

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**EL TARGET VALUE DESIGN: UN ENFOQUE DE LA GESTIÓN**  
**LEAN PARA GENERAR VALOR**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

**Santiago Alejandro Pacheco Zúñiga**

**ASESOR: Pablo Fernando Orihuela Astupinaro**

Lima, junio de 2015

## RESUMEN

El Target Value Design (TVD) es un enfoque de la gestión Lean que consiste en identificar lo que genera valor para el cliente y orientar los objetivos de equipos integrados a diseñar un producto según los requerimientos del cliente y las limitaciones del proyecto (costo, plazo, etc.). Este enfoque surge entre los años 2005 y 2007 en Estados Unidos para aplicarse a proyectos de construcción de hospitales y centros educativos.

Los componentes principales del TVD son cinco (Macomber, Howell y Barbeiro 2007):

- Target Costing
- Estructura de trabajo definida
- Colaboración
- Set Based Design
- Co-locación

Al ser el TVD un enfoque de gestión reciente, la teoría respecto al tema se encuentra en desarrollo y está poco formalizada. Uno de los objetivos de la tesis es realizar una revisión bibliográfica de lo escrito hasta la fecha en torno al tema, organizarla y presentarla.

El TVD es un enfoque de gestión un tanto amplia, que altera la organización, sistema operativo y términos comerciales del proyecto y los llena de métodos lean de trabajo. Por esa razón, la presente tesis abarca también los temas relacionados a la organización del proyecto, el sistema operativo y los términos comerciales que sirven como medio para que el TVD pueda realizarse y alcanzar el valor objetivo del proyecto, en relación a los proyectos realizados de forma tradicional. Algunos de los temas descritos son esenciales para la implementación del TVD. Otros no son esenciales, pero permiten potenciar la herramienta y lograr mejores resultados.

Finalmente, para consolidar la teoría expuesta, se muestra un registro de la aplicación del TVD a un proyecto hospitalario en Estados Unidos y los resultados obtenidos. Además, se presentan lineamientos que faciliten la aplicación del TVD a un contexto no familiarizado con el Integrated Project Delivery (IPD), como el peruano.

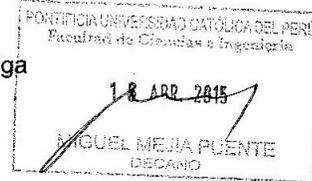
FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA



**PUCP**

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Título : "El Target Value Design: Un enfoque de la Gestión Lean para Generar Valor"  
 Área : Construcción - Investigación  
 Asesor : Ing. Pablo Orihuela  
 Alumno : Santiago Alejandro Pacheco Zúñiga  
 Código : 20100059  
 Tema N° : 8  
 Fecha : 15 de abril del 2015



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción ha sido a lo largo de su historia, posterior a la revolución industrial, una industria muy empírica con respecto a las industrias de manufactura. Aún hasta la actualidad funciona carente de herramientas de gestión claras e incumple generalmente con las metas de plazo y costo propuestas al inicio del proyecto.

Como ya anotaba el Emmerson Report del Reino Unido en 1962, la única industria que tiene una etapa de diseño tan separada de la etapa de producción es la construcción. Ese es un problema que continúa vigente en la mayoría de los proyectos de construcción alrededor del mundo más de 50 años después.

Los proyectos de construcción siguen un modelo tradicional de Diseño – Licitación – Construcción, en el que no hay constructores involucrados en el diseño, ni el equipo de diseño se involucra en el proyecto luego de culminada la fase de diseño del producto. Es decir, el proyecto se divide en etapas independientes en las que nadie está enfocado en el objetivo del proyecto en sí, sino en la parte que le toca realizar.

Este modelo no colaborativo trae consigo aspectos negativos, como la mala identificación de los requerimientos del cliente que lo lleva a tener una baja satisfacción con el producto final. Además, la falta de coordinación entre los equipos que desarrollan cada etapa y la ausencia de objetivos alineados provoca que se cometan errores o incompatibilidades que aumentan el costo y aplazan el fin del proyecto.

Con el fin de solucionar los problemas expuestos, se están desarrollando y refinando herramientas de gestión integrada como el Target Value Design (TVD), que consiste en identificar lo que genera valor para el cliente y orientar los objetivos de equipos integrados a diseñar un producto según los requerimientos del cliente y las limitaciones del proyecto (costo, plazo, etc.).

Los resultados registrados hasta ahora con la aplicación del TVD han sido bastante alentadores. Se han presentado ahorros superiores al 10% en costo y plazo en algunos proyectos y se ha logrado una mayor satisfacción del cliente. Es por eso que la presente investigación se enfoca en recoger el conocimiento hasta ahora desarrollado en torno a

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

PUCP

esta herramienta de gestión y proponer lineamientos de aplicación que se adapten a un contexto como el peruano.

#### OBJETIVOS

##### - Objetivo General:

- Dar a conocer la herramienta de gestión Target Value Design (TVD), su aplicación en obras de edificación, los beneficios que genera al proyecto y proponer lineamientos de aplicación que permitan utilizar el TVD en el contexto de la construcción en el Perú.

##### - Objetivos Específicos:

- Presentar el TVD y los beneficios a los que conlleva su uso, a través de la investigación de la teoría escrita hasta la fecha – es un tema que se encuentra en pleno desarrollo.
- Presentar la aplicación y resultados de un proyecto en el extranjero donde se haya implementado el TVD de manera exitosa.
- Plantear lineamientos de aplicación que permitan consolidar la teoría expuesta a lo largo de la tesis y su aplicación en proyectos de edificación en el Perú.

#### PLAN DE TRABAJO

Este trabajo está dividido en cuatro partes, las cuales se describirán a continuación:

1. Recopilación de información: Se recopilará información acerca del Target Value Design (TVD) e información relacionada como los conceptos de Valor, Target Costing y Value Stream Mapping. Esta recopilación se realizará principalmente de memorias de congresos del IGLC y en artículos de revistas. Luego de recopilada la información se analizará, organizará y resumirá, ya que está será la principal base teórica sobre la que se desarrollará la tesis.
2. Descripción del Target Value Design: A través de la información recopilada se describirá la gestión enfocada al cliente, considerando la definición de cliente, las necesidades, expectativas y deseos del cliente y el valor y valor agregado para el cliente. Luego, se describirá a la herramienta en sí y conceptos necesarios para entenderla como el Target Costing y el Value Stream Mapping. Finalmente, se describirá el entorno del proyecto necesario para poder aplicar exitosamente el Target Value Design.
3. Presentación de un caso exitoso de aplicación: Se investigará sobre un caso de aplicación exitosa fuera del país y se presentarán las características del proyecto, la aplicación del TVD en el proyecto y los resultados obtenidos tras su aplicación.

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

PUCP

4. Planteamiento de lineamientos de aplicación del TVD en proyectos de edificación:  
Siendo el contexto de la construcción en Estados Unidos, donde se desarrolló y actualmente se aplica la herramienta, distinto al peruano, se desarrollará un conjunto de lineamientos de aplicación del Target Value Design. Estos lineamientos propondrán y describirán procesos a seguir en las etapas de Definición del proyecto y Diseño Lean, para que la herramienta descrita pueda ser aplicada a un proyecto de edificación en Perú.
5. Conclusiones y recomendaciones: Por último, se resumirán los principales puntos tocados en la tesis incluyendo las características del TVD, su aplicación y recomendaciones para su correcta implementación en proyectos de edificación en el Perú.

NOTA

Extensión máxima: 100 páginas.

Ing. Pablo Orihuela Astupinaro  
Asesor

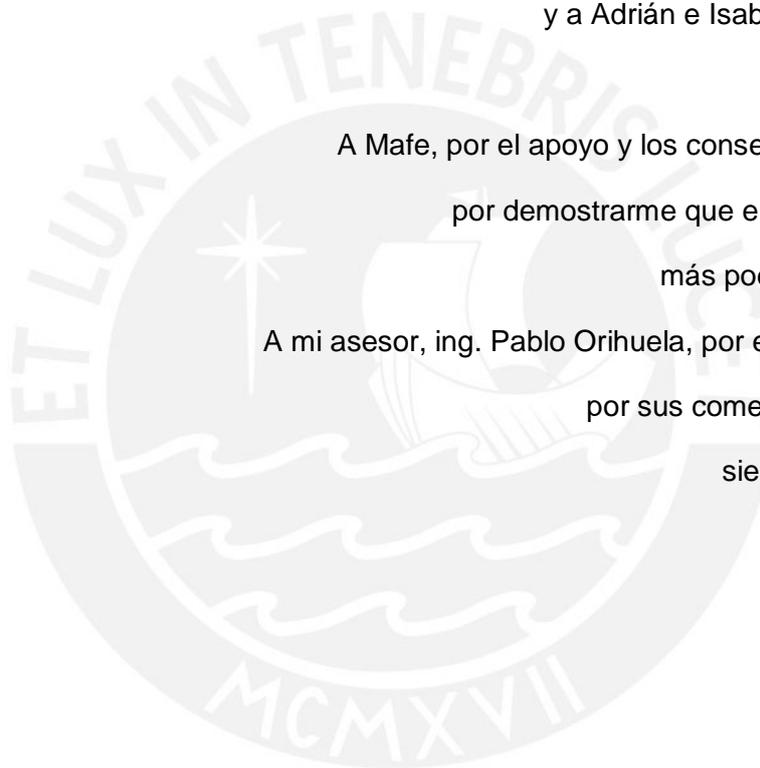
## AGRADECIMIENTOS

A mi papá y mi mamá, por el apoyo incondicional, sus consejos  
y su ejemplo de amor, perseverancia y  
responsabilidad.

A mis hermanos, por el cariño compartido, a Orlando  
por su ejemplo de pasión por lo que hace  
y a Adrián e Isabela por su alegría.

A Mafe, por el apoyo y los consejos siempre útiles,  
por demostrarme que el amor es la fuerza  
más poderosa del mundo.

A mi asesor, ing. Pablo Orihuela, por el tiempo dedicado  
por sus comentarios y su crítica  
siempre constructiva.



## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>4</b>
<b>REVISIÓN Y COMENTARIOS A LA BIBLIOGRAFÍA CLAVE</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO 1. LA GESTIÓN ENFOCADA AL CLIENTE</b>	<b>10</b>
1.1 Definición de involucrados y definición de cliente	10
1.2 Las necesidades, las expectativas y los deseos del cliente	14
1.3 El Valor y el Valor Agregado para el cliente	16
<b>CAPITULO 2. El Target Value Design (TVD)</b>	<b>22</b>
2.1 El Value Stream Mapping (VSM)	22
2.2 El Target Costing (TC)	24
2.3 El Target Value Design (TVD)	25
<b>CAPITULO 3. ENFOQUE SISTÉMICO DEL TVD</b>	<b>33</b>
3.1 Organización del proyecto	34
3.2 Sistema operativo	38
3.3 Términos comerciales	42
<b>CAPITULO 4. EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL TVD: EL SUTTER MEDICAL CENTER EN CASTRO VALLEY</b>	<b>45</b>
4.1 Descripción del proyecto	47
4.2 Implementación del TVD	48
4.3 Resultados del proyecto	59
<b>CAPITULO 5. LINEAMIENTOS DE APLICACIÓN DEL TVD</b>	<b>61</b>
5.1 En la Definición del proyecto	62
5.2 En el Diseño Lean	70
<b>CAPITULO 6. RESUMEN Y CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>89</b>

## INTRODUCCIÓN

La construcción ha sido a lo largo de su historia, posterior a la revolución industrial, una industria muy empírica con respecto a las industrias de manufactura. Aún hasta la actualidad funciona carente de herramientas de gestión claras e incumple generalmente con las metas de plazo y costo propuestas al inicio del proyecto.

