas?

S19: La ventaja que tenemos dentro del proyecto es que, absolutamente todos los subcontratistas ya manejar mejor la plataforma y la requieren de por sí. Ahora, digamos que hay planos 2D en AutoCAD que también son necesarios, pero para ellos es más factible llevarlo hacia el modelo. Otra ventaja es que puedes obtener la información directa del modelo. Como se tiene un nivel de detalle bien alto en el modelo, en la plataforma Revizto, se puede seleccionar cualquier elemento y puedes obtener de qué material está hecho, las dimensiones, de qué especialidad viene. Incluso se le puede “taguear” en el caso de tableros, equipos mecánicos. Entonces, yo creo que esas ventajas generales es para todos los subcontratistas que no pudieron intervenir en este proyecto.

E: Perfecto. Me parece que G\* no participó en la pregunta 3.1. ¿Nos podrías contar tu experiencia en el proceso de producción de información? Quizás tendrías una experiencia respecto a tu rol en la parte de revisión.

S18: Bueno, mi experiencia fue la de haber liderado el proceso de durante el diseño y preconstrucción. Había un líder de arquitectura, un líder BIM y, entonces, lo mío era mantener unido el grupo y que cumplamos con los entregables a tiempo, y cuidar de que

tengan la logística adecuada, sobre todo. O sea, velar por que ellos tengan la logística adecuada, la computadora adecuada, el software, la licencia actualizada, etc.

E: ¿Como una especie de restricciones?

S18: Claro, lo mío no es el diseño. (Además), sobre todo, durante la etapa de obra, asegurar que los subcontratistas entiendan que iban a tener que participar en sesiones ICE, que iban a tener que poner un coordinador BIM. Porque, si tu subcontratas a alguien, y después que le has dado la buena pro, le has dicho ya tú ganaste, recién le avisas, mira tienes que gastar en esto y lo otro, (es decir), ya tienes un adicional. En cambio, si durante la licitación tú le dices: “Ojo que vas a, por lo menos una hora de tu semana, vas a tener que asistir a esta reunión”, y, si es un contrato grande, necesitas un coordinador BIM con una computadora mínimo de tal RAM y tal resolución. Entonces, eso, si tú se lo dices en una etapa de licitación, esta gente te optimiza los costos y busca el mejor precio. Pero, si se lo das después, cuando ya ganaron, pucha, te pone lo más alto que hay en el mercado. Entonces, nosotros velamos por eso, para que cada subcontratista entienda. Si es un contratista chico, le decimos, bueno ok, no es necesario, pero por lo menos participa de las reuniones, para que mires y me des tu opinión sobre alguna restricción. Si es grande, los que más tienen restricciones, por ejemplo, electromecánicas, sanitarias, a ellos sí se les exigía que tengan (coordinador BIM). Como líder tenía que guardar que todo eso esté bien.

E: Y, ¿Has tenido experiencia usando, por ejemplo, una plataforma compartida?

S18: También tengo acceso a Bluebeam y a, en el inicio, a Autodesk 360, y con eso yo participaba. No he participado activamente, pero sí he participado.

E: De una manera más administrativa supongo.

S18: Claro.

E: Y, ¿Algunas ventajas y desventajas que encuentres al usar ese tipo de plataformas?

S18: Bueno la desventaja es que, si no haces un acta, muchas de las cosas que se han dicho en ese rato podrían quedar en el aire. Por ejemplo, nosotros en este caso (la entrevista) estamos grabando felizmente. Pero, por ejemplo, al propietario no le gusta que grabemos las reuniones y, ahí sí hay que hacer acta. Entonces, si no haces un acta o, si no tienes a alguien que se tome el tiempo para hacer el acta, muchas de esas cosas se pueden perder.

Ahora, lo bueno de Revizto, ahí Jeremy de seguro se puede expandir más, es que puedes ir ya anotando las observaciones y las restricciones con unas etiquetas. Igual en Bluebeam, que es lo que manejamos con el propietario, también podemos ir anotando etiquetas con observaciones que asigna su propietario o alguien de tu equipo que le va a hacer seguimiento y a qué subcontratista, qué especialidad pertenece la etiqueta.

E: Perfecto.

S18: Pero diría yo que, si lo ponemos en una balanza, definitivamente estamos hablando de 9 ventajas contra una desventaja.

E: Ahora, la siguiente y última pregunta de este bloque, sería si hubo alguna métrica que te fue particularmente útil en un entorno común de datos, (es decir), si a la hora de trabajar un entorno común de datos se utiliza alguna métrica, una medición o una medida para medir el progreso o para medir algún tipo de factor que consideres conveniente.

S19: Bueno, creo que, al comienzo, nosotros teníamos las métricas, sobre todo con obra gruesa, teníamos los llamados los “cards” (control de avance de reporte diario). Esto lo sacábamos directamente del modelo. Al modelo le hacíamos particiones una vez que estaba liberado y con eso se entregaba semanalmente cuál ha sido el avance porcentual. Sacábamos

el metrado e íbamos viendo cómo se iba avanzando en la semana. Hoy por hoy también tenemos el tema de los RFIs, que también tratamos de la respuesta.

S18: Bueno, si tuvimos varias métricas a la hora de que implementamos el VDC. Por ejemplo, en lo que es el PPC, nosotros acá no le decimos PPC, le decimos PAC, porcentaje de actividades completadas y, con eso medíamos semanalmente. Si tienes gente suficiente puedes medirlo también diariamente, que es un poquito más “datoso”, pero te sirve más. Medíamos cantidades de RFIs resueltos dentro del plazo esperado o antes del plazo esperado. Medíamos la cantidad de cuántos subcontratistas deberían haber participado en las reuniones de Last Planner. Medíamos cuántas restricciones se levantaban en estas reuniones. Medíamos cuántas reuniones ICE deberías tener por lo menos por semana. Entonces sí hemos tenido métricas y factores controlables.

E: Perfecto, ¿Y una específica para el entorno común de datos? ¿Alguna otra que consideren importante mencionar?

S18: Bueno la más fácil es que asegurar que, como métrica, que el 100% de subcontratistas, y te digo esto porque es una métrica viva, dinámica, porque la obra no arranca y termina con la misma cantidad de subcontratistas, va aumentando en el camino y otros se van yendo. Entonces era una métrica que se mantuvo abierta por mucho tiempo, que es asegurar que todos los subcontratistas involucrados tengan acceso al entorno común de datos y recibir una pequeña capacitación de cómo manejar la plataforma.

E: La siguiente pregunta es una comparación entre ambos bloques, CDE y ICE. ¿En qué momento o cómo prefieren trabajar, de manera sincrónica o asincrónica para resolver un problema?

S19: Bueno ahí creo que lo general se trabaja de manera sincrónica. Bueno, nosotros por el flujo de trabajo que tenemos, lo trabajamos de esa forma. El equipo ya tiene mapeado los

días en los que se da cierta información para que otros la puedan revisar. Entonces, si manejamos de manera sincrónica los modelos y el trabajo.

E: Perfecto, entonces trabajaban de manera sincrónica. Pero, por ejemplo, en qué momento consideras trabajar mejor en una sesión ICE que en un entorno común de datos.

S19: Lo que pasa es que es por tiempo. A veces las sesiones ICE te dan, en casos específicos, que se tienen ya mapeadas el estado de observaciones, el estado de interferencias. Entonces ahí generalmente se van a resolver o dar los puntos de vista para en una posterior sesión levantarlos o en el transcurso de la semana. Entonces conviene mucho trabajar de manera colaborativa en las plataformas que tenemos.

E: Perfecto. Bueno, procedemos a pasar al segundo bloque. ¿Cuál ha sido tu experiencia con ICE, los beneficios o alguna inconveniente que han encontrado y unas métricas (que hayan usado)? Esas preguntas las hacemos a la par (por temas de tiempo).

S18: La experiencia más tangible, más obvia ha sido que, en plena pandemia, pudimos sacar adelante el diseño de un proyecto gracias a las sesiones ICE. No tuvimos que estar todos metidos en reuniones presenciales. Pudimos, mientras teníamos tres meses y medios que nos duró a nosotros la cuarentena, avanzar buena parte del diseño gracias (a ello). La otra ha sido el haber podido avanzar junto con gente que no estaba ni siquiera en Perú, eso nos sirvió un montón.

E: Perfecto, ¿Alguna métrica que usaste particularmente en las sesiones ICE?

S18: Teníamos una métrica de cuántas restricciones se levantaban. O sea, con cuántas llegabas y cuántas llegabas a levantar.

E: Perfecto, ¿Y en tu caso, Y\*? ¿Cuáles son los beneficios, experiencia o inconvenientes con las sesiones ICE?



S19: Bueno, en las sesiones ICE, como todo ha sido virtual, ha sido una gran ventaja hacerlo de esta forma. En el tiempo de la cuarentena pudimos seguir trabajando de manera colaborativa. En el caso de métricas que teníamos, eran las que podíamos resolver durante la sesión ICE. Es decir, antes de la sesión yo enviaba un listado de observaciones, digamos 10 de cada especialidad, y de donde la sesión podíamos realizar de 6,7 u 8 levantamientos de estas observaciones. Entonces era una métrica tangible durante las sesiones ICE.

E: Perfecto. Para ambos, ¿Algún inconveniente en las sesiones ICE? Quizás un aspecto de mejora o algo así.

S18: Creo que, a veces, como no tienes a la persona fijamente no sabes si está 100% concentrada en la reunión.

S19: Sí, ha sucedido en algunos casos. No sé, por ejemplo, entran a la reunión y, a veces, no están al 100% tomando nota y, después, esa misma observación se repite en la siguiente semana. Creo que esa ha sido una desventaja.

E: Perfecto. También muchos entrevistados han coincidido (con ello). Bueno, ya para finalizar el último bloque, ya de manera muy breve (si nos podrías) comentar algo de tu experiencia usando herramientas de Lean en la planificación del proyecto.

S18: Bueno nosotros sí hemos instalado el Big Room. Somos una empresa que tiene varias obras, mucho de la implementación nos salió casi gratis, porque, por ejemplo, las pizarras las trajimos de otra obra, las mesas de otra obra, el televisor de otra obra y así fuimos armando nuestro kit. Hasta el proyector también era de otra obra, es una suerte que tuvimos. El Big Room en obra se tiene que ir adaptando a la disponibilidad del sitio o del espacio. En una época estábamos en una caseta y ya cuando teníamos construido un edificio nos pasamos a ese edificio. Ya cuando ese edificio le toca ser pintado o enchapado, te mudas al otro y así

tienes que hacer, salvo tengas un terreno amplio donde puedas tener un Big Room que no se mueva. Pero, definitivamente se va a mover, así que

lo teníamos implementado de una manera que, por ejemplo, las pizarras tenían rueditas, el televisor con un rack con ruedas, cosas así. Otra cosa que también implementamos, es el Last Planner System. Tenemos reuniones de Last Planner todos los jueves y en el que logramos que participe la mayor cantidad de gente posible. Lo hacemos en pizarras acrílicas. Nosotros no hemos adoptado el método de los post-it, sino de escribir directamente en la pizarra. Para ello, trazamos una cuadrícula en la pizarra con tinta indeleble, de manera que tú puedas borrar los apuntes del plumón convencional de pizarra blanca, pero no se iban a borrar las cuadrículas. Con eso de frente la persona podía escribir en la pizarra con una letra un poco más grande para que vean los demás y te ahorras de estar llevando los stickers de arriba para abajo y, tal vez, pues sacándolos otra vez para tener la pizarra (vacía). Evitas que se caiga también, a veces se llena de tierra por la obra. Puedes tomar foto y se lee en la foto, se puede leer mejor que en un post-it cuando quieres tener una foto panorámica en toda tu pizarra es más fácil de esa manera. También hemos

implementado Pull planning. Son reuniones donde tenemos una meta fija y una fecha fija y de ahí jalamos hacia atrás. Qué subcontratistas son los involucrados para ver de qué manera podemos cumplir con ellos. Eso sería por mi parte.

E: Perfecto.

#### Entrevista 20:

E: Vamos a comenzar con una pregunta de introducción. ¿Cuántos años de experiencia laboral tienes y cuál es tu rol en la organización del proyecto? Si no me equivoco estás como jefe de obra de la U\*, según la información proporcionada por L\*.

S: Bueno, acá en la obra de la universidad Lima, me desempeño como jefe de obra, como residente. Bueno, egresé en el año 2005 y, desde ahí, sigo trabajando. Tengo alrededor de 17 de experiencia profesional y, en C\*\*\*\*\*, que es la empresa con la que estoy actualmente, vengo desde el 2008, desempeñando varios roles. Últimamente ya de jefe de obra o residente.

E: Perfecto. ¿De qué manera colaboras con otros actores del proyecto? Es decir, con qué actores, qué actividades realizan, por qué vías se comunican, de manera breve y concisa.

S: Bueno, el papel del jefe de obra es de coordinar con todas las áreas de soporte, tanto como administración, SSOMA, calidad, producción, con control de proyectos, administrador de contratos, (es decir), tiene un rol más holístico digamos. Con el cliente no tanto, porque es más rol del gerente de proyecto. También (coordinamos) con la supervisión de proyecto. (Ellos) son con los que también siempre vemos lo que son liberaciones o consultas técnicas.

E: Perfecto. Ahora, pasamos el primer bloque, el entorno común de datos. La primera pregunta es una pregunta general. ¿Cuál es tu experiencia trabajando con un entorno común de datos? ¿Cómo te asignan al entorno común de datos? ¿De qué manera trabajas? ¿Cuál manejas?, etc.