Es recién en la década de 1990 que, con esfuerzos de distintos profesionales, entre ellos Lauri Koskela, Glenn Ballard y Gregory Howell, y distintas instituciones, se introdujo el Lean Construction, adaptando el Lean Production de la industria automotriz. A partir de ese momento, se han hecho esfuerzos enormes por parte de la comunidad académica para desarrollar temas de gestión de la construcción y gestión de proyectos de construcción, para superar el déficit de conocimiento en esas áreas en la industria de la construcción. Sin embargo, en temas relacionados a la gestión del diseño en la construcción es aún poco lo que se ha conseguido.

Como ya anotaba el Emmerson Report del Reino Unido en 1962, la única industria que tiene una etapa de diseño tan separada de la etapa de producción es la construcción. Ese es un problema que continúa vigente en la mayoría de los proyectos de construcción alrededor del mundo más de 50 años después.

Los proyectos de construcción siguen un modelo tradicional de Diseño – Licitación – Construcción, en el que no hay constructores involucrados en el diseño, ni el equipo de diseño se involucra en el proyecto luego de culminada la fase de diseño del producto. Es decir, el proyecto se divide en etapas independientes en las que nadie está enfocado en el objetivo del proyecto en sí, sino en la parte que le toca realizar.

Este modelo no colaborativo trae consigo aspectos negativos, como la mala identificación de los requerimientos del cliente que lo lleva a tener una baja satisfacción con el producto final. Además, la falta de coordinación entre los equipos que desarrollan cada etapa y la ausencia de objetivos alineados provoca que se cometan errores o incompatibilidades que aumentan el costo y aplazan el fin del proyecto.

Con el fin de solucionar los problemas expuestos, se están desarrollando y refinando herramientas de gestión integrada como el Target Value Design (TVD), que consiste en identificar lo que genera valor para el cliente y orientar los objetivos de equipos integrados a diseñar un producto según los requerimientos del cliente y las limitaciones del proyecto (costo, plazo, etc.).

Los resultados registrados hasta ahora con la aplicación del TVD han sido bastante alentadores. Se han presentado ahorros superiores al 10% en costo y plazo en algunos proyectos y se ha logrado una mayor satisfacción del cliente. Es por eso que la presente investigación se enfoca en recoger el conocimiento hasta ahora desarrollado en torno a esta herramienta de gestión y proponer lineamientos de aplicación que se adapten a un contexto en el que predomina la forma secuencial tradicional de gestionar los proyectos de construcción como el peruano.

En el primer capítulo, se desarrollará el tema de la gestión enfocada al cliente, siendo el objetivo último del capítulo que el lector entienda claramente el concepto de valor

para el cliente, fundamental en el entendimiento del TVD. En el Capítulo 2, se definirá al Target Value Design de manera teórica, entendiendo previamente los conceptos de Value Stream Mapping y Target Costing. Posteriormente, en el Capítulo 3 se describirá el entorno dentro del sistema de gestión que hace posible la implementación del Target Value Design. Luego, el Capítulo 4 presentará un caso de aplicación exitosa en un proyecto hospitalario en Estados Unidos. Finalmente, en el capítulo 5 se presentarán conclusiones de la presente tesis.



## OBJETIVOS

### Objetivo Principal

Dar a conocer la herramienta de gestión Target Value Design (TVD), su aplicación en obras de edificación, los beneficios que genera al proyecto y proponer lineamientos de aplicación que permitan utilizar el TVD en el contexto de la construcción en el Perú.

### Objetivos Específicos

- Presentar el TVD y los beneficios a los que conlleva su uso, a través de la investigación de la teoría escrita hasta la fecha – es un tema que se encuentra en pleno desarrollo.
- Presentar la aplicación y resultados de un proyecto en el extranjero donde se haya implementado el TVD de manera exitosa.
- Plantear lineamientos de aplicación que permitan consolidar la teoría expuesta a lo largo de la tesis y su aplicación en proyectos de edificación en el Perú.

### HIPÓTESIS

- El aplicar el TVD produce mejoras en términos de costo hasta en un 10% respecto del estimado inicial, calculado con el precio del mercado.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y COMENTARIOS A LA BIBLIOGRAFÍA CLAVE

### **Target Value Design as a Method for Controlling Project Cost Overruns - Doanh Do, Chao Chen, Glenn Ballard y Iris D. Tommelein (2014)**

Evalúa estadísticamente los ratios de "gasto/presupuesto inicial" y "Monto de contingencia/presupuesto" en proyectos con y sin TVD, teniendo resultados muy superiores al aplicar TVD.

### **Target Costing in Construction: A Comparative Study – Reymard Savio Sampaio de Melo, Amit Kaushik, Lauri Koskela, Ariovaldo Denis Granja, Kaushal Keraminiyage y Patricia Tzortzopoulos (2014)**

El paper busca proporcionar conocimientos para la implementación futura del Target Costing (TC) en proyectos del sector público. Para ello, compara tres proyectos desde la perspectiva de un grupo de factores que influyen en el Target Costing de Cooper y Slagmulder (1997), extraídos de la industria de manufactura.

### **Knowledge Transfer Partnership: Implementation of TVD in the UK Construction Industry - Amit Kaushik, Kaushal Keraminiyage, Lauri Koskela, Patricia Tzortzopoulos y Gary Hope (2014)**

El proyecto Knowledge Transfer Partnership (KTP) busca inducir la implementación del TVD en la industria de la construcción de UK. El paper explica el estado de este proyecto y plantea como aporte los requisitos mínimos que consideran necesarios para aplicar el TVD.

### **Needs, Values and Post Occupancy Evaluation of Housing Project Customers - Pablo Orihuela y Jorge Orihuela (2014)**

El fondo del paper es la identificación detallada de los requerimientos de calidad en viviendas, que influyen en la satisfacción del usuario final y con ello en la generación de valor para el cliente y el usuario final. Resultó útil para la tesis por sus definiciones concisas de valor, orientadas a la satisfacción de cliente utilizadas en la tesis y la identificación de las brechas de identificación de necesidades del cliente también tomadas y descritas en la tesis.

**Collaboration to Extend Target Costing to Non-multi-party Contracted Projects - Reymard Savio Sampaio de Melo, Ariovaldo Denis Granja y Glenn Ballard (2013)**

El paper, a través de un revisión bibliográfica identifica los temas que son tocados en otros papers respecto al TVD e identifica las posibles barreras para aplicar TVD en proyectos sin IPD mencionadas en otros papers. Todo esto con el fin de fomentar futuras investigaciones en los temas mencionados.

**Conceptual Estimating and Target Costing - Glenn Ballard y Ari Pennanen (2013)**

Explica la importancia de las estimaciones de costos en la evaluación de la viabilidad y la elaboración de presupuestos. Se presentan los resultados iniciales de una investigación que pretende identificar y validar métodos de estimación conceptual más precisos que el +/- 30% asumido en la actualidad.

**Advancing Target Price and Target Value Design Process in IPD Using BIM and Risk-Sharing Approaches - Pardis Pishdad-Bozorgi, Ehsan Hamzanlui Moghaddam y Yilmaz Karasulu (2013)**

Describe el TC y el TVD desde una perspectiva general y propone modelos BIM como apoyo para las estimaciones.

**An Investigation into Collaborative Practices in Social Housing Projects as a Precondition for Target Value Design Adoption - Carolina Asensio Oliva y Ariovaldo Denis Granja (2013)**

En la investigación se comparan las prácticas de empresas brasileras en proyectos de vivienda social MHML con los 17 principios propuestos por Ballard (2011) para la correcta adopción del TVD. Así, identifican la brecha entre las prácticas actuales y el TVD para evaluar su posible aplicación.

**Technical Report: The application of TVD to the design phase of 3 hospital projects - Project Production Systems Laboratory, University of California, Berkeley (2013)**

Presenta de manera muy completa la aplicación de TVD a la etapa de diseño de 3 hospitales. Presenta para cada uno información del proyecto, cómo se implementó el TVD y los resultados que se obtuvieron. Uno de los ejemplos fue tomado para la tesis, con la intención de mostrar un caso de aplicación exitosa del TVD.

**Lean Project Delivery - innovation in integrated design & delivery - Alan Mossman, Glenn Ballard y Christine Pasquire (2013)**

Busca describir lo investigado respecto a procesos colaborativos como Lean Project Delivery, Evidence-based Design, Set-based Design y TVD. La importancia del diseño y desarrollo del proyecto de manera integrada radica en el impacto que tiene en el proyecto en términos de plazo, costo y satisfacción del cliente. Da una visión general de las herramientas y sistemas de gestión orientados a procesos colaborativos, el diagrama de flujo de definición del proyecto fue usado en la tesis.

**Value Stream in Housing Design - Kelma Pinheiro Leite y José de Paula Barros Neto (2013)**

El autor realiza un VSM del proceso actual de diseño y plantea un VSM futuro y plantea reuniones de coordinación de diseño y sesiones BIM. Finalmente, el aporte no resulta tan útil debido al bajo nivel de detalle que alcanzan sus diagramas de mapeo de flujo de procesos de diseño.

**Should Project Budgets Be Based on Worth or Cost? - Glenn Ballard (2012)**

Plantea que los presupuestos buscan principalmente dos objetivos: proveer fondos suficientes para alcanzar los objetivos del proyecto en condiciones de incertidumbre y gastar lo menos posible para alcanzarlos. Estos dos objetivos se contraponen y encontrar un balance entre ellos resulta siempre complicado. El presente paper propone términos comerciales de ganancias y pérdidas compartidas para salvar ambos objetivos.

**Target Value Design: Applications to Newborn Intensive Care Units - Zofia K. Rybkowski, Mardelle McCuskey Shepley y H. Glenn Ballard (2012)**

Se describen diversos aspectos del TVD como el TC, el Evidence Based Design (EBD) y el Set Based Design (SBD) orientados al diseño de unidades de cuidados intensivos para recién nacidos.

**Target Value Design: Nine Foundational and Six Advanced Practices for Delivering Surprising Client Value - Hal Macomber, Greg Howell y John Barbeiro (2012)**

Es una publicación muy puntual continuación de una publicación anterior en la que el Lean Project Consulting añade a las nueve prácticas fundamentale en las que

consiste aplicar el TVD seis prácticas avanzadas que se vienen dando en la industria con relación al TVD.

**Target Value Design: Using Collaboration and Lean Approach to Reduce Construction Cost – Daria Zimina, Glenn Ballard y Christine Pasquire (2012)**

El paper cuenta el proceso de implementación desde el TC en la industria de manufactura y cómo luego se intentó aplicar el TC a la construcción sin éxito y finalmente el surgimiento del TVD. Sin embargo, su mayor aporte es la descripción de un enfoque sistémico del TVD, describiendo el entorno en el que se desarrolla el TVD en cuanto a sistema operacional, términos comerciales y organización. Esa parte de la publicación sirvió de punto de partida y guía para desarrollar un capítulo de la tesis.

**UHS Lean Project Delivery Guide - Universal Health Services (2012)**

Guía de Universal Health Services que da a sus proveedores de servicios de construcción para que entiendan la forma Lean en la que trabajan. La parte de mucho interés de esta guía para la tesis es la 6.3 que corresponde a la organización del equipo, y se presenta el Apéndice 15 en el que se explica el trabajo de los clúster en un proyecto. Este muestra en detalle la definición, estructura y forma de trabajo de los clúster de una obra de UHS. Fue de gran utilidad para la tesis, ya que es la única fuente encontrada que contiene información de la organización clúster.

**Toward an Understanding of Cost and Aesthetics: Impact of Cost Constraints on Aesthetic Ranking Following TVD Exercises - Zofia K. Rybkowski, Manish Munankami, Udaya Gottipati, Jose Fernández-Solís y Sarel Lavy (2011)**

El paper busca validar mediante un análisis estadístico de encuestas que el uso de TVD, o contar con recursos limitados, no afecta la estética del diseño. Sin embargo, la relación entre el modelo construido de mostrador de copa de vino y una edificación es muy cuestionable.

**Target Value Design: Current Benchmark (1.0) - Glenn Ballard (2011)**

Presenta el benchmark del TVD al 2011 y plantea futuros temas de investigación como la mejor manera de escoger a los equipos de trabajo, cuáles tecnologías pueden ser usadas como apoyo al TVD y cómo, qué capacitación se necesita para aplicar TVD, como se puede aplicar a otros tipos de edificaciones, entre otras.

**Value in Construction from a Lean Thinking Perspective: Current State and Future Development - Jose Salvatierra-Garrido, Christine Pasquire y Tony Thorpe (2009)**

Las teorías y herramientas de gestión actuales se basan enfocan mucho en la generación de valor. Sin embargo, en la construcción no existe un consenso en cuanto a la definición de valor. Este paper es una investigación en torno al concepto de valor, desde el Lean Thinking en la construcción. El paper, si bien no presenta una respuesta definitiva a la interrogante plantea los puntos de vista que se han dado hasta el momento, hace bien en diferenciar la generación de valor de la ausencia de desperdicios. Para la tesis, no sirvió como fuente base pues entrar en una discusión del concepto de valor en la tesis sería distraer al lector; sin embargo, sirvió para entender la complejidad del concepto y adoptar una postura de acuerdo a lo que se quería desarrollar.

**Target Value Design: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value - Hal Macomber y John Barbeiro (2007)**

Es una publicación muy puntual en la que el Lean Project Consulting define las que considera como las nueve prácticas fundamentales en las que consiste aplicar el TVD.

**Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing - Glenn Ballard (2006)**

En el paper, el autor sostiene que la definición del proyecto es una conversación entre lo que se necesita, lo que lo satisface y las restricciones bajo las que esa satisfacción debe ocurrir. Además, plantea que bajo la aplicación del TC, la definición del proyecto debe ser dividida en el Caso del negocio y en un Estudio de factibilidad, donde se involucre a los diseñadores y constructores que luego participarán del proyecto. Presenta un diagrama de cómo es el proceso teórico de definición de un proyecto aplicando el Target Costing que fue utilizado en la tesis.

## CAPITULO 1. LA GESTIÓN ENFOCADA AL CLIENTE

“La clave para una operación rentable de la empresa es el conocimiento de las necesidades de sus clientes y el nivel de satisfacción alcanzado por ellos al consumir el producto o servicio ofrecido” (Olavarrieta, Gutiérrez y Zárate, 1999). Si los clientes se encuentran satisfechos, seguirán consumiendo el producto o servicio y atraerán nuevos consumidores. Caso contrario, no lo consumirán y podrían tener opiniones y comentarios acerca de la empresa que le resten reputación y alejen potenciales nuevos clientes.

El ISO 9000 reconoce que la empresa depende directamente de su cliente, por lo que añade que debería conocer sus necesidades actuales y futuras, cumplir con sus requerimientos y esforzarse por exceder sus expectativas.

En la construcción, el enfoque tradicional de los proyectos no toma en cuenta la satisfacción del cliente como meta principal sino que mide su éxito como el cumplimiento de los plazos, costos y calidad establecidos. Sin embargo, los proyectos desarrollados bajo el sistema de gestión *Lean Project Delivery System* (LPDS), presentado en la Figura 1, sí consideran las necesidades y valores del cliente en la etapa de definición del proyecto. El LPDS está orientado a reducir desperdicios y a generar valor para el cliente.

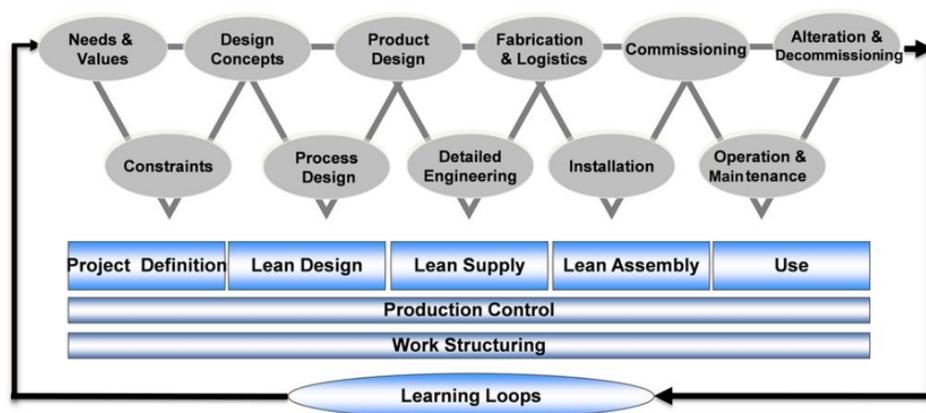


Figura 1. Lean Project Delivery System (Ballard, 2008)

El *Target Value Design* (TVD) es una herramienta que se aplica en un contexto del LPDS, en las etapas de Definición del proyecto y Diseño Lean, con el objetivo de generar valor para el cliente y asegurar la satisfacción de sus expectativas. Por ello, para entender el sentido de la aplicación del TVD, el presente capítulo desarrollará temas relacionados a la gestión enfocada al cliente: La definición de cliente, las necesidades, las expectativas y los deseos y el Valor y el Valor agregado.

## 1.1 Los involucrados y el cliente

Los stakeholders o interesados o interesados por Freeman (2004), a quien se le atribuye la introducción del término al lenguaje empresarial, en *Ethical Leadership and Creating Value for Stakeholders* como “aquellos grupos que pueden afectar o ser afectados por el logro de los propósitos de la organización”. A su vez, Freeman (2004) presenta una distinción entre stakeholders ‘primarios’ e ‘instrumentales’. Los primarios son vitales para el crecimiento continuo y sobrevivencia de cualquier empresa, mientras que los stakeholders instrumentales están en el entorno amplio de la empresa y pueden influenciar a los primarios (activistas, competidores, ambientalistas, medios de comunicación, etc.). (IESE Business School, University of Navarra, 2009)

El PMBOK en su 5ta edición define a los interesados como los miembros del equipo del proyecto y todas las entidades interesadas, sean internas o externas a la organización. El equipo del proyecto debe identificar a los interesados internos y externos, positivos y negativos, ejecutores y asesores, con el objetivo de determinar los requisitos del proyecto y las expectativas de todos los involucrados. Se debe gestionar a los interesados desde etapas iniciales del proyecto para asegurar un resultado exitoso del proyecto. La Figura 2 muestra la relación entre los interesados, el equipo del proyecto y el proyecto a modo de ejemplo (Project Management Institute, 2013).

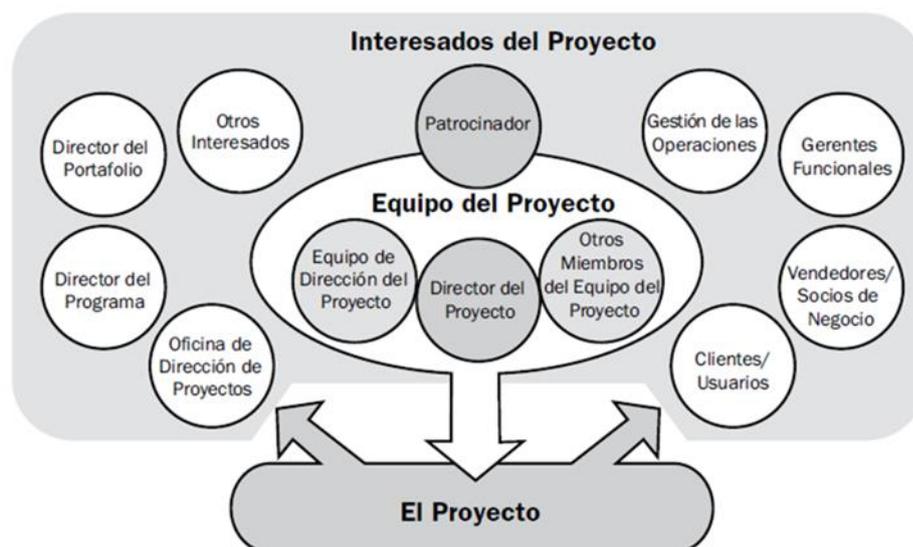


Figura 2. Relación entre los interesados y el proyecto (Project Management Institute, 2013)

Es crítico para lograr el éxito tener en cuenta la identificación de los interesados, la comprensión de su grado relativo de influencia en el proyecto y el equilibrio de sus

demandas, necesidades y expectativas. El no tomar en cuenta estas consideraciones o no lograr el equilibrio de sus demandas, necesidades y expectativas puede conducir a retrasos, incremento de los costos e incluso a la cancelación del proyecto (Project Management Institute, 2013). Los involucrados deben gestionarse desde etapas iniciales del proyecto ya que en estas etapas el riesgo y la incertidumbre del accionar de los involucrados son muy altos; además, si se produjese algún cambio debido a alguno de los involucrados, realizarlo en etapas avanzadas del proyecto demandará un mayor gasto de dinero y tiempo. Lo antes descrito se puede observar en la Figura 3.