S: Bueno, en entorno (común) de datos manejamos Revit, con un entorno BIM y se hace básicamente con un programa que se llama Revizto. En Revizto se puede coordinar. En él, se integra toda la información, todos los modelos, tanto por los subcontratistas, por los proyectistas y el constructor. Es un entorno bastante amigable para poder manejar información. En lo que es información, digamos para almacenar, lo manejamos en la plataforma que es Procore. Recién estamos experimentando en esta obra (con esta plataforma). Nos ayuda a almacenar, es como una base de datos compartida con la supervisión y con los subcontratistas, y con el cliente, que, de alguna forma, nos ayuda para todos manejar la misma información y poder descargar información más fácilmente. No

manejarlo tanto por un correo, por una carta, si no, de tenerlo integrado en esta plataforma. También, las coordinaciones que se hacen diariamente se hacen con grupo de WhatsApp con el cliente, la supervisión, con los contratistas. O sea, los grupos de WhatsApp se utilizan bastante en la interacción. Yo creo que, hasta incluso por WhatsApp te permite enviar planos. Cuando son temas urgentes, se manejan por WhatsApp.

E: Claro. O sea, me has dicho que utilizabas Revizto y mencionaste otra plataforma que era nueva.

S: Sí, esa plataforma se llama Procore.

E: ¿Esa plataforma es una base de datos de la empresa que la maneja el cliente?

S: No. Nosotros internamente siempre hemos manejando lo que llamamos un servidor. Ese servidor lo manejaba C\*\*\*\*\* nada más. C\*\*\*\*\* nada más lo manejaba y no podían entrar los contratistas ni nadie, porque era por un tema de seguridad, de asegurar información. Esta plataforma Procore se paga para que se almacene información y se comparte. Es bastante amigable. Es una plataforma que se utiliza en Estados Unidos, en otras empresas para poder manejar bases de datos. Por ejemplo, guardar el RFI, guardar planos, comunicaciones, etc.

E: ¿Es algo como para tener información de proyectos pasados y aprender de errores?

S: No. No llega ese nivel. Se paga bastante por esa plataforma. Digamos, es más por proyecto. Ahora sí la empresa a futuro planea manejar Procore, podría hacerlo con un estándar, pero eso está en prueba. Lo que son proyectos pasados si lo guarda en interno la empresa, (ya sea) lecciones aprendidas, informe final, y con eso se maneja para futuros proyectos. Para dejar bases de dato para proyectos similares en el futuro.

E: Perfecto. Y WhatsApp dice que es algo simple, pero es algo muy útil para enviar planos de manera urgente.

S: Sí, por ejemplo, a veces hay un detalle urgente que se va a definir y bueno hasta que salga en el Procore y lo puedas descargar, lo envías por un grupo de WhatsApp y rápidamente lo tienes a la mano. Sobre todo, la gente de topografía, que necesita muchos datos casi siempre, y la oficina técnicamente se los pasa por WhatsApp más rápidamente. Ya todo el mundo tiene un teléfono inteligente con una pantalla grande y es más sencillo poder revisar información. También hay aplicaciones de AutoCAD para poder sacar datos, información directamente y tomar medidas. Entonces WhatsApp yo creo que si es muy útil. También para para coordinar. A veces, hay que mandar una información y, en vez de mandar un correo a muchas personas y esperar a que llegue a su computadora y lean el correo, mandas un WhatsApp, por ejemplo, con una comunicación urgente y ya pues todo el mundo está hablando con el celular. En el trabajo tendré como 8 o 10 grupos de WhatsApp y, es lo más fácil, porque a veces, por ejemplo, si están todo el día en el campo no y solamente están pocas horas en la computadora, entonces es mucho más rápido revisar información directamente del WhatsApp.

E: Perfecto. Muy interesante lo que dices. ¿Alguna experiencia particular en algún proceso de trabajo en un entorno común de datos, como, por ejemplo, procesos de producción, de revisión, de superación o algún tema que puedas comentar?

S: Bueno, esto de colaboración más se enfoca a esto del VDC. Hablan de ICE, de BIM y de PPM, o sea, combinan todo. Bueno, básicamente esto se basa en tener un área donde se puede colaborar digamos, (por ejemplo), una sala de reuniones potentes que pueda tener elementos adecuados para poder coordinar. Por ejemplo, que tenga computador, que tenga pantallas, que tenga dos televisores grandes, tenemos proyectores, tenemos pizarras acrílicas para poder dibujar. Entonces, lo primero es lo que la gente de VDC llama el Big Room, que no es más que una sala de reuniones bastante equipada y, claro, esa es la base para poder interactuar.

E: Claro, y respecto al entorno común de datos, ¿Qué rol ocuparías o como conectas con ellos o de qué manera lo trabajas?

S: Por ejemplo, acá no es que el área BIM maneje eso nada más, acá todo el mundo maneja el BIM. Por ejemplo, en una reunión de producción, el ingeniero de producción agarra su modelo BIM, corta el modelo y lo proyectamos, y podemos tomar notas de incompatibilidades, de interferencias, de las restricciones con los contratistas. Entonces, el entorno colaborativo es, por ejemplo, en la sala juntar a los contratistas contra los capataces y ver problemas. A veces un subcontratista se cruza con otro o hay tres subcontratistas al mismo tiempo que se cruzan. Entonces, el ponerse de acuerdo, el conversar, básicamente lo que se llama la colaboración, es lo que le llaman ICE.

E: Ah ya, o sea, en obra, en un Big Room, ven las incompatibilidades con los subcontratistas, todo eso.

S: Exactamente. Entonces ahí utilizamos ya todo. Estamos con el modelo cortándolo y no tiene que venir un ingeniero BIM. Los ingenieros de producción tienen el modelo instalado en su computadora, como Revizto, que no carga tanto como Revit. A veces, cuando son reuniones ya muy pesadas, participé yo. Cuando son reuniones menores, lo manejan solamente los ingenieros de producción. De repente, hay que ponerse de acuerdo con algún contratista que es un poco complicado o necesita más interacción, bueno ahí

participamos los jefes. Pero, digamos, son muchas reuniones que se hacen a la semana. Puede haber hasta 3, 4 reuniones al día de coordinación. Bueno, básicamente, esto creo que fluye más en los acabados, porque la obra civil básicamente es fierro o hacer encofrado y uno lo maneja todo. Pero, con los contratistas es más complicado, porque hay contratistas que son muy especializados y solamente ellos lo pueden hacer, y bueno, no es que lo puedas votar y conseguirte otro. Por ejemplo, los vidrios los vinilos, los pisos vinílicos, los muebles, no hay

contratistas que todo lo hagan. Entonces, hay que coordinar bastante para que entre ellos se pongan de acuerdo de una forma, para que los procesos fluyan.

E: Claro. Respecto al entorno común de datos, ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas?

S: La ventaja es que, por ejemplo, hace unos años, por ejemplo, tú tenías 200 planos y tenías que ir buscando plano por plano todo. Por ejemplo, llegas al piso 1 y te encuentras instalaciones sanitarias, eléctricas, de arquitectura, todo y para poder compatibilizarlo. Ahora todo está en el mismo modelo. En el modelo está dibujado todas las instalaciones, los acabados y, si por algo quieres eliminar algo simplemente bloqueas una capa. O sea, toda la información que esté metida ahí ayuda un montón. El único problema no más es que la información sí debe ser muy rápidamente actualizada, porque, si la información no es actualizada, ya no ayuda. La información tiene que estar siempre actualizada. Por ese lado, el modelo acá está bien explotado. En lo que son sketch, por ejemplo, aprobados, en esta plataforma Procore, la gente lo utiliza. Los ingenieros tienen Ipads en los que pueden trabajar y ver los planos en el iPad. Ya no van a estar imprimiendo planos. A veces es muy tedioso llevar tantos planos impresos, ya lo hacen por medio de los iPads. Les ayudan para eso. Incluso el iPad tiene herramientas para poder dibujar en los planos, hacer notas, que también les ayudan bastante.

E: Entonces, se puede decir que un inconveniente es que hay que estar constantemente actualizándolo y todo eso.

S: Pero no es inconveniente, es parte de. El inconveniente sería que no lo hagas. Si no lo haces, la información no sirve, tienes que estar siempre actualizando y también tener gente que tenga experiencia. A veces cuando son muy jóvenes de construcción no saben los criterios de construcción, entonces, siempre tiene que estar apoyado con alguien que tenga más experiencia para que los pueda guiar.

E: Claro. Ahora, ¿Has formado parte de las sesiones ICE? Creo que sí ha mencionado algo al respecto.

S: Claro, estas sesiones de colaboración son las sesiones ICE, que juntas a todos los actores para poder llegar a soluciones. O sea, utilizas BIM con el modelo, juntas a otra gente y PPM con lo que ves cronogramas, fechas, Last Planner, Look Ahead. Entonces, cada reunión que tienes es ICE, en la teoría es diferente. Ahí la ponen más para ingeniería, pero no es necesariamente ingenierías, sino también de procesos constructivos. De repente, en un momento, cuando recién estás empezando, sí es ingeniería. Pero, cuando la obra va evolucionando más se convierte en revisión de subcontratistas, de ponerse de acuerdo. Es muy difícil ponerse de acuerdo con tantos contratistas. O sea, hay que llegar a esos consensos. En una reunión a la semana es imposible ver todo, se tiene que ver diariamente cada problema para poder resolverlos.

E: Entonces, de tu experiencia ¿Cuáles serían los beneficios?

S: El beneficio es colaborar, porque, qué pasaba antes. Antes, tú hacías la programación, te llevas a los contratistas y todo el mundo decía que no lo podía hacer porque no los juntabas. Entonces, es como decirte a ti, tú eres el experto y tienen algo que hacer, pero te dan algo que no se puede hacer, porque de repente el subcontratista es el especialista y él sabe cómo hacer su proceso. O sea, en la universidad nos enseñan a hacer, diseñar concreto, fierro, acero, pero no nos enseñan a colocar vidrio, no nos enseñan a colocar vinílico, colocar albañilería, instalaciones sanitarias, eléctricas aire acondicionado, etc. Eso lo sabe el subcontratista. Entonces es un poco también que tener el input de ellos para hacer una programación más certera. Por ahí creo que mencionaste esto de la variabilidad, que también se maneja eso. O sea, la idea es en lo posible bajar la variabilidad. Hay demasiada variabilidad en la construcción.



E: Claro, Esa es una característica de la construcción a diferencia de otras industrias.

S: Claro. Un error que siempre se ve en muchas constructoras es que tienen un ingeniero que planifica y le dice lo que debe hacer a la gente. Pero, tú no sabes el proceso de alguien de contra incendios, de HVAC, eso lo hace un especialista. Debes trabajar con ellos para pasar las programaciones, para que ellos te den el input de los trabajos, los tiempos. Entonces, eso es ICE, recibir información de ellos para poder conciliar cosas, para poder entender el proceso, para ver quién entra primero, quién entra después. A veces uno hace una secuencia, pero, de repente, por el desconocimiento del mismo proceso, se asigna mal tiempos o más secuencia. Entonces, la secuencia te lo da el especialista, entonces, ellos deben planificar. Creo que ese es el mayor cuello de botella de muchas constructoras. Quieren tener alguien que planifique, pero la planificación la tiene que hacer los que construyen.

E: Perfecto. Respecto a ICE. Cuando realizan esas sesiones o reuniones, ¿hay algunas métricas que utilizan y que te parecen que son muy importantes o a destacar?

S: Yo creo que sí. A veces, por ejemplo, cuando hay una reunión, poner el límite no, porque tampoco la reunión no puede ser tanto tiempo. Entonces una métrica puede ser que tu reunión no dure más de dos horas, más de hora y media, porque a veces la reunión se puede extender y la gente se aburre. Otra métrica puede ser la cantidad de participación, o sea, si realmente la gente está viniendo a las reuniones. O sea, garantizar que el 100% de personas vengán para que la reunión sea potente. Entonces, esas métricas te pueden ayudar para guiarte. A veces ya con la experiencia se vuelve implícito esto. Pero, de repente cuando recién comienzas, es bueno llevar un control de métricas para poder hacer seguimiento. En algunas empresas ponen a ingenieros juniors a manejar estas métricas no y les sirve como gráfico para poder publicarlos y la gente pueda ver los cumplimientos. E: Perfecto, cumplimientos y duración.

S: La duración creo que es básico. Otro puede ser métrica de porcentaje de cumplimientos, como le llaman el PAC, el cumplimiento diario de si se ha cumplido o no se ha cumplido las metas de la semana pasada o si de los puntos en que quedaban se acordaron. Por ejemplo, si vas a una reunión con 10 puntos y solucionaste 8, tu métrica es que el 80% lo solucionaron en la reunión. Entonces, la idea es mantenerte en eso, porque resolver todo es imposible, pero por lo menos dejarlo todo encaminado. Entonces, a veces uno lo hace implícitamente, pero, sí se pueden ir llevando métricas de acuerdo a tu necesidad. De repente un punto de la obra muy importante de repente, por ejemplo, ya cuando estas en el cierre ya es un poco más implícito. Cuando recién comienzas si es bueno llevar la métrica.

E: Ahora, respecto a la comparación de ICE y CDE. Algún momento, cuando has estado trabajando en una reunión, dijiste que fue necesario ir y pudiste haberlo hecho de manera asincrónica.

S: Bueno, hay temas que se pueden resolver en campo. Hay temas que, por ejemplo, son rápidos y que se puede resolver en la misma obra. Pero, los temas más tediosos y que involucran varias personas, si es necesario juntarlos. No para todos los problemas se van a reunir, hay problemas que con criterios se pueden resolver. O sea, reunirse para cosas realmente puntuales y que afecten al proyecto.

E: Ahora, pasamos a un tema acerca de Lean, y es de tu experiencia trabajando con ese sistema, con Lean construction.

S: Yo prácticamente en la empresa está. Definitivamente tienes que lotizar, te llevan a hacer trenes de trabajo para poder medir y con eso haces tú programa Look Ahead, haces tu programa de la semana y una proyección de tres semanas y aplicas Last Planner para ver restricciones, para ver causas de no cumplimiento. En general, todo el sistema Last Planner lo aplicamos bastante bien por acá ya desde hace bastantes años. Creo que, desde que estoy

en la empresa, creo que a partir del 2011 se empezó a manejar bastante lo que es el Last Planner. Está bastante arraigado en la cultura de la empresa.

E: Y, ¿De qué manera la implementación de una herramienta de Lean construction puede ayudar a múltiples actores del proyecto que puede motivar la colaboración?

S: Bueno, pero es parte de eso. Para poder planificar, necesitas Lean construction. O sea, hay teorías de trenes de trabajo, de lotizaciones, que se utiliza justamente para programarte y poder lotizar, porque, si no, sería muy extensa hacer la programación. Entonces, lo subdivides en trenes de trabajo con actividades diarias para poder medir. Entonces, te ayuda a medir y también te ayuda a programar. Lo que es cuatro semanas para poder ver tu horizonte de trabajos. En base a tu horizonte ver qué restricciones vas a tener para cumplir los trabajos y qué causas de no cumplimiento se ocasionaron para no poder cumplir las metas, y qué vas a hacer para que no te vuelva a ocurrir. Entonces, es una teoría que engloba todo. Ya está en el ADN de la construcción, creo que ya está bastante implícito. Está bastante maduro el tema de Lean construction.

E: ¿Alguna experiencia positiva y también negativa trabajando con Lean? Quizás algo que le podría faltar o algo por el estilo.

S: Bueno, la idea es no engañarse cuando uno hace Lean. O sea, no hacer Lean para hacer un formato, sino para que te sirva. A veces hay empresas o gente que le gusta hacer Lean para que se vea bonito con informes, pero no les sirve. Entonces, si hay que hacer Lean, hay que hacerlo para que te sirva. A veces, de repente la herramienta puede ser muy tediosa no te va a ayudar, entonces lo mejor hacerlo más simplificado para que te pueda ayudar.

E: Perfecto. La idea es generar valor.

S: Si, por ejemplo, en lo del cumplimiento, tú puedes hacer el 100%, pero puede ser que programes solamente lo que sepas hacer, pero no lo que necesitas hacer. A veces hay gente que se engaña a sí misma planificando.

E: Perfecto. Entonces, puede que no se gestione bien el tema de los porcentajes, etc.

S: Bueno, en los de los incumplimientos a veces, hay gente que entiende mal la herramienta. Hay gente que dice que el PAC tiene que ser siempre 100%. Entonces, la gente planifica cosas que sí puede hacer nada más. Entonces, que estés en 80% del PAC no quiere decir que estes mal y que estés 100% no quiere decir que estes bien, porque ahí tu planificas cosas que sabes que sí puedes hacer. Entonces, la herramienta bien usada te sirve, la herramienta mal usada te va a llevar a un error.

E: Claro. Se podría decir que depende de su uso o de la experiencia.

S: Claro, no es solamente llevar un curso y decir ya se Lean construction. Hay que también tener experiencia y saber aplicarlo.

E: Perfecto. Ya para finalizar esta entrevista, ¿Hay alguna métrica de Lean que te haya sido particularmente útil dentro de la planificación colaborativa de un proyecto? Una que consideres es importante destacar.

S: Bueno uno puede ser la medición del PAC como te dije, bien llevada, para poder ver tu variabilidad y para ver qué también que también programas. Otra herramienta puede ser la medición de lo que le llamamos los buffers de la construcción. Por ejemplo, si la obra acaba en seis meses, yo tengo que valorar la obra en cinco meses y medio, para que tenga dos semanas para, cualquier cosa que me pase, este sea mi colchón. Entonces una métrica puede ser medir que no te consumas toda esa holgura, porque si pierdes la holgura, prácticamente pierdes el plazo.

Entrevista 21:

E: Comencemos. ¿Cuál sería tu rol en la organización y cuánta experiencia laboral tienes?

S: Yo soy líder de arquitectura en la unidad de negocios de proyectos de ingeniería. Trabajo en esta posición desde el año 2008 y digamos que hace unos 5 años que estamos en el tema del BIM.

E: La siguiente pregunta es: ¿De qué manera colaboras con otros actores/involucrados del proyecto, ya sean, contratistas, diseñadores de otras especialidades, coordinadores BIM, de producción, etc.

S: El trabajo es básicamente de coordinación. Por lo general nosotros subcontratamos o desarrollamos proyectos en los que ya tenemos un arquitecto a cargo esta especialidad, por ser proyectos muy especializados. Hemos trabajado, por ejemplo, en el proyecto de la Videna, tomamos un consultorio inglés que tenía experiencia en recintos olímpicos. En el hospital de Huarmey también contratamos un consultor especializado en arquitectura hospitalaria o en el proyecto del templo de santa cruz también (contratamos) una empresa que ya hace proyectos de templos para el cliente. Sí nos toca como especialistas en ingeniería el desarrollo de especialidades. Entonces, aun cuando casi siempre estos proyectos ya vienen con un arquitecto, mi trabajo es, como coordinador para temas de compatibilización o la adecuación de estándares locales. En muchos casos estos clientes tienen pues una experiencia de afuera que tiene que ganarse con una norma local. (También) la coordinación interdisciplinaria de compatibilización con nuestros especialistas y el interlocutor con sus clientes, que son clientes externos, que son los usuarios finales, o bien nuestros clientes internos, que son los profesionales de producción.

E: Ahora, pasamos al bloque siguiente bloque, que es el entorno común de datos y

tu experiencia trabajando (en dicho) entorno común de datos, sobre todo a la hora de compartir información.

S: Por lo general, las etapas conceptuales las trabajamos en softwares más básicos, más ágiles, ya sea el AutoCAD o, para lo que es el trabajo de volumetría, el sketch o estos softwares ligeros. Una vez que tenemos ya una arquitectura con un mínimo del nivel de definición, entramos al modelado. Definimos por anticipado qué cosa queremos extraer del modelo para saber hasta qué nivel vamos a alimentar información. Cuanta más información se alimente, el trabajo va a ser más pesado, más lento y más preciso también. Hay cosas que no modelamos, como contrazócalos, cerrajería, cosas que la podemos simplemente sacar a través de información indirecta para efectos de metrados. Cuando trabajamos con algunos especialistas externos, trabajamos con un modelo compartido, de manera que tenemos la información a la mano. Aunque, también es cierto que, en algunos casos, algunos consultores especializados no han entrado todavía al tema BIM. Entonces, ellos trabajan en 2D y, con un equipo interno, nosotros subimos su información y la alimentamos. Compatibilizamos y las entregamos de vuelta para resolver interferencias o

resolver algunos temas de obra, como pueden ser la existencia algunos elementos temporales, como pueden ser grúas o alguna base de circulación interna que tenemos que tener despejadas para que se pueda liberar para hacer trabajo sobre ella. Trabajamos después con el equipo de modelado también en obra, donde muchas veces, por temas constructivos, se hacen algunos ajustes a la ingeniería y nosotros pues la validamos o la complementamos o damos alternativas. En las etapas de metrados, nosotros producimos un metrado del modelo que, casi siempre para cruzar información y ver confiabilidad,

también metramos en el sistema tradicional para tener contra que cruzar la información. Cuando no se trabaja con suficiente precisión, el modelo puede arrojar errores bastante gruesos, que es muy fácil de cruzarlos cuando tenemos algo contra que contrastar.

E: Perfecto. ¿Alguna experiencia trabajando más que todo en una plataforma en el que múltiples usuarios tengan acceso en algún proceso de modelación o de revisión?

S: Bueno, cada vez que se detecta alguna interferencia, se comparte inmediatamente en tiempo real y tenemos la información subida en un modelo que todos podemos visualizar. Yo personalmente no modelo, pero trabajamos con el Revizto o con el BIM360, que nos permite por lo menos visualizar el modelo para poder hacer los correctivos del caso. Y si, el Revizto, por ejemplo, nos permite marcar las interferencias y priorizarlas, y asignar responsables para ver quién tiene que tomar acción cuando tenemos algún trabajo que corregir.

E: Perfecto. A la hora de trabajar en una plataforma centralizada o ECD, ¿Has encontrado algunas ventajas o algunas desventajas?

S: Bueno, las principales ventajas es que se puede trabajar con muchísima más precisión que simplemente trabajándolo 2D y haciendo compatibilizaciones ideales, porque muchas veces en la representación 2D, se utilizan símbolos más que construcciones con trazos reales, entonces nos permiten una gran precisión en trabajo, nos permite resolver soluciones en espacios mucho más reducidos que lo que haríamos si no tuviéramos información tan clara. La contraparte, por otro lado, es que el proceso de integración se puede terminar haciendo interminable. En muchos casos se pide mucha mayor información que la necesaria. Entonces, de alguna manera, esto resulta excesivo. Hay buenas prácticas, hay soluciones, que los constructores conocen por su propia experiencia, pero la contraparte como digo es que se pide un grado mucho mayor de precisión que el que arrojan los planos, que suelen ser

los documentos contractuales del proyecto. Entonces, por ese lado, puede convertirse en un arma de doble filo.

E: Claro, estas hablando del proceso de modelación, que hay mucha información que no es necesaria.

S: Si, a veces el equipo de producción pide mucha información a veces también por presión de la supervisión. Como digo, se tiene toda la información para ejecutar perfectamente con lo que se plasma en los planos 2D, pero se exige pues un trabajo de modelado más allá de lo necesario en muchos casos considero.

E: Como plataforma mencionas que usan Revizto, BIM360 como ECD. Respecto a ello, cuáles serían las principales fortalezas o algún inconveniente.

S: Bueno, la principal fortaleza es que son muy intuitivas, son muy fáciles de usar. Si bien para el trabajo de plano si se requiere una determinación de parámetros previos muy específicos y muy especializados, y el modelado, a pesar de que yo he recibido la teoría, yo no podría hacerlo, porque requiere el manejo de muchísimos comandos. Pero, esa plataforma si nos permiten visualizar el modelo con facilidad. La gran ventaja es que es un aspecto muy visual.

E: ¿Y algún inconveniente con esa plataforma u otra nube que se maneje en la empresa? ¿Algo que le pueda faltar?

S: A ver lo que sucede es que los proyectos de ingeniería tienen varias etapas. Entonces, nosotros, por lo general, cerramos los expedientes cuando tenemos la información para aprobación, que no es a nivel pues de ejecución, es a nivel de ingeniería básica o de ingeniería de detalle. Pero, después de eso, viene una ingeniería de campo, donde todos los planos del fabricante en realidad son una siguiente etapa. A veces, más bien, lo que nos ha



pasado, es que, por procedimientos constructivos, se toman ciertas decisiones en obra que ya no sacan de los supuestos iniciales. Pero, creo que eso pasa más bien por experiencia de los proyectistas.

E: Perfecto. ¿Alguna métrica que se maneje en el entorno común de datos que es importante mencionar?

S: No estoy familiarizado con esos términos.

E: Entonces, podemos pasar al siguiente bloque, que es el de las sesiones ICE. En primer lugar, ¿tienes experiencia con las sesiones ICE?

S: Sí, (en) los proyectos que hemos trabajado con el modelo BIM, teníamos una frecuencia mínima o ideal de reuniones semanales. El tema es que hay que contar con ciertas habilidades de organización para poder ordenar estas sesiones, porque se pueden hacer muy prolongadas. Lo más importante es entrar con una agenda de prioridades, porque, como se reúnen especialistas de todas las disciplinas, si es que no está bien priorizado, es muy fácil perderse. Se tienen pues 100, 300 interferencias y si las manejamos en un orden correlativo como vinieron, no vamos a terminar nunca. Entonces, se tiene que tener una dirección de proyecto que priorice cuáles son las más importante o las que requieren la participación de más especialistas para que estas sesiones sean ágiles. No es fácil tirarse 4 horas en una reunión y no salir de los principales problemas.

E: Perfecto. Entonces, nos cuentas que deben ser bien productivas.

S: Sí, tienen que tener agendas acotadas y priorizadas, si no, es mucho tiempo quemado en gente que puede estar mirando y no participando.

E: Perfecto, ¿y algún beneficio o ventaja igualmente que serían propias de las sesiones ICE que hayas encontrado en tu experiencia?

S: Sí, lo bueno es que, cuando la gente está bien manejada, se identifica a todos los interlocutores que deben participar. Sucede a veces que se toman decisiones en algunas disciplinas haciendo coordinaciones directas pasando por alto otras especialidades que deberían intervenir. Entonces, la ventaja de una sesión ICE es que hay especialistas de todas las ramas que intervienen cuando tienen que intervenir.

E: Perfecto. ¿Conoces alguna métrica en las sesiones ICE que haya sido importante destacar?

S: Sí, se lleva la cuenta de las interferencias detectadas, las resueltas, las pendientes, y los tiempos de resolución, desde que se detectan hasta que se levantan.

E: Perfecto. Dentro de esas métricas, por ejemplo, ¿te parecen útiles o te parece que agregan valor a la sesión?