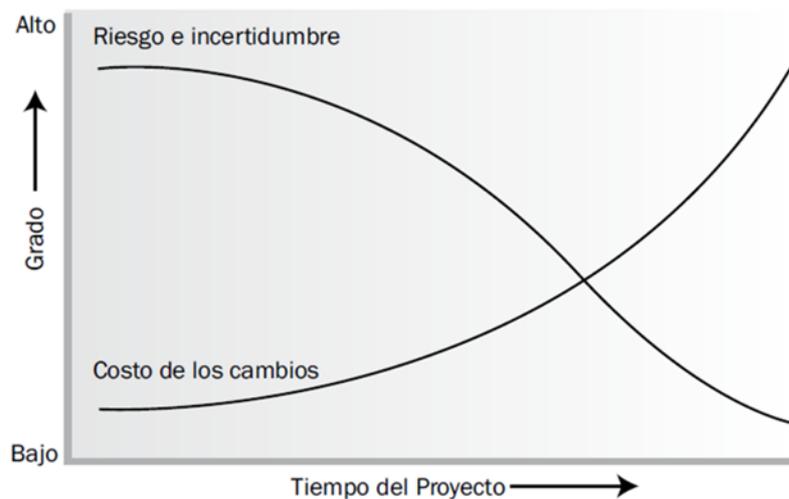


Figura 3. Impacto de los involucrados en función al tiempo del proyecto (Project Management Institute, 2013)

Los involucrados presentes en un proyecto de construcción, por ejemplo en la construcción de una vivienda multifamiliar en el contexto peruano, pueden ser:

- El cliente
- La municipalidad del distrito
- El gerente de proyecto
- El contratista general
- Los subcontratistas
- Los trabajadores de construcción
- El sindicato de construcción

- El supervisor de obra
- Los vecinos
- Los peatones
- Los ciclistas
- Los conductores de transporte privado
- Las empresas de transporte público
- Los usuarios de transporte público
- Sedapal
- Luz del Sur
- Entre otros

Dentro de los involucrados en el proyecto a quien presta mayor atención la gestión enfocada al cliente es, como su nombre lo indica, al cliente. Sin embargo, el término cliente es usado de manera indistinta para referirse al consumidor o usuario final y a clientes internos o externos. El Diccionario de Marketing de Cultural S.A. (1999) define cliente como el "término que define a la persona u organización que realiza una compra. Puede estar comprando en su nombre, y disfrutar personalmente del bien adquirido, o comprar para otro, como el caso de los artículos infantiles. Resulta la parte de la población más importante de la compañía".

Por otro lado, la guía del PMBOK del Project Management Institute sostiene que los clientes son quienes aprobarán y gestionarán el producto, servicio o resultado del proyecto y los usuarios los que utilizarán el producto, servicio o resultado del proyecto. Menciona además que los clientes y usuarios pueden ser internos o externos a la organización ejecutora y pueden existir en diferentes niveles. En algunas áreas de aplicación, cliente y usuario son sinónimos, mientras que en otras cliente se refiere a la entidad que adquiere el producto del proyecto y usuario hace referencia a aquél que directamente utiliza el producto del proyecto (Project Management Institute, 2013).

En la presente tesis, se prestará especial atención como cliente al usuario final. Bajo este concepto podemos decir que la gestión enfocada al cliente busca satisfacer las

necesidades del usuario final y generar valor para él durante el desarrollo del proyecto.

## 1.2 Las necesidades, las expectativas y los deseos del cliente

Kotler (2004) define las necesidades como “un estado de carencia percibida” por el ser humano. Estas necesidades, sean físicas o psicológicas, son percibidas por los seres humanos de manera distinta y, aunque puedan ser influenciadas por el entorno, son muy personales.

Las necesidades, según Maslow, pueden ser clasificadas en cinco niveles: Fisiológicas, Seguridad, Pertenencia y amor, Estima y Autorrealización. Estos niveles se muestran en la Figura 4 con ejemplos de cada tipo de necesidades.



Figura 4. Clasificación de las necesidades (Maslow, 1943)

En el intento por identificar y satisfacer las necesidades del cliente, existen ciertas brechas que dificultan llegar a este objetivo. Incorporando la clasificación de necesidades de Kotler a las brechas identificadas por Atkinson, Orihuela (2014) plantea ocho brechas que dificultan el proceso mostradas en la Figura 5.

Las primeras cinco brechas son producidas por la diferencia entre 1) las necesidades reales del cliente, 2) las necesidades que describe, 3) las necesidades identificadas por el equipo de proyecto, 4) el plan desarrollado por el equipo de proyecto, 5) el producto final entregado al cliente y 6) La percepción del cliente acerca de la satisfacción de sus necesidades.

Las otras tres brechas son producidas por 1) necesidades no esperadas, 2) necesidades no reveladas y 3) necesidades no descritas pero esperadas.



Figura 5. Brechas de la identificación y satisfacción de necesidades (Traducido de Orihuela, 2014)

Sin embargo, entender las necesidades de los clientes no es suficiente para entender su satisfacción. La satisfacción del cliente es el resultado de un proceso cerebral complejo que cada persona realiza al comparar el desempeño del producto percibido y ciertos parámetros establecidos por esa misma persona (Olavarrieta, Gutierrez y Zárate, 1999).

Este proceso cerebral ha intentado ser modelado por diversos especialistas desde el siglo pasado. Cardozo (1965), uno de los primeros en investigar el tema, propone que la satisfacción está influida por el esfuerzo realizado para adquirir el producto y las expectativas que el cliente tenía acerca del producto.

Investigaciones posteriores como las de Spreng y Olshavsky (1993) y Olavarrieta, Gutierrez y Zárate (1999) postulan que la satisfacción del cliente es influida por la comparación entre los deseos y el desempeño percibido, llamada Congruencia de deseos; y por la comparación entre las expectativas y el desempeño percibido, denominada Disconfirmación de expectativas.

Los deseos son definidos por Kotler como el paso por parte del cliente de una necesidad hacia un producto o servicio específico que puede satisfacerla al ser adquirido. Por otro lado, las expectativas son creencias acerca de las cualidades que el producto tendrá en el futuro (Olavarrieta, et. al., 1999)

Los deseos son generados a partir de una o varias necesidades internas del cliente y lo llevan a decidir por el producto o las características del producto que considera que satisfarán sus necesidades, son relativamente estables ya que provienen del

propio individuo y sus necesidades. En cambio, las expectativas son en gran parte generadas por influencia de agentes externos como la publicidad o información del producto a adquirir. Esta información hace que el cliente espere ciertas características específicas del producto o servicio en el futuro.

Si un cliente quiere comprar un departamento, las necesidades que lo llevan a comprarla se van a traducir en el deseo de características específicas del inmueble a adquirir relativas a la ciudad, el vecindario o los alrededores y la edificación en sí (Pérez y Gonzáles, 2011). En relación a la cercanía a servicios de salud y educación, por ejemplo, el cliente puede, de acuerdo a sus necesidades, desear que la vivienda se encuentre a veinte minutos como máximo de estos. Sin embargo, si ve un anuncio publicitario en el que se menciona que el inmueble está ubicado de forma que se puede acceder a centros educativos y de salud en diez minutos, esto generará expectativas que harán que espere que efectivamente le tome diez minutos dirigirse a estos lugares.

Si en el ejemplo planteado el cliente comprase el inmueble y descubriera que le toma quince minutos llegar a los servicios, la congruencia de deseos arrojaría un resultado que favorable a la satisfacción del cliente. No obstante, la disconfirmación de expectativas, tras la expectativa creada de llegar en diez minutos, perjudicaría la satisfacción del cliente respecto a la cercanía a servicios de salud y educación.

### **1.3 El Valor y el Valor Agregado para el cliente**

La satisfacción de las necesidades del cliente, cumpliendo con sus expectativas y deseos, no garantiza que el cliente adquiera el producto o servicio. El cliente también va a evaluar el valor que tiene para él la adquisición, es decir, que va a sopesar la satisfacción brindada por el producto con lo que le cuesta obtenerlo.

El Valor es definido por iSix Sigma como las características del producto que el cliente intercambia por un costo. El Lean Enterprise Institute (LEI) lo define como las características inherentes al producto que son apreciadas por el cliente y se reflejan en su precio de venta. Estas definiciones de valor son un tanto generales y no aportan lo suficiente para entender el concepto de Valor. El Value Management Institute (VMI) define valor como la relación entre la satisfacción de necesidades y expectativas y los recursos requeridos para lograrlo. Si bien esta definición es también bastante general, nos acerca a pensar que la satisfacción no depende de las características del producto o servicio en sí, sino de la satisfacción que genera al cliente.

Mohanbir Sawhney (2003) aclara esta definición de Valor a través de los siete fundamentos del valor expuestos en una publicación en la revista CIO:

1. El valor es definido por el cliente. Para entender la naturaleza verdadera del valor se debe entrar en la mente y el corazón de los clientes externos e internos.
2. El valor es “opaco”. Una importante consecuencia de que el valor sea definido por el cliente es que se vuelve difícil de cuantificar. Para cuantificarlo se debería conocer cada uno de los factores que el cliente considera para evaluar el valor y conocer el peso relativo que otorga a cada uno. En muchas ocasiones esto no es conocido ni por el mismo cliente y por ello resulta tan difícil medirlo.
3. El valor es multidimensional. No está compuesto solo de las funciones que satisfacen las necesidades del cliente. Además de la dimensión funcional tiene una dimensión económica y una dimensión sentimental. Muchas veces es esta última la que lleva a los seres humanos a tomar decisiones y es la dimensión del valor más difícil de cuantificar o controlar.
4. El valor es un intercambio. El valor es un intercambio entre la satisfacción de necesidades del cliente y el costo que percibe que está pagando por esa satisfacción. Entre dos opciones, puede representar más valor para el cliente la que satisface menos sus necesidades si tiene una mejor relación entre la satisfacción de necesidades y lo que él percibe que está pagando.
5. El valor es contextual. Un producto puede tener un alto valor si se evalúa su uso para cierto fin; sin embargo, para otro fin puede no representar gran valor. Por ejemplo, una misma persona que busca una laptop para usarla para su casa y llevarla a todos lados, evaluará la portabilidad y conectividad. En cambio, si la quiere para usarla en la oficina y requiere programas de diseño, es seguro que evalúe con mucho más peso relativo la potencia gráfica que la portabilidad.
6. El valor es relativo. Algo único es invaluable. Es a partir de la comparación con otras opciones que podemos establecer el valor de los productos o servicios.
7. El valor es un modo de pensar. La gestión enfocada al cliente es más que modelos o procesos. Está basada en la creencia que el propósito de la empresa debe estar totalmente enfocado en generar valor para sus clientes y que naturalmente será recompensado equitativamente por sus esfuerzos.

Las acciones que generan Valor Agregado, definidas por el Six Sigma son acciones que cumplen tres características:

- Cambian algo del producto final de alguna manera.
- El cliente está dispuesto a pagar por ellas.
- Son ejecutadas correctamente desde la primera vez.

Orihuela (2014) asocia el Valor Agregado a lo definido como características de Calidad Atractiva por Kano (1984). Bajo este punto de vista, el Valor Agregado son las características o atributos adicionales, en el producto o servicio, que el usuario no espera y, al percibirlas, contribuyen a incrementar el valor.

En la construcción, el valor ha sido tradicionalmente englobado en calidad, tiempo, costo y alcance del proyecto. Limitándose así la generación de valor para el cliente al cumplimiento de lo establecido de acuerdo a esos cuatro parámetros al inicio del proyecto. Sin embargo, existen más factores que afectan al valor para el cliente y clientes que toman distinta importancia a cada uno de esos factores.

Es importante tener en cuenta, como menciona Osorno, miembro del Capítulo del PMI de Guadalajara, que “el valor no está definido por quien provee los productos o servicios sino por quien los consume, y que con esta acción genera y aprecia (o no) el valor que se está produciendo”. Es necesario tener claro esto y conocer al cliente, sus necesidades, deseos y expectativas para generar valor para él.