S: Hay que manejarlas inteligentemente. Yo creo que, lo que hacíamos era valorarlas, porque a veces pues hay 200, 300 interferencias y muchas de ellas las puede resolver el modelador simplemente pues resolviendo las interferencias sin necesidad de mayor participación de los especialistas. Simplemente arrimando un tubo o una caja, o poniendo un dispositivo un poquito más allá, cosas muy sencillas que no requieren participación de los especialistas. Por eso, si tienen que valorarse, tanto por impacto como por urgencia. Esas dos variables tienen que estar explícitamente indicadas en la interferencia que se tenga que resolver.

E: Perfecto. La pregunta siguiente justo es algo parecido a lo que me has contado, y es: ¿Hubo alguna sesión ICE en la que hubieras preferido no asistir y realizar el mismo trabajo de manera asincrónica, o sea no estar todos al mismo tiempo?

S: Bueno, antes de la pandemia si teníamos reuniones ICE presenciales. Creo que las hemos reemplazado perfectamente con sesiones virtuales. La necesidad es la madre de la inventiva. (Las sesiones ICE) son efectivas. Pero, como te lo repito, en el tema de la definición y priorización de la gente es fundamental para que sea productiva.

E: Perfecto. Bueno, ahora pasamos al último bloque que es acerca de Lean construction. SI hay alguna herramienta que hayas utilizado y algo que puedas mencionar acerca de ello.

S: Sí, C\*\*\*\*\* trabaja con Last Planner y hacemos una planificación general, un 3-week y un seguimiento diario. En los proyectos que los desarrollamos desde la ingeniería hasta la sala entrega de llave en mano, tenemos un equipo BIM que arranca con la ingeniería y casi siempre pues ese mismo equipo migra a la obra. Hacemos mediciones de avance programado y el valor ganado, y esto lo hacemos de la mano con el trabajo en el modelo, que nos permite graficar muy fácilmente el avance y las proyecciones. Se modelan, además del elemento y sus características, sus tiempos de ejecución para facilitar la planificación.

E: Entonces de todos esos que has mencionado, como crees que aportan en el proyecto ese tipo de información o conocimiento.

S: Es fundamental. La experiencia tiene un soporte en estas herramientas y es necesario que todos hablemos un mismo lenguaje. La experiencia no es solo eso, tiene un fundamento que está en la teoría que está detrás de todas estas herramientas. Es fundamental definitivamente.

E: Claro. ¿Alguna experiencia particular positiva o negativa que tengas tratando con estos sistemas?

S: Probablemente nuestro proyecto donde aplicamos con mayor premura todo este conocimiento fue cuando ejecutamos la obra de la Videna para los juegos panamericanos, que tuvimos 18 meses desde que nos adjudicaron el contrato, en el cual hicimos lo conceptual, la ingeniería, la ejecución de obra y la certificación de los recintos para los juegos panamericanos. (Fue) un trabajo bastante duro, donde todo el equipo que estuvo en ingeniería pasamos a apoyar a construcción. Yo estaba como líder de arquitectura e ingeniería y pasé a ser arquitecto de oficina técnica, y al final terminé como jefe de oficina

técnica. Había tiempos tan cortos que no había tiempo de traspasar información de uno a otro interviniente. Entonces, todos nos embarcamos en el mismo barco y sacamos la obra a tiempo. Tuvimos que ir alimentando la obra con información con una ingeniería en proceso, pero que, justamente a partir de las herramientas de planificación, sabíamos que había un plazo perentorio. (Por ejemplo), si es que teníamos que salir de cimentaciones

y aun cuando no hubiera una arquitectura definitiva, teníamos que ir la ajustando a lo que íbamos ejecutando y a la vez seguir alimentando con estructuras que nos sirvieran para ir lo suficientemente flexibles para poder afinar después el desarrollo del detalle mientras se iba ejecutando.

E: Claro. Entonces, nos comentas que ahí fue donde más importante fue el uso de Lean. sobre todo, cuando te dan cortos plazos es donde más se nota.

S: Sí, así es.

E: Perfecto. ¿Algún inconveniente o algo que consideres que es un defecto en Lean en una herramienta?

S: Bueno, lo importante es también tener claros los parámetros que nos van a servir para construir la información en el modelo, de manera que la información que obtengamos de él sea confiable. Si metemos mucha información vamos a ralentizar el trabajo, vamos a quemar muchas horas, y si, alimentamos con menos información, no vamos a poderle sacar el jugo en todo lo que requeriríamos. Eso creo que es básico, la planificación y el diseño del modelo, teniendo claro qué cosa es lo que queremos obtener de él.

E: Perfecto, ya estoy entendiendo mejor lo que me quieres decir. El modelo lo quieres llevar más a la práctica, si realmente sirve la información y que sea útil para la planificación.

S: Sí, exacto. Tenemos que tener bien claro qué cosas queremos obtener del modelo para saber qué información alimentarle

E: Perfecto. Con esto, culminaríamos la entrevista.

#### Entrevista 22:

E: Bueno, comenzamos con una pregunta de introducción un poco general. ¿Cuál es tu rol en la organización del proyecto y cuál es tu experiencia laboral en ello?

S: Bueno, primero mi nombre es M\*. Yo ahorita cumplo la función de administrador de contratos dentro de la gerencia de ingeniería de C\*\*\*\*\*. Al mismo tiempo también soy coordinador del área de control de proyectos. Mi rol es básicamente en los proyectos brindar soporte a nivel de los alcances contractuales, pero, además, me encargo del monitoreo y seguimiento de los que es los avances, el cumplimiento de hitos y el tema de los recursos. Pero, al mismo tiempo, he logrado participar de alguna manera dentro de lo que es esta la implementación de la metodología BIM en un par de proyectos. Si bien es cierto, lo que procuro es que cada proyecto tenga un coordinador BIM. Al inicio, no lo teníamos necesariamente, así que, me involucre en eso. Igual como entusiasta y como tengo certificación en VDC, también es estar investigando un poco del tema de BIM y todo su impacto en los proyectos. Básicamente eso es un poco lo que hago.

E: Perfecto. Entonces, dice que está como administrador de contratos y también gestionas lo que es BIM.

S: Claro. Todo lo que es la parte técnica, trato de que dentro de la organización haya un coordinador BIM, pero, la parte de gestión, del control y de la implementación, sí estoy involucrada en eso.

E: ¿Cuántos años más o menos llevas en el campo?

S: Yo tengo ahorita casi 15 años en C\*\*\*\*\* y casi ya 18 años de ingeniero. He estado en construcción los seis primeros años y luego ya he estado en ingeniería desde hace 9. Así que he visto ambas cosas. Evidentemente el impacto de BIM lo he visto ya estando en ingeniería porque justo en esa época se dio.

E: Perfecto. Ahora pasamos a la (siguiente) pregunta que también es general. ¿De qué manera colaboras con otros actores el proyecto en el día a día, con qué involucrados, qué actividades tienes que hacer con esos involucrados, etc? Por ejemplo, con el coordinador, con el de producción, el gerente, etc.

S: Básicamente nosotros buscamos garantizar que se alcancen los objetivos de cada proyecto, para lo cual nos reunimos frecuentemente con el gerente del área directamente, luego, con los gerentes de proyecto, y también con los líderes de especialidad. El área donde trabajo tiene siete equipos. Un equipo por cada disciplina o especialidad, en el cual desarrollamos proyectos de ingeniería desde la ingeniería conceptual hasta la de detalle, que es donde se hace la ingeniería para construcción. Entonces, básicamente lo que nosotros tenemos que ver es que se garanticen los objetivos del proyecto, los que son macro, el cumplimiento de hitos, (también) hacemos seguimiento utilizando el concepto de Last Planner, que es un seguimiento diario del cumplimiento de actividades y, luego, con la data recogida, a través de un sistema que tenemos de seguimiento de consumo de horas hombre y de entregables, podemos determinar las desviaciones y proponer soluciones para esas desviaciones. Tenemos que ir coordinando con cada gerente para las acciones respectiva. Eso evidentemente involucra también el seguimiento del costo. Ahora, para efectos de lo que es el BIM propiamente, nosotros nos reunimos con el coordinador BIM para ver el tema de los avances, porque también tenemos que hacer el seguimiento al avance del modelo como tal. Así que, ese es un poco la interacción del día a día que tenemos.

E: Perfecto. Buena respuesta para contextualizar. Ahora pasamos al primer bloque, como mencioné, había tres bloques, entorno común de datos, sesiones de ingeniería concurrente y Lean. Vamos a comenzar con el entorno común de datos. Es una pregunta también general y es que relates con el mayor detalle posible tu experiencia trabajando con BIM en un entorno común de datos, o sea, en una plataforma centralizada con múltiples miembros.

S: Claro. Evidentemente, nosotros en el área de ingeniería dentro de C\*\*\*\*\*, hemos sido los pioneros del uso de herramientas tecnológicas asociadas al BIM. Evidentemente, en Latinoamérica, lo que más está insertado en el mercado es Autodesk, todo lo que es la suite de Autodesk y, específicamente, Revit. Entonces, nosotros hemos estado usando Revit desde el año aproximadamente de 2012. Entonces, hemos sido evolucionando junto con el conocimiento que se iba adquiriendo del Revit desde esa época. C\*\*\*\*\* tenía un área BIM propiamente y ahora luego ya ha migrado a otra área, pero, básicamente el conocimiento del BIM. Perdón, como mencionaba, hemos trabajado con Revit desde sus inicios, hemos sido evolucionando con el conocimiento que se ha ido adquiriendo con el desarrollo de los proyectos y, creo que la experiencia más impactante que hemos tenido ha sido cuando desarrollamos el proyecto de la ampliación de remodelación de la vida deportiva nacional para los Panamericanos, la Videna. Trabajamos con casi 15 o 20 subcontratistas, logramos centralizar un modelo local, porque, evidentemente, el modelo en nube era muy complicado porque, en la realidad nacional pues no todos los contratistas tienen acceso a las licencias por los costos. Entonces, lo que tratamos de hacer es que incorporamos en nuestros equipos modeladores de Revit que pudieran capturar toda esa ingeniería y la pudieran plasmar en un modelo centralizado local que luego era sincronizado con un modelo en nube para que los arquitectos de Inglaterra pudieran ver las modificaciones. Entonces, nosotros hacíamos las demás especialidades y los arquitectos de Inglaterra evidentemente desarrollaban la arquitectura y ahí empezó la sinergia de información en un entorno común

de datos. Utilizábamos Navisworks, utilizábamos BIM360, que se llamaba antes collaboration for Revit. Así que, creo que esa ha sido la experiencia más impactante que hemos tenido por la envergadura del proyecto, por el impacto y ya a partir de ahí ganamos alguna experiencia en trabajos de entornos colaborativos. Ya trabajamos también para la firma WeWork desarrollando algunos proyectos para ellos de remodelaciones de oficinas, donde los equipos de arquitectura, la parte electricidad estaban en Argentina, había unos en Estados Unidos, y nosotros en Perú. Teníamos sesiones continuas, podríamos decir que eran sesiones ICE de intercambio de información, donde se evidenciaban los issues, se iba revisando en una plataforma que también llevábamos que era Revizto, donde podíamos cargar el modelo y generar los issues ahí, y podíamos hacer el seguimiento y control de levantamiento de esos issues. Primero fue Videna, luego WeWork, y ahora estamos en lo que es proyectos hospitalarios, donde también son proyectos complejos por el equipamiento, por la cantidad de consideraciones que deben tener las diferentes áreas y componentes del proyecto. También ahora en lo que es los templos para nuestro cliente, donde el nivel de detalle es máximo y hay que analizar una serie de alternativas. La estructura no es compleja como tal, pero sí las consideraciones y requerimientos se basan en temas culturales y religiosos. Entonces, eso genera que se tenga siempre que diseñar con una serie alternativas y ser flexibles a los cambios. Entonces, en eso, el intercambio de datos en Revit o en BIM360 ha favorecido en que podamos nosotros de alguna manera poder hacer esos cambios y poder sobre todo este visualizarlos, de manera que, tanto los involucrados como cliente y los subcontratistas y nosotros, podamos tomar decisiones en base al modelo, que es un poco lo que se busca con este tipo de plataformas de o con el entorno común de datos. El intercambio de información que se pueda plasmar en un modelo, que se pueda visualizar y, sobre eso, definir cosas.



E: Perfecto. Muy interesante lo que nos comentas que cada proyecto es diferente, al fin y al cabo. Ahora, pasamos una pregunta un poco parecida pero un poco más específica sobre el entorno común de datos, que es que relates tu experiencia en un proceso de producción de información, es decir, en un entorno común de datos hay un proceso de que se trabaja la información, se revisa, etc. Relata tu experiencia en ese proceso de manipulación de información, producción de información, revisión de información en el que hayas sido responsable.

S: Sí, por ejemplo, en el tema de los proyectos de WeWork, que eran proyectos en que la ingeniería para la remodelación de esas oficinas tenía que hacerse en no más de dos semanas. Entonces, era un trabajo de sesiones ICE diarias intensas, en el cual venía la arquitectura con una propuesta e inmediatamente las especialidades se ponían a trabajar y en dos o tres días planteaban sus primeras propuestas, lo cargaban al modelo, teníamos la sesión ICE, veíamos en el Revizto como iba funcionando el tema o había opiniones de arquitectos, de otros especialistas, surgían cambios y finalmente salían los planos ya para la remodelación. Entonces, de no haber tenido un entorno común de datos adecuado, probablemente, esta visualización para la toma de decisiones hubiera sido más lenta, como era antes. Te cuento un poco como era antes de repente para que tengas una idea de cómo esto está ayudando. Antes todos los planos se hacían en 2D, entonces, una especialidad terminaba los planos en 2D, los imprimía y los llevaba a la mesa del otro y, el otro miraba recién la información de esa especialidad, hacía sus aportes y, luego, pasaba a otra especialidad que estaba involucrada también en ese plano o en ese piso y, luego, después de una o dos especialidades que están involucradas, regresaba la especialidad de origen y recién se realizaban los cambios. Entonces, evidentemente, al tener estas plataformas, lo que se favorece es ese intercambio de datos entre especialidades, el poder rápidamente recibir la información, generar los aportes, generar, digamos, la especialidad, y automáticamente poder publicarla

de manera que todos los demás puedan verla. Así mismo, el que sigue en la cadena, tomar esa información, generar su ingeniería, aportar y luego colocarla y así. Entonces, esa dinámica de continua actualización de información es lo que hemos podido vivir en proyectos cortos en donde, si bien es cierto, no era muy complejo el tema de WeWork, era constante, era un ritmo intenso.

E: Perfecto. Ahora hay un flujo más dinámico.

S: Claro, va dependiendo de la complejidad. En el caso de la Videna, por ejemplo, era un proyecto mucho más complejo. El flujo de información era un poco más extendido, era casi semanal, pero, el proceso de intercambio de información fue importante que, ciertamente, hubo muchas dificultades, como en todo proyecto y, sobre todo, porque las empresas consultoras en Perú no están habituadas a trabajar en modelos colaborativos por un tema de inversión, porque, generalmente, estas empresas, antes de Videna, tenían un mercado de retail, de edificaciones multifamiliares, donde los costos unitarios eran muy bajos. Entonces, esto no permitía la inversión en este tipo de tecnologías nuevas, sino, era un trabajo un poco más rápido, más parametrizado. Entonces, no te permitía el análisis de muchas alternativas, era casi casi lo mismo, y, cuando surgían los cambios, debido a los ciertos requisitos específicos, por ejemplo, una cosa es desarrollar un edificio multifamiliar estándar con una distribución ya más o menos conocida a empezar a desarrollar un hotel que es diferente uno del otro. o sea, tiene ciertos estándares o parámetros, pero ya la arquitectura entra a tallar y te cambia las cosas. Entonces, a veces este tipo de empresas entran con sus distribuciones parametrizadas y más demoran encajarlas y a veces no las encajan, simplemente las plasman y, luego, vienen los cambios y el integrador al final tiene que lidiar con cada uno para lograr juntar todo y que sea coherente. Esto evidentemente en este entorno colaborativo ayuda a esa coherencia, a lograr esa compatibilidad casi sobre la marcha, ya no tienes que esperar tanto. Ese es un poco lo que lo que te puedo contar.

E: Muy interesante. Entonces, pasamos a la siguiente pregunta, la cual sería ¿Cuáles son las ventajas y desventajas que encuentras al trabajar en un entorno común de datos?

S: Ok, la ventaja es, primero, el poder tener la información sobre la marcha, podemos decir en tiempo real más o menos, aunque no se logra eso todavía, porque, eso implicaría un cambio cultural importante que todos de alguna manera trabajen de la misma manera. Todavía estamos en el camino, pero creo que todavía va a demorar. Entonces, la principal ventaja es tener la información con mayor anterioridad, mayor anticipación, el tema de ser flexibles a los cambios y el poder analizar muchas alternativas. (Esto último se puede hacer) porque te da la información de manera más rápida. La otra (ventaja) es que logras la integración y la coherencia de los diferentes participantes de, en este caso, de esta construcción del modelo virtual. (Por otro lado), la desventaja es que se necesita un nivel de coordinación alto, lo cual creo que los grupos tienen que ir madurando conforme a la experiencia y, de esa manera, vas a lograr esa esa dinámica fluida que necesitas para que tu proceso no tenga pérdidas en el camino, sino que, este más bien (pueda) lograr encadenar a todos los involucrados. Creo yo que esa es la principal desventaja, el lograr esa dinámica porque, si no logras la dinámica, (a pesar de que) la herramienta sea muy buena, se te pueden entrapar los procesos, no va a fluir si de repente no todos están sintonizados, creo que esa es la principal desventaja de este entorno común de datos en el sentido de que la información tiene que fluir de una manera o dos maneras, pero no más. Si alguien no está sintonizado, te puede perjudicar un poco la dinámica que quisieras obtener para el proyecto.

E: Perfecto, buena respuesta. ¿Tienes alguna experiencia con métricas en un entorno común de datos?

S: Bueno, nosotros básicamente las métricas que hemos este utilizado es zonificar el proyecto, descomponerlo en componentes por especialidades, por pisos, e ir viendo y

controlando el avance del modelo. Ciertamente, para cada componente, tenía uno, dos o tres estatus que nos daba un porcentaje de avance. La otra métrica que buscamos obtener era, por ejemplo, la cantidad de issues resueltos sobre la cantidad issues totales. De esa manera, podíamos ir midiendo la velocidad de la capacidad de la toma de decisiones. Clasificamos incluso los issues críticos y no críticos. Entonces, teníamos una métrica de cuantos issues críticos se habían resuelto en una semana por ejemplo y cuántos están pendientes. Entonces, de esta manera, buscamos que la sesión ICE estuviera más enfocada en aquello que es crítico. Básicamente esos dos eran los más importantes.

E: Perfecto. Pasamos al bloque de ICE. ¿Podrías relatar con el mayor detalle posible tu experiencia trabajando en sesiones ICE?

S: Claro. Las sesiones ICE son justamente ese ámbito en el cual los participantes de los proyectos decisores pueden visualizar un modelo y analizarlo, evaluarlo, y, sobre la marcha, generar soluciones a los diferentes problemas o issues como le llamamos nosotros comúnmente que se van presentando. Entonces, evidentemente, y vuelvo a nombrar al proyecto de Videna, creo que fue la primera vez que he visto una sesión ICE tan multitudinaria, sesiones ICE de 30 personas, 35 personas y eran maratónicas. Estamos hablando de 6, 7 horas. Evidentemente, intentamos integrar a todo el mundo para ganar un poco de tiempo, pero con el tiempo nos fuimos dando cuenta que eso no estaba funcionando. Una sesión ICE multitudinaria no necesariamente te garantiza que sea efectiva. Entonces, lo que se hizo siguiómente fue hacer varias sesiones ICE en paralelo y había una sesión ICE central. Entonces, si hubiera alguna dificultad de una especialidad o que involucraba a dos o tres actores, se les convocaba y, luego, se les pedía que en otras salas resolvieran el problema. Entonces, se hizo eso para, de alguna manera, dinamizar el lograr el objetivo de la sesión ICE, que era la definición de cosas, de issues o de problemas que se presentaban. Pero, evidentemente, la Videna era un proyecto muy complejo. Entonces, si costó bastante, fueron

muchas horas de reuniones ICE, pero, la conclusión a la que se llegó es, tiene que participar la gente que toma decisiones, la gente experta que puede proponer soluciones alternativas sobre la marcha y, de alguna manera, sacar una definición de la sesión. Si la sesión entraba con 30 puntos, no podías salir con 25 puntos resueltos. Esa es otra métrica que se manejó en su momento, de puntos resueltos en las sesiones ICE. Como lo comentaba, en el proyecto de WeWork, que era mucho más pequeño, pero que era mucho más intenso, las sesiones ICE eran diarias, participaban más de 6 personas y se tomaban decisiones sobre la marcha. Eso permitió que en cortos tiempos se analizarán siempre alternativas para las remodelaciones que se tenían que resolver. Eso es un poco de lo que te puedo comentar.

E: Perfecto. Interesante esa propuesta de las sesiones ICE en paralelo, no lo he escuchado antes en otros entrevistados.

S: Se llamaba creo como el modelo “Acordeón”. O sea, entrabas a una sesión grande y luego se separaba en varias y, luego, se llegaba a la sesión grande otra vez a declarar lo que se había finalmente definido.

E: Perfecto. Bueno, la siguiente pregunta es y, quizás también la has respondido de alguna manera, ¿Qué beneficios propios o exactamente colaborativos en el intercambio de información o conocimientos se tienen al trabajar con sesiones ICE en el último proyecto que has participado?

S: Claro, el principal beneficio es el lograr integrar, en este caso, con nuestro cliente que son los arquitectos que desarrollan estos proyectos. Hablando del proyecto del templo, normalmente el cliente principal, vamos a llamarlo el templo, contrata un arquitecto y ese arquitecto a su vez, subcontrata a las especialidades. Estamos hablando del que desarrolla las estructuras, el que ve el tema de las cimentaciones, el que ve la parte eléctrica, la parte sanitaria, etc. Entonces, lo primero que se logró con la sesión ICE es poder, a través de un

modelo, sentarnos a discutir sobre algo que era visible, poder mostrar nuestras propuestas, poder mostrar nuestras inquietudes, poder sustentar los criterios que están utilizando en las distintas especialidades. Asimismo, cuando ellos han tenido los cambios o las modificaciones a la implantación del proyecto o alguna configuración dentro del edificio, ellos también han hecho los cambios y, rápidamente, nos hemos podido juntar. Entonces, qué significa, que los actores principales pueden integrarse para trabajar en un

lenguaje común, que es el modelo y, al mismo tipo, poder ver. Entonces, ya digamos que minimizas la interpretación subjetiva sobre un asunto, si no, es mucho más tangible lo que estás viendo en la pantalla. A su vez, este arquitecto involucró al cliente principal mostrándole justamente el desarrollo de las especialidades en el modelo. Entonces, el beneficio principal es de integrar lograr que los participantes del proyecto decisores puedan hablar el mismo lenguaje, entenderse, mitigar la parte subjetiva del proyecto y, al mismo tiempo, lograr la definición de problemas, la definición de criterios. Incluso, el análisis y el poder evaluar alternativas. Esos creo que son los principales beneficios de las sesiones.

E: Perfecto. Igualmente, como hicimos con el bloque anterior, ¿Alguna métrica que hayas manejado en las sesiones ICE que te apareció particularmente útil?

S: Sí. La que hemos utilizado es la de cuántos issues se trataron, cuántos issues están en la agenda, cuántos se resolvieron ese día, cuántos issues críticos se generaron de esas reuniones ICE. Otra cosa que podríamos haber medido y no lo medimos de repente o que ya lo teníamos más que nada parametrizado, es la cantidad de del tiempo. Es algo que lo

mencioné en el ejemplo de Videna, que las reuniones podían durar 6, 7 horas. Estas reuniones duran máximo una hora. Entonces, el ahorro del tiempo te permite pues más horas de trabajo. Entonces, ir midiendo el tiempo es importante. El poder tener una agenda disponible antes

de la reunión también es importante, porque ayuda a que las participaciones se enfoquen en resolver los issues. Van un poco más preparados.

E: Perfecto. Ahora la siguiente pregunta es: ¿Hubo alguna sesión ICE en la que habrías preferido no asistir y realizar el mismo trabajo en un entorno común de datos?

S: Claro, en realidad las reuniones ICE, mientras sean efectivas, de corta duración, son interesantes. Aquellas reuniones ICE que son maratónicas, como las primeras que se tuvo para Videna, hubiera preferido yo de repente decir “Vamos a ver los issues”, y de repente yo me reunía y le decía “Oye, acá hay un issue que involucra la parte eléctrica, por qué no nos sentamos a resolverlo”, en vez de tener que esperar a que de alguna manera llegue la parte eléctrica de una reunión de 7 horas. No puedo estar sentado 2 horas tranquilamente sin tener ninguna participación. Es eso básicamente. Entonces, se pudo haber evitado poniendo esos issues en, por ejemplo, Revizto, saber que son mi responsabilidad, ponerle una fecha límite para cerrar ese issue y escribir el comentario. Entonces, ya no llevamos todos esos issues a discutir en la sesión ICE, hacemos que sea más efectiva, que se revise de repente aquello que sí es crítico, que depende de más de un participante.

E: Perfecto. Ahora pasamos al último bloque que es Lean construction. Bueno, en primer lugar, como hemos venido haciendo, coméntanos tu experiencia utilizando Lean construction.

S: Claro. Evidentemente para nosotros, como ingeniería, hay algunos conceptos que hemos tomado de Lean construction. Básicamente el tema de la planificación me parece que es lo más difundido digamos, como Last Planner. Eso ya lo hemos visto un poco en el templo Santa Cruz, sin embargo, en la ingeniería funciona un poco diferente, porque la ingeniería tiene más de ser un proceso creativo que un proceso ya parametrizado y que, incluso, tiene tecnología involucrada que te determina los tiempos. Me explico, en el tema de construcción,

por ejemplo, si vas a levantar una edificación ya sabes que tienes que hacer el movimiento de tierras tienes que excavar al nivel de la cimentación, preparar tu soldado, luego tu armadura, luego te encofrado, luego hacer el vaciado de las zapatas, luego empezar a armar las columnas, luego vas a vaciar las columnas y luego sabes que no puedes hacer nada en las columnas hasta después de 3 días o 7 días dependiendo del concreto que vas poniendo, luego ya vienen las losas y bueno, de alguna manera, tienes ya parametrizado el tiempo que va desde que inicias el movimiento de tierras hasta que vacías la última losa del edificio. Puedes utilizar algunas tecnologías que te pueden ayudar a realizar trabajos en paralelo, un piso sobre otro. Puedes acortar algunos procesos ahí. En el caso de la ingeniería es más complejo, porque, al ser un proceso creativo, tú puedes iniciar con una idea y terminar con otra totalmente diferente, porque en el camino lo que vas haciendo es plantear y evaluar alternativas en base a normativa. Pero, sin embargo, puede suceder diferentes formas de atacar un mismo problema. Entonces, hay mucho de lo que sería un proyecto ágil, en donde hay “sprints” cortos donde puedes desarrollar una idea y hacer un cambio en el final de la semana, y tener que retomar desde el comienzo. Entonces es un poco complicado aplicar Lean construction como tal. Pero, como te digo, se toman el tema de Last Planner, el tema de las actividades completadas. Para el templo Santa Cruz hemos hecho un primer borrador de un análisis de procesos. Hemos tratado de analizar el proceso de ingeniería como tal e ir encajando los componentes para coger alguna secuencia y ver la manera que, de repente, en mediano plazo, poder mejorar algunos procesos que hagan que engranen. Al final, a lo que nos está llevando es que, si nosotros trabajamos al 100% en un entorno colaborativo, en un entorno común de datos, podríamos incluso acortar esos tiempos de coordinación, porque lo que más tenemos nosotros en ingeniería es la coordinación. Bueno, igual en construcción, pero, digamos que en el caso de ingeniería es un poco más dinámico, porque la idea que puede tener una especialidad puede impactar en otra. Entonces, si la comunicación no es



efectiva y no hay coordinación. puede que tengamos dos diseños en paralelo que al final se van a encontrar en un punto y no van a ser coherentes, no van a conversar entre ellos. Entonces, para nosotros es muy importante llegar al tema de coordinar los procesos.