Langford, Martinez y Bititci realizan un aporte importante al reconocer que los clientes valoran de manera distinta ciertos aspectos, en algunos prima el valor de la excelencia operativa, en otros el liderazgo en innovación y en otros la relación cordial con el cliente (2013).

Además de estos valores existen enfoques duros y suaves de los valores. El enfoque duro está ligado a innovaciones en materiales y diseños o el incremento de la productividad. Por otro lado, el enfoque suave está ligado a la imagen y el prestigio de su empresa. Con estos dos enfoques y los 3 valores crean seis proposiciones de valor organizadas en la matriz de valor mostrada en la Tabla 1 (Langford et. al., 2003).

Proposiciones de valor	Valores	
	Duros	Suaves
Excelencia Operacional	Minimizadores de precio	Simplificadores
Liderazgo en innovación	Innovadores	Gestores de marca
Relación con el cliente	Integradores de tecnología	Socializadores

Tabla 1. Matriz de valor (Traducido de Langford, et. al., 2003)

**Minimizadores de precio:** Este tipo de clientes busca realizar un proyecto lo más económico posible y ese es el criterio bajo el cual valorará el producto o servicio que recibe (Langford, et. al., 2003). Este tipo de clientes es común en proyectos de edificación en los que los clientes creen que al contratar siempre al mejor postor, que en su opinión es el que licita a menor precio, obtendrá como resultado costos más bajos en el proyecto.

**Simplificadores:** Los clientes simplificadores buscan involucrarse lo menos posible en el proyecto. Ellos preferirán que el equipo de trabajo se encargue de todo y que el proceso de realización del proyecto impacte lo menos posible en sus otras actividades (Langford, et. al., 2003). Esta situación se da en proyectos en los que el cliente no quiere o no puede involucrarse como en el caso de una vivienda unifamiliar en la que el cliente no cuenta con el tiempo suficiente para participar del proyecto.

**Innovadores:** Este tipo de clientes busca innovaciones en diseño, materiales y procesos durante el proyecto. Está a gusto con tomar riesgos para buscar soluciones distintas a proyectos complicados (Langford, et. al., 2003). Suele encontrarse este tipo de clientes en proyectos de infraestructura complicados, en los que se valora la innovación.

**Gestores de marca:** Los clientes de este tipo buscan diseños estilizados para sus edificaciones ya que les interesa más la imagen que va a dar la edificación de él mismo frente a los demás que la función de la edificación en sí (Langford, et. al., 2003). Por ejemplo se encuentran en proyectos de construcción de edificios de oficinas de bancos u oficinas administrativas de empresas que desean fortalecer su imagen institucional con la apariencia de la edificación.

**Integradores de tecnología:** Los clientes integradores de tecnología buscan para sus proyectos, generalmente complejos, soluciones tecnológicas específicas en base a una relación duradera cliente-proveedor (Langford, et. al., 2003). Este tipo de clientes se suele encontrar en proyectos complicados que requieren de alta especialización como construcción de gasoductos o proyectos mineros.

**Socializadores:** Este tipo de clientes busca un trato directo y una relación interpersonal con el equipo del proyecto en el contexto de una relación cliente-proveedor a largo plazo (Langford, et. al., 2003). Este tipo de clientes está presente en proyectos en los cuales la apariencia final del proyecto es muy importante y muy personalizada como en los proyectos de construcción de locales para una cadena de restaurantes de muy alta categoría.

Las proposiciones de valor descritas por Langford, et. al. (2003) son solo resultado del análisis de lo que representa valor para el cliente, descrito anteriormente. En la realidad el concepto de valor de los clientes puede no encajar en una de estas descripciones o puede ser la combinación de varias.

En el caso de la construcción, contamos con un cliente o una cantidad reducida de clientes por proyecto, por lo que es de vital importancia entender lo que significa valor para él y orientar los esfuerzos del equipo de proyecto hacia la generación de ese valor.

En la actualidad el concepto de Valor está siendo incluido en diversas teorías y herramientas de gestión aplicadas a la construcción. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por la comunidad científica, no se ha llegado a un consenso acerca de su significado que sea aplicable a la industria de la construcción (Salvatierra, Pasquire y Thorpe, 2009).

Es importante diferenciar bajo la perspectiva del Lean Construction los conceptos de desperdicio y valor. El desperdicio es “una actividad humana que consume recursos pero no genera valor” (Womack y Jones, 2013). No obstante, el Valor no es una consecuencia de un proceso sin desperdicios. Al respecto Koskela (2004) menciona que “un producto con un valor magnífico puede ser producido mediante un proceso lleno de desperdicios. Por otro lado, un valor claramente deficiente puede ser producido en un proceso libre de desperdicios”.

El Target Value Design (TVD), herramienta que será descrita en la presente tesis, es precisamente una herramienta enfocada en generar valor para el cliente, por lo que el entendimiento de los conceptos descritos en este capítulo es de gran importancia para su comprensión y su correcta aplicación.



## CAPITULO 2. EL TARGET VALUE DESIGN

Para entender qué es el Target Value Design y poder aplicarlo correctamente es necesario conocer cuál es el flujo de valor del proyecto. Además, resulta importante conocer cuál es el origen de esta herramienta de gestión. Por ello, el presente capítulo abarcará el Value Stream Mapping (VSM), herramienta destinada a hacer visible el flujo de valor del proyecto; el Target Costing (TC), como herramienta predecesora del TVD y finalmente definirá qué es el Target Value Design.

### 2.1 El Value Stream Mapping (VSM)

El Value Stream o la cadena de valor es el conjunto de acciones interconectadas, que agregan o no valor, necesarias para elaborar un producto o llevar a cabo un servicio (Toledo, 2013). Es fundamental, para emprender una mejora, identificar los desperdicios presentes en la cadena de valor. El TVD es una herramienta que se enfoca en generar valor para el cliente desde la etapa de diseño y, si se realiza un correcto mapeo de valor de las diferentes etapas del proyecto, se podrá localizar las actividades o los procesos que no generan valor para el cliente.

Como mencionan Rother y Shook (1999) el Value Stream Mapping es una herramienta esencial para identificar y comprender la cadena productiva. Busca además hacer posible la identificación de fuentes de desperdicio como inventarios excesivos, retrabajos, falta de información en el proceso, actividades que no agregan valor y trabajos innecesarios (Pinheiro y Barros, 2013). Del mismo modo, ayudan a identificar oportunidades de mejora y futuras acciones para generar valor (Freire y Alarcón, 2002).

El objetivo principal del VSM es hacer visible cómo funciona el sistema de producción estudiado. El uso de esta herramienta presenta diversas ventajas:

- Permite visualizar los flujos dentro del sistema más allá de analizar los procesos dentro del sistema por separado.
- Más que mostrar las pérdidas del sistema, indica donde se originan.
- Adoptarlo dentro del proyecto brinda un lenguaje común para hablar de los procesos productivos.
- Vincula conceptos y técnicas Lean, lo que evita que se usen herramientas Lean por separado sin adoptar la filosofía dentro de la organización (Toledo, 2013).

Un VSM se realiza principalmente en 3 etapas:

- Preparación para el VSM, en la cual se deciden límites del mapeo y el equipo de mapeo.
- Realización del VSM, en el que se elabora el mapa actual de la cadena o flujo de valor.
- Seguimiento al estudio del VSM, en el que se plantea un mapa ideal de flujo de valor y el proceso para llegar a él (Björnfors, et. al., 2011).

Durante la etapa de preparación para el estudio VSM es muy importante establecer los objetivos que motivan a realizar este VSM, es decir, qué se espera encontrar y mejorar. Asimismo, es muy importante establecer claramente los límites del flujo de valor a analizar para no extender el análisis más de lo requerido. Bajo estas consideraciones, se escoge a un equipo de trabajo para realizar el VSM, que debe estar dispuesto al cambio, y un líder del equipo VSM. En esta etapa, también se debe asegurar que la compañía tenga claras las necesidades del cliente y lo que define valor para él (Björnfors, et. al., 2011).

Luego, durante la realización del Value Stream Mapping, es necesario seguir físicamente el proceso dentro de los límites planteados asegurándose que todo el equipo de trabajo designado participe, para que el conocimiento máximo del proceso sea plasmado en el mapa (Björnfors, et. al., 2011). Se debe usar simbología simple que facilite el entendimiento del proceso y tener claro los puntos del proceso a mapear; típicamente estos son las materias primas entrantes al sistema, los flujos de información, los flujos de material, las salidas del sistema y la línea de tiempo asociada.

En la Figura 6 se muestra un ejemplo de mapeo de procesos del acabado de muros para 200 m<sup>2</sup> de muro. En él, las líneas punteadas representan los límites del proceso a mapear que abarca desde los revoques hasta el pintado, la letra A representa al Contratista General, la B a los Proveedores y la C al cliente, representado en obra por el Supervisor de Obra.

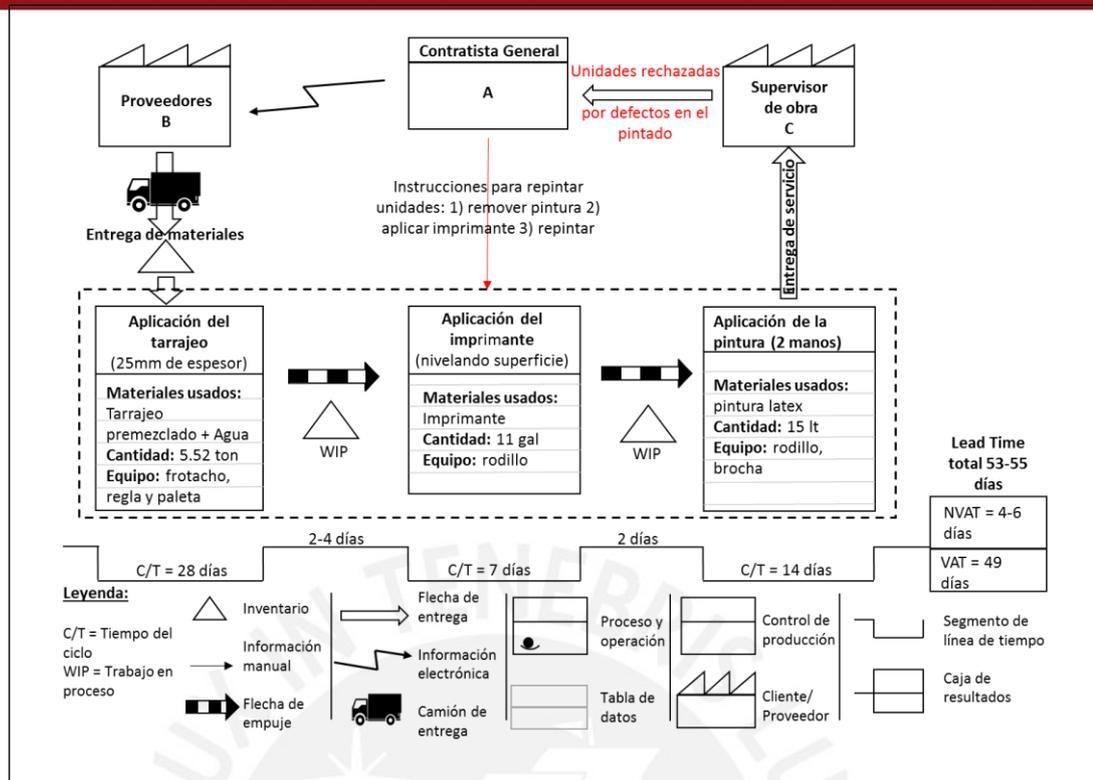


Figura 6. Mapa de flujo de valor de acabado de paredes.