E: Perfecto. Creo que es una respuesta bastante completa que engloba todos lo que es Lean. Con eso concluiríamos los tres bloques que queríamos discutir. Muchas gracias.

#### Entrevista 23:

E: Empecemos con una pregunta introductoria. ¿Cuál es su rol en la organización y cuántos años de experiencia posee?

S: Era coordinadora BIM para el proyecto del templo. Mi profesión es arquitecta y he estado trabajando 9 años en C\*\*\*\*\* en el aérea de ingeniería.

E: Perfecto. ¿Cuántos años de experiencia siendo coordinadora BIM?

S: Como coordinadora BIM estoy desde noviembre del 2021. Soy arquitecta de profesión y, sinceramente, implementar BIM de manera completa en el área de ingeniería, nos ha tomado tiempo. En sí, nuestros métodos son los más tradicionales; por así decirlo, trabajamos más con CAP. Además, para este proyecto, hemos reunido los suficientes profesionales para poder trabajar todos en el mismo entorno y, de este modo, desde noviembre del año pasado, han sucedido cambios que se reflejan en un mayor dinamismo y en una coordinación más fluida, ya que, al momento de trabajar con los profesionales, ellos pueden ver las modificaciones y que se discute en las interferencias. Esto es crucial para nosotros, porque, muchas veces en 2D, el flujo demoraba por esperar la respuesta del otro proyectista, el cual necesita elaborar evaluaciones, pero si todos se encontraban en la misma plataforma y en reuniones era más fácil el cambio.

E: Perfecto. Entonces, eres coordinadora desde el año pasado, pero eres arquitecta desde qué fecha exactamente.

S: Soy arquitecta de profesión con mi título desde el 2016.

E: Pasemos a otra pregunta de manera general. ¿De qué manera colaboras con otros involucrados del proyecto?, los cuales pueden ser con el de producción, subcontratista, cliente y entre otros.

S: Puntualmente, en el proyecto de templo, el cual se realizará en Bolivia, nos encontramos en la etapa de diseño y, en este aspecto, trabajamos solo lo que es MEP y especialidades. Nuestra coordinación se trabaja con una persona más y ellos complementan esta etapa de desarrollo porque ellos realizan 2 edificios de los 5 en total. Por así decirlo, nosotros trabajamos en el templo principal más 2 edificios aledaños y la otra empresa boliviana, los otros 2 restantes. Entonces, con ellos siempre contamos con nuestra coordinación, el cual es para solo servicios de la parte eléctrica y de data. Con la otra empresa siempre es un tema de coordinación e intercambio de modelos, el cual es lo mismo para nuestro cliente que desarrolla la arquitectura. Además, nosotros nos abastecemos de su información y retroalimentamos, por así decirlo, su nube con las especialidades y con las coordinaciones compartidas para que todo calce y, aparte, en las reuniones, se ve una especie de compatibilización. Fuera de este proyecto, no hay tratos con temas de obra, pero sí sé que hay obras por temas de acabados y ha existido algunas coordinaciones, pero, dicho de otra forma, ellos revisan con un externo y mandan sus rondas de consultas; no obstante, por no ser aún una arquitectura o diseño finalizado se coloca en la lista de consultas para las variables del cliente que siempre debe de responder de algunas consultas. En otros proyectos, como el hospital Huarmey, estamos en una fase de RFIs que se responde algunas consultas de obras, los cuales, básicamente, son consultas al expediente y se encargan de tramitar con algún subcontratista o los postores; todavía no se ha llegado a acabados, por lo que son consultas netas al proyecto. Luego, está unos metros a la torre hospitalaria, el cual es interno en sí, por lo que no existe algún contacto con la gente de obra. Una experiencia de

otro tipo distinto fue en Videna por otro tipo de contrato, circunstancia y los trabajos se necesitaban al instante. En este proyecto, si se requería de una coordinación más directa y reuniones con proveedores que fuesen más fructíferas para que impacten con las decisiones del proyecto por la rapidez de todo, por lo que no se encontraba con el tiempo de elaborar una ronda de preguntas y, así, se avanzaba en el transcurso de la reunión con los postores despejando duda que surgiese.

E: Perfecto. Nos has mencionado tu relación con los de obra y, de manera más interna, con los postores. Por consiguiente, pasemos al otro bloque, en cual ya me explicaste partes en lo que se refiere la pregunta; por ejemplo, me mencionó que se juntaron bastante y que trabajan en un entorno, el cual se refiere la siguiente pregunta, ¿me podría relatar con el mayor detalle posible tu experiencia en un entorno común de datos?, ya sea BIM o modelación de información de la construcción.

S: En estos momentos, como empresa nosotros trabajamos a solicitud del cliente con BIM360. Personalmente, desde noviembre, no lo conocía perfectamente, por lo que me he apoyado con bastantes personas de la empresa que conocen este tipo de plataformas. Además, quebrando los prejuicios de trabajar con una nueva plataforma, me ha ido bien porque puede llegar la información tanto al cliente como las personas que colaboran conmigo. La gente con las que trabajo son bastante jóvenes para este proyecto en especial, por lo que las universidades al igual que yo exigen un ingreso directo a Revit. También, por lo que estoy viendo, los muchachos recién salidos de la universidad, en los cursos que yo tomé de manera particular, se ven interesados en estos tipos de plataforma, los cuales serán un cambio generacional tan grande como el de papel a computadora o de CAD a Revit, esta es mi impresión. Yo estoy asignada como administradora en el proyecto de manera interna y cada uno de los muchachos MEP cuentan con un rango para poder acceder a la información, el cual es sencillo en sí, ya que se comparte la información y ellos pueden

descargar o usar esa información para ser procesada, modelada y desarrollada en su especialidad y, luego, publicarla. Entonces, se notifica por el Teams u otros cuando se ha modificado a una pequeña o gran escala que impacte en otras especialidades. Por ejemplo, muchas veces estructura ha realizado coordinaciones internas y su impacto afecta, normalmente, a mecánicas porque siempre se encuentran con espacios reducidos para dejar pase a los ductos de mecánicas, lo cual se puede identificar mejor; cuando arquitectura modifique cielos rasos se sabe que el impacto es para eléctricas; cuando se entra a una etapa de más de talle como baños, es para sanitarias; y, en esta etapa, hay más coordinaciones internas porque se debe alertar si se ha implementado o definido los muros cortafuegos para ver si sanitaria lo contempló o realizó. En esta parte, creo que la experiencia nos volvió más eficaces asociando cual posible especialidad sufra alguna modificación.

E: Perfecto. La siguiente pregunta dentro del bloque, ¿podría relatar su experiencia de trabajo colaborativo en algún proceso de producción de información?, ya sea revisión, modelación o algo dentro del flujo del proceso en un entorno común de datos.

S: En este proyecto, en la etapa temprana, si bien nosotros vemos, solamente, lo que son especialidades, no tratamos con temas de arquitectura; aun así, se nos asignó como trabajo interno revisar la normativa boliviana para ver si se cumplía, ya que el grupo de arquitectos con los que trabajamos son americanos, por lo que era responsable de revisar, si es que conversaba con arquitectura, los parámetros mínimos. En este caso, lo que se realizó fue en la plataforma de ellos y, como cuento con un asignado acceso porque soy coordinadora de los líderes, para que puedan ver los modelos en el BIM360; además, en el volumen tú puedes realizar anotaciones, pero yo las mandé por Excel y correo por un tema burocrático. Aun así, se utilizó su plataforma BIM360 para data y, aparte, siempre se citaba a la norma, en estos casos siempre nos apoyábamos bastante con el equipo de Bolivia, ya que las normas siempre están sujetas a interpretación. Debido a esto, las especialidades tanto como yo en arquitectura

trabajamos arduamente. En resumen, yo era la encargada de que las observaciones llegarán a buen puerto; primero, consultándolo en reuniones con los especialistas de in-house; después, lo elevábamos a los proyectistas porque ellos siempre consultan si es por normativo o recomendación, pero siempre todo nuestro sustento estaba basado en la norma boliviana. Esto fue en la primera etapa de nuestro proyecto.

E: Perfecto. La plataforma que utilizaban era BIM360 exclusivamente o existía otra.

S: No, fue el BIM360, pero fue una etapa muy temprana y me acuerdo que, en ese tiempo, justo llevaba un curso de ello, por lo que se me dificultaba; no obstante, el Cloud era parte de este, por lo que me resultó más sencillo de lo esperado. Si no bien recuerdo era en BIM360 que realizaba las notas

E: En el uso de BIM360, ¿cuál sería tu opinión en los procesos de producción, información y entre otros?

S: Sinceramente, por ser una nueva plataforma, para mí fue un poco complicado porque la información requerida por el cliente se necesitaba al instante, no existía esa transición usual y, por otra parte, no se usa internamente; por ello, me tocó inscribirme en cursos y preguntar, mas no hubo problemas con el equipo BIM porque ellos me apoyaron bastante para entender mejor la plataforma y, además, por los cursos que llevé, aprendí a usar mejor la plataforma. El problema está cuando personas que no están en la plataforma no lo entienden o no la han usado, por lo que toca explicar, pero al final todo se reduce en que ellos buscan volver al CAD; esto no debería ser así porque se busca romper los esquemas y utilizar esta plataforma. Personalmente, para los trabajos que realizó, buscar información o revisar no eran un problema ni para los muchachos con los que trabajé.

E: Perfecto. Entones para resumir, ¿cuáles serían las ventajas y desventajas de utilizar el entorno común de datos?

S: La ventaja en definitiva era que los trabajos eran mucho más fluidos a mi parecer; en mi caso, a mí me basta con lo que se encuentra en los correos y las actas que les escribo a los muchachos por el Teams. Actualmente, puedes consumir a la par otras actividades para que puedas visualizar tu trabajo, por lo que se ha acelerado varios procesos en el área de ingeniería especialmente. Otra ventaja es que me parece más amigable visualmente con los mismos ingenieros de diseño y proyectistas; dicho de otra forma, es que de manera visual se detecten rápidamente las interferencias y no exista esta posibilidad de trabajar con estas referencias en 2D, las cuales son menos eficientes que verlo en 3D. La desventaja principal es cuando no todos los involucrados conocen la plataforma; como te comenté anteriormente, por los cursos que llevé y las preguntas al equipo BIM que son muy duchos en esto, yo conseguí, tal vez no al 100%, sacar provecho de esta herramienta en temas de comparativas, información y versiones. Por ejemplo, en el tema de versiones, ahora hay una comparativa visual de lo que se borró y se cambió ordenado por colores; también, hay una diferenciación por aérea de especialidad que se muestra en una tabla, lo cual es maravilloso y un respiro para nosotros, ya que nos demuestra que la modificación no es tan drástica como se pensaba.

E: Claro. Ahí nos relataste un poco de la gestión visual, la cual se maneja bastante. Pasemos a otro bloque, el cual viene a ser las sesiones ICE, ¿podrías relatarnos con el mayor detalle posible tu experiencia con estas sesiones?

S: En este proyecto, por lo que te comenté que nos encontramos en una etapa de diseño y temas con el cliente para hacer un pare, comenzar a hacer las revisiones, lo cual es retroalimentación y, de manera interna, realizamos una especie de mini reuniones ICE, ya que, comparándolo con las sesiones ICE de Videna, este era un proyecto más agresivo en cuanto tiempos. La experiencia en general en cuanto a sesiones ICE era que exportábamos del Revizto todas estas incompatibilidades que se detectaron y lo bueno de ello es que, en nuestra aérea, los especialistas han aprendido a emplear esta herramienta. Este programa te

genera un Excel con las imágenes, por lo que asumimos compromisos; por ejemplo, el empleado de eléctricas va a cambiar el tamaño de luminarias porque no va con la cuadrícula. Esta herramienta es una ayuda importante para nosotros; a pesar de, poder emplear otros medios o realizar el trabajo de manera interna siempre nos apoyamos del Revizto que ha sido de gran ayuda para las sesiones ICE.

E: Perfecto. Entonces, en las sesiones ICE, se apoyan del Revizto.

S: Sí, de ahí exportamos, básicamente, las observaciones. Particularmente, por Videna, nos ha favorecido enormemente en temas BIM, por lo que se nos quedó el uso del Revizto. A lo mejor, es trabajo extra, pero me vale a mí, ya que ellos pueden verlo desde otro ángulo.

E: Perfecto. Otra pregunta, ¿qué beneficios propios o colaborativos, en el intercambio de información o conocimiento, existen al trabajar con sesiones ICE?

S: Pues, para mí que el equipo use el Revizto es un adicional, porque, si bien realizó los modelos los compatibilizo, porque hay un central, siempre existe algo más de información o un aporte más, pero no por las interferencias, sino por mejores soluciones. En estas sesiones ICE, es que la proyección no se encuentren las mayores de interferencias posibles en construcción. En el templo, aún estamos en una aprobación de lo que se realizó en arquitectura o, por así decirlo, en una nube de diseño. Yo encuentro que es mejor para proyecto de gran escala; por ejemplo, en Huarmey, lo que viene a ser hospitales se involucran más especialidades. Por ello, nos ha permitido avizorar la mayor cantidad de interferencias posibles, no todas porque siempre nos encontramos en obra con algunas normalmente.

E: Entiendo. En alguna sesión ICE, ¿hubiese preferido no asistir y realizar el trabajo en un entorno común de datos?

S: Siempre en el equipo, el cual estoy, me ha permitido aprender y entender la posición de los especialistas y siempre he encontrado algo productivo más que todo en campo; a pesar de, que algunos especialistas sean redundantes y repetitivos.

E: Me parece interesante esta respuesta, ninguno de los entrevistados ha dado este punto de vista que se adquiere experiencia.

S: Esto me ha pasado mucho con especialidades sanitarias, por ejemplo. Mi jefe de arquitectura, M\*, es una persona con mucha experiencia en campo y, por ejemplo, cuando había una interferencia entre un muro cortafuego con algún aparato sanitario, para mi es un cambio, pero de decirlo a realizarlo es otra historia; por ello, mi jefe proponía una solución diferente que quiebre antes y se coloque un drywall adelante. Obviamente, es mejor proponer una solución antes de decirle que lo quite directamente y que lo solucione la especialidad encargada, por lo que con mi jefe siempre volvemos a revisar todo, aunque no sean las mejores soluciones. Debido a esto, siempre he aprendido bastante por esta parte.

E: Esta pregunta es opcional, pero posees algún conocimiento en métricas.

S: Personalmente, puedo sacar un metrado de arquitectura, pero sé que hay distintos plug-in que te permiten sacar la información mucho más rápido. Sé que en el proyecto de Huarney se usó un montón Dynamo, el cual he escuchado bastante. Simplemente, por mi parte, sé sacar métricas de proyecto, sé de conceptos sobre el modelado y en qué información se necesitará y para que se usará. Además, con mi jefe siempre realizamos pasadas internas, las cuales son partidas formuladas como las áreas que no se pintarán y la relación entre pisos con muros. Entonces, la diferencia que queda debe de ser lo que es pintura, pintura contra zócalo, pintura entre zócalo y zócalo y, todo esto, depende del acabado, pero, también, depende mucho del proyecto y de la experiencia.



E: Esta otra pregunta, también, es opcional, pero es posible que cuentes con experiencia con ello. ¿Cuál es tu experiencia con programas Lean?, ya sea Last Planner, trenes de trabajo, entre otros.

S: Yo no lo he aplicado a profundidad, pero sí estuve en un grupo, en el cual me obligaron a usarlo. Particularmente con este chico, el cual no me acuerdo su nombre, pero ellos me obligaron a utilizar el Trello para estos ejercicios, el cual no manejaba en verdad, siempre mi tema era más revisión y producción al nivel de ingeniería; en el tema de coordinación, con mi jefe, pero éramos solo 3 apenas, pero con el muchacho usábamos en Trello y era mucho más ordenado definitivamente, en lo que vendría a ser en trenes de trabajo con tanta gente y con tan poco tiempo. Esta es mi única experiencia.

E: Bueno. Con ello finalizaría la entrevista. Muchas gracias por tu tiempo.

S: El nombre del muchacho es E\*, el cual estaba con L\* en el equipo, él me parece la persona idónea para esta pregunta y sé que ha trabajado en C\*\*\*\*\* y yo creo que puede aportar mucho a esta investigación.

E: Muchas gracias por todo y por el contacto, aun así, si tiene alguna otra persona que pueda aportar es bienvenido.

#### Entrevista 24:

E: ¿Cuál es su rol en la organización del proyecto?

S: Soy líder de la especialidad de estructuras, ese es mi cargo. Mi rol es revisar y organizar las tareas de diseño estructural de mi equipo y, también, revisar antes de cada emisión de los entregables.

E: ¿Qué tipo de estructuras?

S: De madera, concreto y acero, los cuales pueden ser de edificios y plantas industriales.

E: Claro. ¿Me podría describir de qué manera colabora con otros actores del proyecto?

Entiendo que, en la parte de diseño, pero es solamente el modelamiento.

S: ¿Cuándo te refieres a modelamientos siempre es asociado al Revit?

E: Sí. También, podría ser un programa de BIM

S: Mi pregunta es porque nuestro modelo de estructura se realiza en un software de diseño estructural, por lo que se podría llegar a una confusión.

E: ¿Que software es?

S: Son los softwares de CSI, SAP y Safe par cimentaciones. Retomando la pregunta sobre la interacción, otros actores del proyecto pueden ser el grupo que está a mi cargo; mi interacción con ellos es de revisar en conjunto la solicitud por diseñar y, por tener más experiencia, indico que otras especialidades pueden ser afectadas para ser alertadas. Con las otras especialidades informo lo que se está considerando y los requerimientos que necesitaremos de ellos; por ejemplo, los tipos de equipos que son necesarios en el techo de una edificación de oficinas: instalaciones, HVAC y chillers. Además, cuando son construcciones de C\*\*\*\*\*, se atienden las consultas que se dan en obras, las cuales pueden ser la sustitución de un perno en específico por otro o que otro tipo de concreto se puede usar si es que no se encuentra el solicitado.

E: ¿Cuántos años de experiencias cuenta?

S: Desde 1993, que vendría a ser unos 29 años aproximados.

E: ¿Podría relatar con el mayor detalle posible su experiencia con BIM en un entorno común de datos? Si existe alguna duda relacionada puede preguntar.

S: Sí, ¿me podría explicar que es un entorno común de datos?

E: Un entorno común de datos se refiere a un espacio, el cual se archivarán todo el contenido del proyecto y se realice con esta herramienta, la cual, de manera simple, se podría hacer con un Google Drive, pero existen herramientas más sofisticadas.

S: Desde hace 12 años que ingrese a C\*\*\*\*\*, contamos con un servidor en el cual todas las especialidades guardaban toda la información. Esto me parece genial porque si llega el caso de encontrarte con un caso similar 2 años antes se puede revisar. La herramienta es el SharePoint, el cual ha llegado a pasar que los archivos se corrompen, pero son muy pocas veces, por lo que siempre cuentas con un histórico de datos disponible.

E: Claro. ¿Usted trabaja con programas de BIM aparte de los CSI que mencionó?

S: Sí, pero no manejo tan bien el Revit, el cual tengo colegas que lo manejan peor o mejor. En la unidad de ingeniería se usa el visor Revizto, el cual se recurre bastante para ver que interferencias existen, por donde pasan las otras especialidades o si es necesario aumentar el tamaño de una viga y si es que impacta otro elemento poder avisar. En general, se usaba mucho el Revizto y el Navis.

E: Vamos a enfocarnos por el lado del Revizto y el Navis. Pasemos al siguiente, ¿relate su experiencia de trabajo colaborativo sobre algún proceso de producción de información? En su caso, vendría a ser revisión, por lo que comentó.

S: Sí, soy responsable porque con mi firma y sello salen los entregables. Primero, llega el requerimiento; por así decirlo, se requiere predimensionar una tubería de captación o una planta industrial, el cual, en ese caso, se interactúa bastante con los mecánicos y el cliente para informarle la carga que soportará la estructura; luego, se coordina con la parte civil, el cual se refiere, en la gerencia de ingeniería, más a los encargados del movimiento de tierras o de carreteras; después, a los instaladores la parte sanitaria, eléctrica y comunicaciones para saber por dónde pasarán sus circuitos entre otras cosas; además, con menor énfasis, con

arquitectura el tema de los acabados que requieran coberturas, protección en los pisos o impermeabilización de algunas zonas. Entonces, una vez que se conversó con todas las especialidades se consiguen los rendimientos que pueden ser totales o parciales por el desarrollo del mismo, por lo que me reúno con mi equipo de desarrolladores y proyectistas para, de manera ordenada, calcular las consideraciones, criterios y normas por emplear; de igual forma, los escucho para saber si una norma necesita cambiarse en el caso en concreto y, de esta manera, formar el plan de trabajo para empezar el diseño. Además, nos reunimos para ver el avance, como nos impactamos y, si está el modelo, para revisarlo en todo caso; por así decirlo, una situación podría ser de quien expone desea colocar un tablero, por lo que el deberá abrir el modelo y mostrarlo para que todos opinen al respecto si se encuentra alguna interferencia. Esta es la interacción con los especialistas y, luego, si se ha terminado, todo lo que esté modelado se plasma en planos 2D. Actualmente, no sé si es por temas de conocimiento, tiempo, del software o, más bien, podría ser una combinación de los 3 puntos, se extrae la geometría del Revit y, así, completarla en el AutoCAD; es decir, nuestro objetivo es extraer el plano con notas y demás desde el mismo Revit.

E: Claro. Para esclarecer una diferencia entre el entorno común de datos, a parte de la respuesta que nos brindó, con las sesiones de ingenierías concurrente es que una es asincrónica y la otra sincrónica. Por así decirlo, en el Revizto, se deja una observación en el que pasan 20 minutos aproximados y el especialista, el cual se dejó la observación, recién puede verlo. En cambio, el lado sincrónico se refiere, por ejemplo, a sus reuniones donde en ese mismo momento se observa el problema. Esta pregunta se refiere más al lado asincrónico, el cual explicó que usaba el Revizto y su interacción con este.

S: Es un poco más complicado en estos casos. El Revizto se pueden dejar los issues, pero, según mi punto de vista, los issues poseen mucha densidad de ítems. A lo mejor, es desconocimiento de filtrar la relevancia de cada issues, los cuales podrían ser desde si se

reposiciona una columna importante hasta el cambio de un sardinel de 9 a 10 centímetros, el cual es completamente secundario; por ello, en esta falta de priorización, prefiero que se me informe en una reunión, lo cual me parece más rápido.

E: ¿Todos en general o solo los más importantes?

S: Todos en general

E: Entonces usted se inclina más por el lado sincrónico.

S: Sí

E: Justamente, la siguiente pregunta trataba sobre las ventajas y desventajas, por lo que pasemos a la próxima.

S: En sí, no sé si es por mi experiencia, pero algunas redacciones de issues eran muy escuetas y no lo entendías o muy largas y enredadas, mientras que, en una reunión, a pesar de ser lo mismo, tú puedes preguntar a qué nivel se habla, si está construido, cual elemento y entre otros. Luego, puedes levantar el issue, pero ya estás con un mejor panorama.

E: Claro. He llegado a toparme con situaciones a las descritas y, siempre al final, se fueren reuniones para verlo.

S: Comprendo.

E: Haré una pregunta inversa a la que se planteó. ¿Hubo algún caso en el que prefirió usar el Revizto?

S: No, yo siempre me inclinó por las reuniones.

E: Si, me comentó que es más por el tema de los detalles.

S: Claro, como bien lo mencioné es mi punto de vista, pero no sé si es más por un tema generacional, ya que he visto compañeros que ven la bandeja de notificaciones y, sin asco, lo eliminaban, ellos me decían: ¡no puedo con esto!

E: Entiendo.

S: Discúlpeme, pero no sé si nos encontramos el tema de las sesiones ICE para poder hablar de esto o más adelante.

E: Justamente, mi pregunta es relacionada a ello. ¿Me podría relatar con el mayor detalle posible su experiencia personal participando en sesiones ICE?

S: Nosotros contemplamos sesiones ICE durante la construcción de la Videna que fue un fast-track; después, intentamos conseguirlo en un proyecto que no era este. Sinceramente, en Videna como éramos tantos especialistas, si bien las sesiones ICE en los diseñadores había mucho subcontratos, por lo que el subcontratista no estará 6 horas sentado en la reunión y, entonces, se pedía que al equipo de estructuras llegue a su hora acordada para ser informado e interactuar pero yo como C\*\*\*\*\* si me quedaba toda la mañana en la reunión y, a veces, podrían surgir otros temas como el cambio de una zapata, el cual tengo que anotar para su cambio e informarlo a mi subcontrato. Probablemente, esto se debería de mejorar con un coordinador experimentado y que sea óptimo para cada especialista, porque las reuniones eran de 7 am hasta las 3 pm y un punto podría hablarse de instalaciones eléctricas y arquitectura, el cual no me afecta, pero antes o después de ese espacio de tiempo se mencionaba algo que si me involucraba. Creo yo que eran muy largas o, a lo mejor, son así no sabría decirte.

E: Claro. Hay estudios que indican un tiempo óptimo de las sesiones ICE o, por así decirlo, un detalle de la secuencia de la reunión, el cual debería respetarse, pero es más un tema de

planificación de las reuniones. Otra pregunta, ¿qué beneficios o ventajas pueden traer una sesión ICE?

S: Es que tu consigues la posibilidad de ver todo lo que afecta a otras especialidades y que te pueden afectar a ti, aunque el otro no lo note; por ejemplo, el especialista de sistemas especiales e indica la colocación de un tablero y el estructural, el cual crea el apoyo de ese tablero, pregunta dónde irá, qué soporte, si es suspendido o sobre un pedestal, el cual se observa si no interfiere con el drenaje para preguntarle al civil. Por ello, con personas con experiencia puedes alertar muchos inconvenientes y, reitero, si fuese una persona sin experiencia, simplemente dirías que coloquen el tablero, pero no sabrías de qué forma: si será en el piso, construirle una losa, se levantará o cuanto se tiene que levantar, qué tipo de soporte. Por ello, estos para mí son los beneficios que puedas estar alerta y detectar posibles inconvenientes en la construcción.