Finalmente, luego del análisis del VSM realizado, el equipo de trabajo designado debe elaborar un plan de acción frente a las oportunidades de mejora encontradas. Es necesario, para asegurar la correcta ejecución del plan de acción, que se designe a un responsable de las actividades de mejora y se mida la satisfacción del cliente de manera continua para orientar los objetivos de la empresa y los cambios en el flujo de valor a las necesidades del cliente.

## 2.2 El Target Costing (TC)

Capasso menciona que el Target Costing (TC) “es una herramienta de gestión que permite ordenar, adecuar y ensamblar las actividades de la organización y sus consecuentes costos para lograr un nivel de utilidad acorde con los objetivos fijados por la Dirección” (Capasso, 2010). Entender el TC es un paso importante en el entendimiento del Target Value Design, ya que el TVD se origina a partir de la adaptación del TC a la construcción (Zimina et. al., 2012).

El Target Costing o Costeo objetivo tiene su origen, como muchas de las herramientas de gestión vigentes, en la industria automovilística japonesa. La forma tradicional de asignar el precio de los productos era calcular el costo de su fabricación y añadirle la utilidad deseada. Sin embargo, durante la crisis posguerra era difícil que

los clientes accedieran a comprar automóviles al precio propuesto por las empresas. De esta manera, al observar que el precio de los productos estaba fuertemente determinado por lo que el cliente podía o esperaba pagar, para obtener las utilidades deseadas, era necesario producir a un costo igual o menor al precio que pagaría el mercado menos las ganancias deseadas, este costo es el llamado target cost o costo objetivo (Liker, 2013).

Este enfoque presenta cambios radicales respecto al costeo tradicional. En primer lugar, el mercado es ahora el que dirige la planificación de los costos. Además, el diseño toma un papel muy importante en los proyectos, buscando evitar pérdidas y desperdicios en todo el proceso de diseño y ejecución. Finalmente los costos son determinados por equipos multidisciplinarios y los proveedores comienzan a jugar un rol importante en etapas iniciales del proyecto (Capasso, 2010).

En la Figura 7 podemos observar a grandes rasgos el proceso del proyecto bajo un costeo tradicional y bajo el Target Costing aplicado a la construcción. En la imagen se observa claramente como la aplicación del TC evita el bucle al que nos llevaría el costeo tradicional si es que el costo estimado luego del diseño fuera muy elevado.

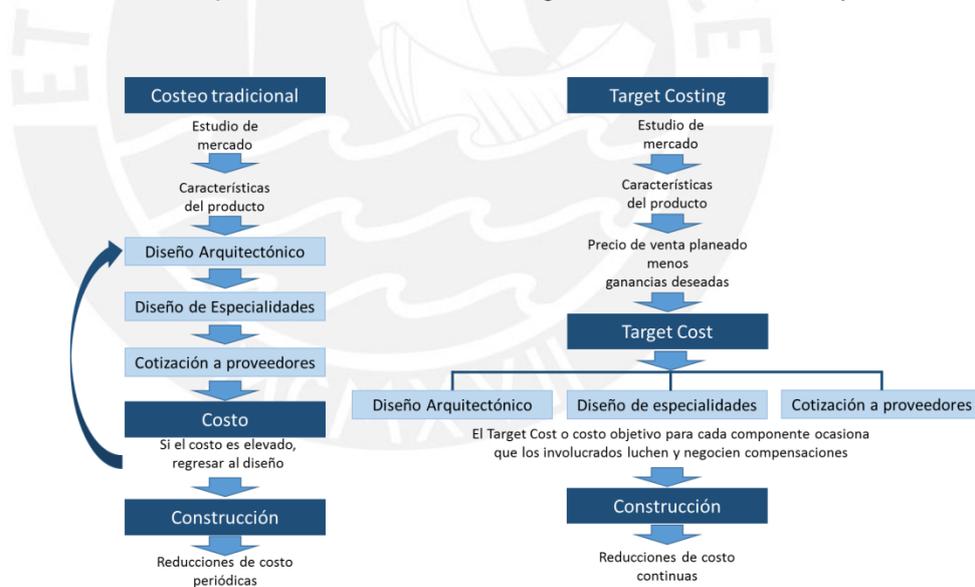


Figura 7. Costeo tradicional vs. Target Costing en la construcción (Fail, et. al., 2004).

### 2.3 El Target Value Design (TVD)

En el año 2000, Nicolini, et. al. realizaron un reporte acerca de la aplicación del Target Costing en la construcción. Lamentablemente, el intento de utilizar esta herramienta en Reino Unido fracasó debido a deficiencias en cuanto a prácticas comerciales y estimaciones de costo muy imprecisas (Do, et. al., 2014).

Una aplicación correctamente adaptada del TC a la construcción no se registró hasta el 2004 por Ballard y Reiser, en Estados Unidos. En el 2007, el término Target Value Design (TVD) fue adoptado por Hal Macomber, Greg Howell y Jack Barbeiro para referirse a la adaptación del Target Costing a la construcción (Zimina et. al., 2012).

El TVD es definido por Ballard como una práctica de gestión cuyo objetivo es generar el máximo valor bajo un costo objetivo fijado por debajo del precio del mercado (2012) y a la vez un método de mejora continua y reducción de desperdicios (Ballard, 2011). Otra definición, esquematizada en la Figura 8, nos dice que “La idea principal del TVD es volver el valor del cliente (criterios de diseño, costo, cronograma y constructabilidad) un conductor del diseño y de este modo reducir el desperdicio y satisfacer o incluso sobrepasar las expectativas del cliente” (traducido de Zimina, et.al., 2012).

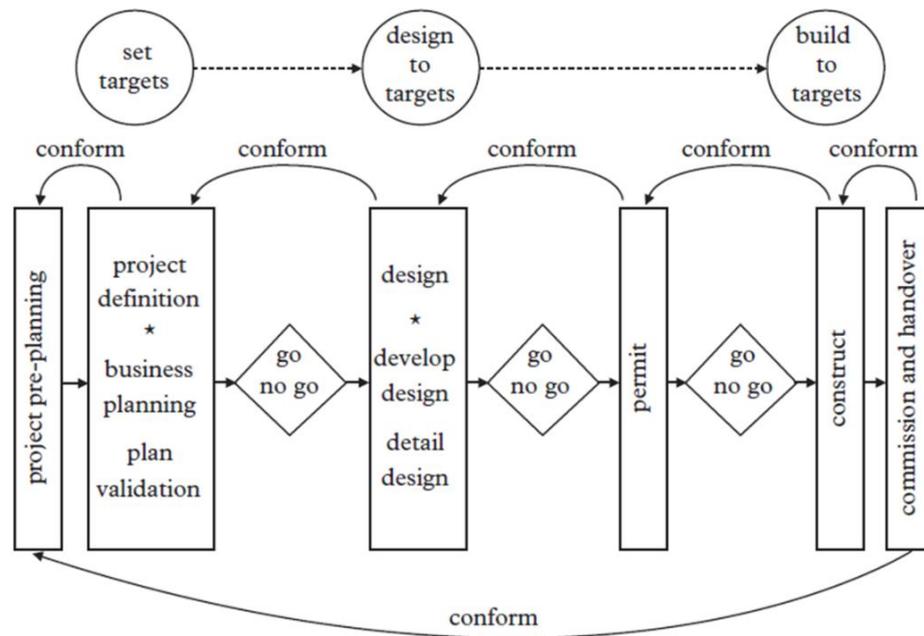


Figura 8. Esquema de proceso del TVD (Zimina, et al., 2012).

Josh Bronitsky (2013), de DPR Construction (empresa norteamericana que ha llevado a cabo proyectos utilizando TVD para Sutter Health exitosamente), menciona que el TVD consiste en el diseño correcto, con el menor costo real y entregando el máximo valor posible al cliente. Además coincide con Macomber, Howell y Barbeiro, en que el TVD invierte el sentido del proceso de diseño y bajo ese concepto tiene cinco componentes fundamentales:

- Establecer el costo objetivo para el diseño: “En vez de estimar basado en un diseño detallado, se diseña en base a un estimado detallado”.

- Estructura de trabajo: “En vez evaluar la constructabilidad del diseño, diseñar lo que es construible”.
- Colaboración: “En vez de diseñar solo y luego juntarse para revisiones de grupo y decisiones, se trabaja en equipo para definir los inconvenientes y decisiones y luego diseñar conforme a esas decisiones”
- Set Based Design: “En vez de decisiones que reduzcan las posibilidades para proceder con el diseño, mantener conjuntos de decisiones lejos en el proceso de diseño”.
- Co-locación: “En vez de trabajar solos en cuartos separados, trabajar en parejas o en grupos más grandes, cara a cara” (traducido de Macomber, Howell y Barbeiro, 2007).

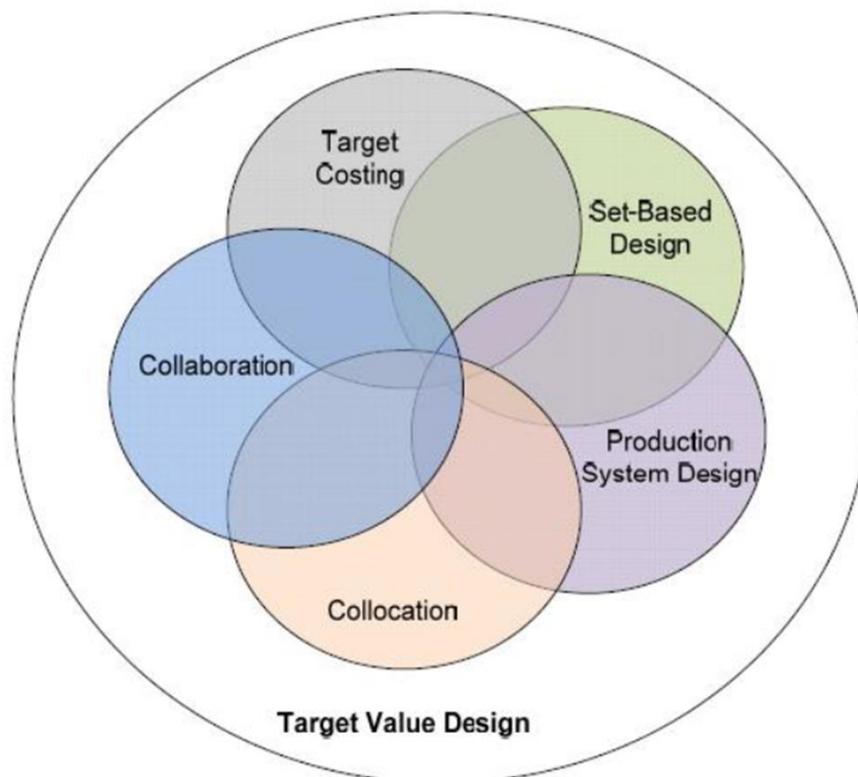


Figura 9. Target Value Design (Macomber, Howell y Barbeiro, 2007).

Kaushik, et al. (2014), como parte de un proyecto de implementación de TVD en Reino unido, definieron, a partir de lo propuesto por el P2SL Labs de la University of Berkeley, cuatro prácticas o condiciones mínimas para poder implementar el TVD:

- Colaboración temprana de los stakeholders: La colaboración temprana de los principales involucrados es necesaria para asegurar que el equipo establezca

correctamente los objetivos según los requerimientos del cliente y estructure un adecuado proceso de diseño colaborativo para alcanzar dichos objetivos.

- Mecanismo de riesgos y recompensas compartidas: Es necesario un mecanismo de esta naturaleza para asegurar que todos los involucrados del proyecto tengan objetivos alineados con los intereses del proyecto.
- Organización Clúster: La organización clúster es un sistema de jerarquía del proyecto en la cual el equipo del proyecto se divide en pequeños equipos según su especialidad y cada clúster tiene un líder clúster que es parte del equipo nuclear que toma las decisiones del proyecto. La aplicación de este tipo de organización, fundamental en la aplicación del TVD, será descrita con mayor detalle en el Capítulo 3. En la Figura 10 se muestra un ejemplo de clústeres pensados para un proyecto de “oficinas premium”.
- Ciclos iterativos de diseño con continua ingeniería de costo en una co-localización del equipo de trabajo: Diversos elementos del proyecto de construcción deben ser diseñados constantemente bajo distintos puntos de vista para tomar la decisión en el último momento posible. Esto se debe dar en un ambiente de co-localización para tener diversas opiniones (Kaushik, et al., 2014).



Figura 10. TVD Ejemplo de clústeres de Diseño

Macomber, Howell y Barbeiro (2007) definieron nueve prácticas fundamentales del TVD para crear las condiciones que permitan generar valor para el cliente desde la etapa de diseño:

1. Involucrarse profundamente con el cliente para establecer el valor objetivo: Ambos, diseñadores y clientes, comparten la responsabilidad de las preocupaciones para hacer nuevas evaluaciones de lo que es valor, y para definir cómo se produce ese valor. Continuar comprometido con el cliente durante todo el proceso de diseño permitirá continuar descubriendo las inquietudes del cliente.
2. Enfocar el esfuerzo de diseño en el aprendizaje y la innovación. Espere que el equipo va a aprender y producir algo sorprendente: Establecer rutinas para revelar lo que se aprende e innova en tiempo real. Las innovaciones generarán que se altere el plan actual y se requerirá una replanificación.
3. Diseño para un presupuesto detallado: Utilice un mecanismo de evaluación de diseño contra el presupuesto y los valores objetivo del cliente. Revise qué tan bien se están logrando los objetivos en medio de diseño. Cuando el presupuesto importa, se debe adherir al presupuesto.
4. Planificar y re-planificar el proyecto de manera colaborativa: Utilice la planificación para perfeccionar las prácticas de coordinación. Esto evitará demoras, reprocesos, y el diseño fuera de secuencia.
5. Diseñar el producto y el proceso en simultáneo en conjuntos de diseño (set-based design): Desarrollar detalles en lotes pequeños, en conjunto con los demás involucrados (ingeniero, constructores, propietario, usuarios, arquitecto), de los detalles de diseño. Adoptar una práctica de aceptar (aprobar) el trabajo completo a medida que diseña.
6. Diseñar y detallar en la secuencia del cliente (interno) que lo va a usar: Esto mantiene la atención sobre lo que es valorado por el cliente (interno). En lugar de hacer lo que puede hacer en este momento, hacer lo que otros necesitan que hagas para continuar con su diseño. Esto conduce a una reducción en iteraciones negativas.
7. Trabajar en grupos pequeños y diversos: El aprendizaje y la innovación surgen socialmente. La dinámica de grupo de los grupos pequeños - 8 personas o menos - es más propicio para el aprendizaje y la innovación: la confianza y el cuidado de unos a otros se establecen más rápido; y la comunicación y la coordinación son más fáciles.
8. Trabajar en Big Room: La co-locación de los miembros del equipo de diseño es usualmente la mejor opción. El diseño es desordenado. Las sesiones improvisadas entre los miembros del equipo de diseño son una parte necesaria del proceso. Así, las sesiones de co-diseño son cortas y regulares entre los distintos especialistas trabajando en parejas o tríos.

9. Realizar retrospectivas en todo el proceso: Haga un hábito de terminar cada ciclo de diseño con una conversación para la reflexión y el aprendizaje. Errar en el lado de tener más retrospectivas no menos. Utilice plus/deltas al final de las reuniones. Utilice las retrospectivas más formales que incluyen al cliente al final de los eventos de integración. Instruya a todos los miembros del equipo para pedir una retrospectiva en cualquier momento, incluso si sólo tienen una corazonada de que podría descubrir una oportunidad de mejora.

Posteriormente Macomber, Howell y Barbeiro (2012), luego de cinco años de aplicación formal del TVD, definieron seis prácticas avanzadas del uso de la herramienta:

1. Involucrar al cliente como actor clave: Es entendido que los clientes juegan un papel clave en la realización de proyectos. Conseguir una decisión oportuna puede hacer la diferencia para mantenerse en la fecha prevista o generar retrasos. Se necesita más que el gerente de proyecto representando al cliente para entender cómo un diseño llevará a cabo para el uso previsto. Muchos proyectos requieren la participación de las partes interesadas para entender las preocupaciones, las condiciones de satisfacción y la variedad de casos de uso.
2. Diseñar en pequeños lotes: Las lecciones aprendidas de la Lego® Airplane Production Simulation se aplican igualmente al diseño en la construcción. Diseñar en pequeños lotes mantiene el diseño global coordinado, manteniendo el flujo de la producción de diseño. El diseño en pequeños lotes también acorta el ciclo de aprendizaje.
3. Usar One-page Improvement Reports para registrar y compartir el aprendizaje: Todos los proyectos Lean implican aprendizaje, mejora e innovación. El registro de las mejoras es fundamental para compartir las lecciones aprendidas a lo largo del equipo del proyecto y de sus organizaciones. El planteamiento es simple, consiste en utilizar este protocolo para el registro de las mejoras: “Tuve este problema, hice este cambio, se puso un poco mejor.”
4. Modelar el espacio en uso antes de diseñar: Se puede perder tiempo y esfuerzo cuando se diseña y luego se modela el espacio. El enfoque Lean se llama Production Preparation Process, proceso de preparación de la producción, o 3P. Este implica la modelación del espacio y la forma en que se utilizará para llevar a cabo las operaciones dentro. Los equipos que utilizan 3P han descubierto cómo los pequeños cambios en las dimensiones de las

- habitaciones pueden mejorar enormemente la productividad y la eficacia de las operaciones en ese espacio.
5. Utilizar el Aprendizaje A3 para el Concurrent Set-Based Design: Documentar "la historia" de los Design-Sets (conjuntos de diseño) que se están explorando en un informe A3. El enfoque sigue el Ciclo de Deming de Mejora: plan-do-estudio-act (PDSA). Un informe A3 registra el desarrollo del diseño, el análisis, cómo se llevará a cabo el diseño y el seguimiento para verificar que la intención de diseño fue realizada. Informes A3 son la clave para el Knowledge-based Design (diseño basado en el conocimiento).
  6. Adoptar Choosing By Advantages (CBA) para la toma de decisiones: Muy pocos profesionales de la construcción tienen una educación o capacitación formal en la toma de decisiones. El uso de Set-Based Design aumenta las alternativas de diseño que se consideran y hace que la toma de decisiones sea más difícil para un equipo, sobre todo cuando se desea tomarlas por consenso. La comunidad de diseño Lean busca la toma de decisiones racionales, congruentes y eficaces con el Choosing by Advantages (CBA). Con el CBA todas las decisiones deben cumplir con una regla fundamental: deben basarse en la importancia de las ventajas, sin considerar los pros y contras.

El Target Value Design ha sido descrito en la presente sección, según las prácticas y herramientas que involucra, las condiciones necesarias para su aplicación, entre otros aspectos; sin embargo, no se ha presentado una definición formal de qué es el TVD. Algunos autores como Do et al. (2014) y Sampaio et al. (2013) lo definen de forma simple como la adaptación del TC a la construcción. Por otro lado, Ballard (2011) define al Target Value Design como una práctica de gestión. Zimina, Ballard y Pasquire (2012), Pishdad-Bozorgi y Karasulu (2013) y Kaushik et al. (2014) prefieren el término enfoque de gestión para referirse al TVD.

Mossman, Ballard y Pasquire (2013) plantean una definición que parece adaptarse bastante a la actual aplicación del TVD, lo definen como una estrategia de colaboración y un proceso de diseño que se basa en los valores del proyecto y los vuelve criterios de diseño en vez de meras aspiraciones. Con base en esa definición, y conociendo que el TVD incluye la aplicación de herramientas de gestión y cambia el proceso de diseño (técnica), podría clasificarse al TVD como un método de gestión.

Con lo expuesto en este capítulo queda definido el TVD desde un enfoque teórico. Es cierto que a partir de lo expuesto resultaría difícil realizar su aplicación. Sin

embargo, como todas las herramientas Lean, el TVD no puede verse como un conjunto de pasos a seguir, sino que se debe interiorizar sus conceptos para luego poder traducirlos a la aplicación de manera correcta.



### CAPITULO 3. ENFOQUE SISTÉMICO DEL TVD

Por lo descrito en el capítulo anterior, puede crearse cierta confusión acerca de la diferencia entre el Integrated Project Delivery (IPD) y el Target Value Design (TVD). Debe quedar claro que el IPD es un sistema de gestión de proyectos, mientras que el TVD es una herramienta o práctica de gestión. El IPD es definido por The American Institute of Architects, California Council (2014) como:

“[...] un sistema de gestión de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras de negocio y prácticas en un proceso que aprovecha colaborativamente el talento y las ideas de todos los participantes para reducir el desperdicio y optimizar la eficiencia en todas las fases del diseño, fabricación y construcción. El IPD contiene como mínimo los siguientes elementos:

- Involucramiento continuo del propietario y los diseñadores y constructores clave desde etapas iniciales del diseño hasta la finalización del proyecto
- Intereses de negocio alineados a través de riesgo y recompensa compartidos, las ganancias de todos los miembros del equipo dependen del éxito del proyecto
- El control conjunto del proyecto entre el propietario y los principales diseñadores y constructores
- Un contrato de múltiples partes o contratos entrelazados equivalentes
- Responsabilidad limitada entre el propietario, los diseñadores y constructores clave.” (The American Institute Of Architects, California Council, 2014)

Todo sistema de gestión de proyectos puede descomponerse en tres principales elementos: Organización del proyecto, Sistema operativo y Términos comerciales (Thomsen et al., 2010). El Target Value Design, al ser una herramienta Lean, se encuentra dentro de la categoría de sistema operativo. Sin embargo, la estructura en cada uno de esos elementos debe estar alineada y en balance, de otro lado los resultados no serán óptimos (Zimina et al., 2012).