E: Bueno. La pregunta 4.3 ya se realizó. Entonces, entiendo que usted no está en la parte de obra.

S: Damos soporte a las obras, pero no vemos Last Planner ni Lean construction. En el diseño, usamos un programa similar al Lean construction porque revisamos el costo-beneficio de lo que se va a colocar. Por ejemplo, hace un tiempo, se trabajó con unas losas apanaladas parecidas a los waffles del desayuno en su forma y su ventaja es que esa estructura es más liviana, pero su desventaja apanalada, querías colgar instalaciones de esa losa, te encontrarías con nervios o la parte más profunda de la estructura; en resumen, si es más económica y liviana con menos carga a tus vigas y columnas te da dificultad constructiva, por lo que podemos sugerir una losa maciza, el cual es más concreto pero es totalmente plana y, por ello, podrás anclar lo que desees. No sabría decirte si lo que comenté vendría a ser Lean construction o construcciones con menos pérdida

E: Sí, es más por un tema de conceptos, pero sí.

Entrevista 25:

E: Vamos a empezar con una pregunta de introducción. ¿Cuál es su rol en la organización o proyecto y con cuántos años de experiencia laboral cuentas?

S: Mi rol en la organización es de coordinador BIM durante 6 años y en otros proyectos 7 años.

E: Perfecto. ¿De qué manera colabora con otros actores del proyecto?, cuáles medios, con qué actores, qué tipos de actividades realiza rutinariamente en su día.

S: Desde la etapa de proyecto o en general, cuando veo diseño, me encargaba de coordinar con los proyectistas y encargados del diseño para la integración correcta de la información, el cual se pueda representar en modelos tridimensionales que son los modelos BIM. De esta manera, se elabore, en el caso de diseño, un expediente compatibilizado y, sea el caso de construcción, planos para campo compatibilizado; estos son los usos principales de los modelos BIM y su metodología. Además, he colaborado por sesiones ICE, requerimientos por correos, plan de ejecución BIM entre otras; no obstante, la principal forma siempre ha sido las sesiones ICE.

E: Bien. Ahora, pasemos al primer bloque, el cual es el entorno común de datos. ¿Podría relatar, con el mayor detalle posible, su experiencia trabajando con BIM en un entorno común de datos?

S: Entiendo. Casi toda mi experiencia fue trabajando con el BIM360, antes todos trabajaban con el programa anterior a “Collaborate Pro”, el cual básicamente es combinar una nube de datos de almacenamiento de modelos y un CDE, que viene a ser el BIM360 o su evolución “Autodesk Construction Cloud”. Mayormente, todos los proyectos en el que he participado, afortunadamente se usó el CDE “Autodesk Construction Cloud”. Antes del BIM360 se



almacenaba toda la documentación BIM y los modelos donde estaba organizado. Ahora estamos en una ISO para la organización de las carpetas, pero, en su momento, se mantenía un estándar de cómo organizar la información, como compartirla y como todos los interesados de los proyectos podían acceder a esta información. En general, fueron varios años y distintos tipos de proyectos, aparte de edificaciones, en las que he usado el BIM360.

E: Perfecto. Una pregunta más específica correspondiente a la anterior. ¿Cuál ha sido su experiencia de trabajo en el proceso de producción de información? Es decir, en el flujo de datos, WIP, entre otros.

S: En lo que se refiere a diseño, se trabajaba más la distribución de un CDE; como la ISO; un trabajo en progreso, el cual menciona; un compartido; un duplicado; y, también, un archivado. Entonces, en diseño es donde se recurre más al CDE. También, en construcción, pero terminas por utilizar otros medios más efectivos. En lo personal, en diseño se parte de un plan de ejecución BIM, en el que especificas la organización de tu CDE y la nomenclatura para tus archivos; además, posees varios flujos de trabajo que organizarán la información de este CDE. En resumen, se empieza con la creación de un modelo; luego, pasa a ser la publicación del modelo a nuestra nube, pero, que, a su vez, este organizada y sea visible en este CDE. Usualmente, son 2 formas de trabajar con los modelos de un proyecto. La primera, trabajar con archivos locales; luego subirlo al CDE para ser entregado al pedido del cliente. La segunda, en la que trabajas un modelo en una nube y lo publicas desde el Revit hacia la nube, el cual, también, se puede almacenar en el CDE; después, tienes permiso de una configuración, que es parte del estándar, y el nivel de acceso que posea cada interesado al proyecto. Obviamente, los proyectistas y modeladores pueden ver todo el trabajo en progreso, pero los supervisores solo se fijan en la publicación, mas no en el trabajo en progreso. En síntesis, sería crear el modelo; subirlo al WIP; luego, que ya este acorde al entregable, se califica como publicado; después, pasa por un filtro, el cual, si supera, se

archiva. Este es el flujo con un CDE que este alineado con la ISO. ¿Encuentra por satisfactoria la respuesta?

E: Si, entiendo como es el flujo, pero, ¿funciona sin ninguna diferencia en la práctica?

S: Si, lo que he mencionado fueron mis experiencias en 2 formas distintas de trabajar. Primero, de forma independiente; luego, cargarlo al CDE según la organización de carpetas del cliente como Retail. Segundo, como se trabajó en modelos en la nube con acceso en tiempo real; después, lo publicabas para observarlo y revisarlo. Estas maneras, no son en sí teoría, sino mi experiencia.

E: Perfecto. La segunda pregunta de este bloque. ¿Cuáles han sido las ventajas y desventajas en estas 2 maneras en las que trabajó?

S: Claro. La única desventaja que encuentro trabajando en un entorno común de datos, en general, es el Internet y sus problemas asociados a este. Por otra parte, encuentro bastantes ventajas: información centralizada; acceso rápido; versatilidad, porque se pueden cargar las diferentes versiones; te aparecen las fechas; cuentas con variedad de herramientas, si son planos o modelos, como sacar medidas y propiedades. Particularmente, de las 2 formas que mencione, trabajando en la nube con las personas implicadas en el proyecto, se puede acceder a la última actualización del proyecto; se reduce las incompatibilidades que se puedan generar trabajando de forma remota, ya que en ese entorno se espera a la publicación de cada uno, descargarlo e integrarlo a tu modelo para detectar las incompatibilidades que se avecinen al proyecto. Obviamente, es más eficiente si se mantiene el trabajo de cada uno en una nube y pasarlo a una CDE. La desventaja de la nube es si no posees Internet a diferencia de alguien que trabaja de forma remota.

E: Entiendo. Trabajando en un entorno común de datos. ¿Hubo alguna oportunidad de manejar alguna métrica?

S: Si, por ejemplo, una métrica sería un porcentaje de plan cumplido en lo que vendría a ser los trabajos BIM entregables, esto para ir mejorando y cumplir esos porcentajes o causas de no cumplimiento. También, VDC, en el que posees tus métricas y te acompañas con factores controlables que puedan mejorar el porcentaje, esto es importante si quieres que se cumplan los trabajos por entregar para realizar acciones que te ayuden a mejorar esos valores; por ejemplo, como más reuniones para ver el avance y no esperar a un hito, justamente, para ver el cumplimiento de un trabajo por entregar, realizar sesiones ICE constantes para revisar el tema de incompatibilidades y mejorar la calidad de tus entregables. Entonces, existen varias métricas que tú puedes realizar en un CDE: la auditoría para ver si cumplen los estándares, la cantidad de incompatibilidades que se observen en un modelo entregado en un CDE, el cumplimiento de los entregables. ¿Alguna duda al respecto de lo mencionado?

E: Perfecto. Pasemos al siguiente bloque que son las sesiones ICE. ¿Podría relatar alguna experiencia notable en las sesiones ICE?

S: ¿Puede ser de mi último proyecto?

E: Si, una conclusión, en todo caso, de las sesiones ICE que se realizó en el último proyecto en el que participó.

S: En el último proyecto, me pareció notable que se realizara bastantes sesiones ICE para mejorar la constructibilidad de unos techos en un proyecto de la U\*, Centro de Innovación Tecnológico. Se construía en el último piso unos lucernarios con una zona de ingreso de luz natural; entonces, era toda una estructura metálica, la cual soportaba y poseía una cobertura unos cielos rasos metálicos. Obviamente, este cielo falso debería de sostenerse de una estructura, pero no se contempló cierta separación, un área de fijación; además, la estructura metálica contaba con sus perfiles principales, en las que se soportaba el peso, mas no se había pensado en las zonas que necesitaban fijación. Por ello, se realizó varias sesiones ICE,

en la cual la empresa que diseñaba la estructura metálica pueda diseñar y modelar toda la estructura secundaria, unos omegas, que este acorde a todo lo que necesitaba el falso cielo. Se realizaron varias sesiones en las que se analizó todas las estructuras secundarias tanto el cielo interior y todo el recubrimiento exterior de lucernario con otro acabado llamado PAC en acabado metálico. Entonces, me fascinó ese nivel de detalle, en el que te reúnes para ver estructuras secundarias, lo cual no es tan habitual, por lo que, finalmente, se elaboró en la construcción una instalación de estructura metálica; luego, la secundaria que estaba acorde al trabajo de la empresa, la cual se encargaba de los cielos metálicos, los revestimientos y, inclusive, los vidrios de estas lucernarias. Por lo que se coordinó entre 3 empresas más C\*\*\*\*\*: la estructura metálica, empresa J\* de vidrios; las cortinas, otra empresa; la empresa para falsos cielos; y C\*\*\*\*\*. 4 empresas coordinando en un caso específico que encuentro de mucho beneficio, pero, fuera de eso, en este proyecto, en la etapa de pre construcción, se realizó más de 60 sesiones ICE y no solo con uno o dos especialistas, sino con todos los proyectistas, lo cual fue muy bueno para mejorar las ingenierías; también, la etapa de construcción se organizó varias sesiones ICE con el cliente; incluso, se empezó a añadir a los proveedores y contratistas, lo cual fue muy variado porque se realizaron en etapa de diseño y etapa de construcción

E: Muy interesante fue la colaboración de varias empresas para solucionar un conflicto. ¿Me podría mencionar algo característico de las sesiones ICE o algún elemento que se usó en las sesiones ICE que consideres beneficioso?

S: Claro, Siempre se ha tratado de apoyarse en el modelo que posean una propuesta y no sin esta. Siempre se ha asistido a las sesiones ICE con los puntos a tratar y con propuestas modeladas; esto me parece un punto clave porque si simplemente llevas un modelo, pero tu propuesta no existe o de una manera superficial, la propuesta no ayuda a tomar decisiones. Por lo que un punto clave sería que tuvieses el soporte del modelo BIM en tus sesiones ICE

con tus propuestas ya desarrolladas con soporte tecnológico. Siempre en estas sesiones se realiza con 2 pantallas, una laptop con todas las herramientas y una agenda clara para que participen todos los involucrados en la sesión.

E: Perfecto. En estas sesiones ICE, ¿se manejan métricas?

S: Si. Este proyecto se ha realizado bajo un enfoque colaborativo de IPD bajo una implementación VDC. Se ha manejado métricas para ICE, métricas para BIM, métricas para PPM.

E: ¿Alguna métrica que le parezca importante resaltar en las sesiones ICE?

S: Pues, se concebía 2 métricas importantes que se involucraba con la cantidad de puntos resueltos por sesión ICE; es decir, porcentaje de puntos resueltos contra agendados. Otro era los puntos agendados con propuesta referente al total. La idea siempre fue llegar a un 100% y que todos los puntos tratados agendados se le adjudique 1 o 2 propuestas, esa era una meta. Otra era la medición de cuanto se resolvía en una sesión ICE, la cual es muy usada y relevante para saber la efectividad de tu sesión.

E: Perfecto. Es decir, una métrica sería como mínimo 1 o 2 propuestas cada punto.

S: No, una métrica era tu efectividad de tu sesión ICE que era cuantos puntos resolviste respecto a los agendados, esa es una; otra era de, justamente, cuantos de los puntos agendados fueron con al menos una propuesta referente al total.

E: Claro

S: En otras palabras, tu agendabas 10 puntos y, por lo menos, que el 50% posea una propuesta. No, simplemente, ir a charlar y ver la propuesta ahí.

E: Perfecto. La siguiente es una comparación entre CDE y ICE. ¿Hubo alguna sesión ICE que no era necesario asistir y se pudo solucionar de manera virtual o asincrónica?

S: Sí, pero no logro entender bien la pregunta porque si bien en pandemia varias sesiones han sido virtuales o son presenciales, pero es muy distinto al entorno común de datos; por ello, no entiendo la pregunta porque si no es presencial, es virtual, pero, igualmente, siempre cuentas con una sesión ICE.

E: Claro. Me refiero que no estén en un mismo espacio o mismo tiempo: asincrónico. Por ejemplo, cuando estás en una sesión ICE, ya sea virtual, está todo sincrónico y en el mismo sitio.

S: Entiendo. Es decir, me dices si realicé una consulta o parecido por el CDE.

E: Sí, que se pueda resolver en un entorno común de datos más fácil.

S: Claro. Pero diría que falta mucho para que todos participen en el CDE, sea efectivo u otras cosas sin que se converse. Eso de esperar a todos los contratistas y que ellos comiencen a resolver, comentar sus consultas por el CDE y se resuelva, espontáneamente, es posible pero los números no son tan positivos, siempre se acumula un montón. En todos los proyectos que he participado, ya sean grandes, nunca se ha logrado.