El TVD es una herramienta de gestión un tanto amplia, que altera los tres elementos del proyecto y los llena de métodos lean de trabajo. Esos son los medios que usará para poder alcanzar las metas propuestas, es decir, lograr los objetivos planteados. Por esa razón, el presente capítulo abarca los temas relacionados a la organización del proyecto, el sistema operativo y los términos comerciales que sirven como medio

para que el TVD pueda realizarse y alcanzar el valor objetivo del proyecto, en relación a los proyectos realizados de forma tradicional. Algunos de los temas descritos son esenciales para la implementación del TVD. Otros no son esenciales, pero permiten potenciar la herramienta y lograr mejores resultados.

### 3.1 Organización del proyecto

La organización del proyecto está relacionada con los criterios de selección del equipo de trabajo y la gestión de las relaciones entre las distintas empresas que participan del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Tradicionalmente, los proyectos están organizados como un proceso secuencial, en el que los distintos especialistas y las distintas empresas se involucran al proyecto cuando van a realizar su trabajo y no son parte importante del proyecto ni antes ni después de realizar su labor. El resultado de estas prácticas es el surgimiento de múltiples barreras de comunicación y una pobre colaboración entre empresas y equipos de trabajo y departamentos, que provocan la pérdida de información y los beneficios potenciales que podrían generarse en sinergia (Zimina et al., 2012).

Thomsen et al. (2010) afirman que organización tradicional de los proyectos de construcción antes descrita prácticamente asegura que:

- Se desperdicien esfuerzos de diseño, ya que no es sino hasta mucho después de haberse comenzado a desarrollar el diseño, que la información o evaluación acerca de costos, constructabilidad y las preferencias del propietario no presentes en el programa llegan al diseñador. Luego, se requieren rediseños
- Los costos de construcción sean más altos porque el contratista general y los demás contratistas incluirán un colchón en su presupuesto debido a la incertidumbre de que el diseño esté incompleto o tenga desperfectos. Además, los diseñadores elaborarán un diseño con una baja constructabilidad, elevando los costos de construcción.
- Se presenten órdenes de cambio y adicionales frecuentemente. Los constructores detectarán los errores u omisiones en los planos luego de establecer un precio por sus servicios. Es probable que los cambios de alcance en el proyecto lo afecten negativamente en plazo y costo. Si el proyecto no resulta favorable para el contratista, en los adicionales que se presenten intentará recuperar lo que dejó de ganar en otras partidas.

- Se incremente el número de consultas a los diseñadores. Debido a que los contratistas no han participado del diseño, no entienden totalmente el proyecto. Esto provoca que surjan dudas que retrasan el proyecto constantemente.
- Las relaciones se tornen adversas y hayan disputas frecuentemente. La organización de proyecto, junto con los términos contractuales, hace que cada uno deba velar por sus intereses durante el proyecto y muchas veces las ganancias de un miembro del equipo sean las pérdidas de otro. Además, las líneas de comunicación tan poco directas entre los participantes del proyecto dificultan la colaboración y aumentan la probabilidad de generación de incompreensión y desconfianza.

Por otro lado, el pensamiento Lean que respalda el TVD establece que todo el criterio de diseño, incluyendo costos y constructabilidad, debe ser empleado para evaluar y seleccionar las alternativas de diseño del producto o proceso. Esto, en vez de usarlos para evaluar el diseño ya realizado, cuando la oportunidad de generar valor ya pasó. Ya que este conocimiento, al menos la parte relacionada a constructabilidad y costos, reside en los contratistas, el único modo de asegurar que se incluya en el diseño es añadirlos al equipo de trabajo desde etapas iniciales del proyecto (Zimina et al., 2012).

Incluir a los constructores, junto con el cliente y los diseñadores, desde etapas iniciales del proyecto permite que los principales miembros del equipo del proyecto tengan un gran nivel de entendimiento común del proyecto a realizar. Además, el diseño se desarrolla con aportes continuos de constructabilidad, costos y valor, permitiendo a los diseñadores tomar mejores decisiones con menos y menores rediseños (Thomsen et al., 2010).

Macomber, Howell y Barbeiro (2007) afirman que dentro de la aplicación de TVD es esencial la co-locación de los miembros del equipo de diseño y construcción, para absolver dudas o resolver problemas de manera inmediata. Este proceso de co-locación, que es conocido también con el nombre de “Big Room”, consiste en situar en un ambiente físico común a los involucrados en cierta parte del diseño. Esto no solo mejora el tiempo de respuesta de las consultas o latencia, sino que crea una relación amical entre los distintos miembros del equipo del proyecto. Así, como mencionan Thomsen et al. (2010), se creará un sentido de integración y se sentirán parte de un mismo equipo, a pesar de trabajar para empresas distintas. Finalmente,

resulta más sencillo solucionar problemas entre amigos que con personas desconocidas.

Además de equipos integrados, para un correcto funcionamiento de la organización del proyecto, es necesario contar con un gobierno integrado del proyecto. La aplicación del TVD requiere una Organización Clúster, en la cual la labor de diseño y el presupuesto estén divididos en Clústeres o grupos de trabajo por especialidades y cada Clúster tiene un Líder Clúster. Los líderes de cada una de las Clústeres conforman el Integrated Team o Core Group, que se va a encargar de la gestión y el planeamiento macro de proyecto.

Es importante diferenciar consultorías o asesoramientos de especialistas, en cronograma, presupuesto y construcción, de una organización Clúster. En una consultoría o asesoramiento los equipos que asesoran son distintos a los que diseñan; debido a ello, se diseña e inmediatamente se evalúa la constructabilidad, costo y cronograma. En una organización Clúster, cada Clúster tiene miembros especialistas en construcción, cronograma y presupuesto, es por ello que se diseña con los inputs de estos especialistas desde el inicio. Esta conformación de los equipos de cada Clúster se puede observar en la Figura 11 y la Figura 12 (Universal Health Services, 2012).

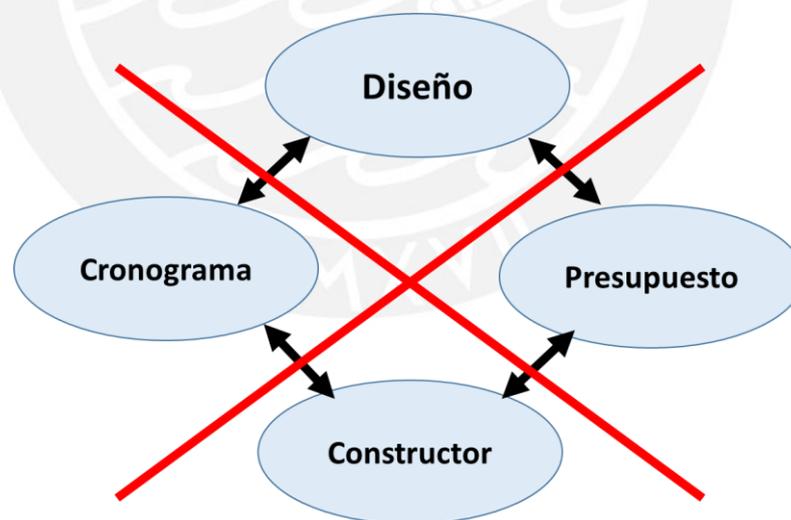


Figura 11. Integración errada de los contratistas (Universal Health Services, 2012).

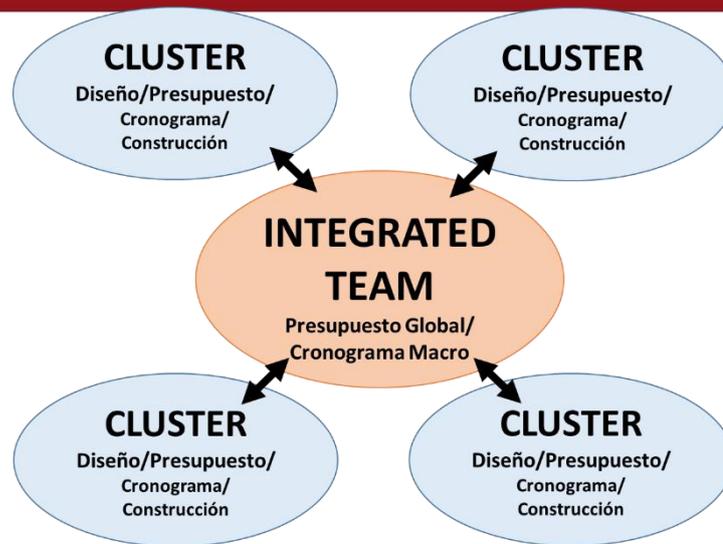


Figura 12. Organización Clúster (Universal Health Services, 2012)

Los Clústeres planean a nivel micro el proceso de diseño y se reúnen diariamente o según sea necesario, debe haber compensaciones o conversaciones entre los miembros del Clúster para desarrollar el trabajo dentro de los objetivos del proyecto. Los hitos a los que se ciñen los Clústeres son los acordados mediante las reuniones del Integrated Team, dos veces a la semana. La Figura 13 muestra en una tabla lo antes descrito (Universal Health Services, 2012).



Figura 13. Integración Clúster (Universal Health Services, 2012).

Los beneficios logrados por la integración temprana de todos los miembros clave del equipo de proyecto en el diseño, se pueden ver perjudicados si los miembros del equipo no son los correctos. Por ello, se requiere un cambio de mentalidad en la forma de contratar a las empresas que van a conformar el equipo de proyecto. No se puede continuar contratando a las empresas que liciten con los precios más bajos, sino que se tiene que contratar las que se encuentren alineadas al pensamiento Lean y puedan desenvolverse bien en la organización del proyecto antes descrita (Thomsen et al., 2010).

### 3.2 Sistema Operativo

La forma tradicional de gestionar los proyectos de construcción es resumida por Thomsen et al. (2010) en los siguientes puntos:

- Se basa en actividades, ignorando los efectos de las variaciones de los flujos de trabajo en la calidad y productividad.
- Optimiza la productividad a nivel de actividades para “incrementar la productividad del proyecto”.
- Está a la defensiva, gestionando a la expectativa de futuros reclamos o disputas.

Ese tipo de prácticas de gestión produjo que en el 6ta encuesta de propietarios de proyectos de construcción del FMI Corporation (2005) se concluyan los siguientes resultados:

- Entre los proyectos de construcción ejecutados en ese momento, más del 40% se encontraban atrasados respecto a su cronograma.
- El mayor impacto en el costo de la construcción era producido por la forma ineficiente en la que los proyectos se gestionaban.
- Más de un tercio de los propietarios dijo que sentía que sus proyectos eran gestionados de una manera no adecuada.

Como una manera de afrontar los problemas presentados producidos por la forma tradicional de gestionar los proyectos de construcción, se ha vuelto cada vez mayor la cantidad de proyectos que se guían por el enfoque del Lean Construction, el cual es un enfoque holístico o sistémico, enfocado en la generación de valor para el cliente y la eliminación de desperdicios durante el proyecto. Lean Construction es un tema muy amplio, que escapa de los alcances de la presente tesis. Sin embargo, en esta sección se definirán brevemente algunas herramientas Lean que sirven como soporte para la aplicación del TVD. Debe quedar en claro que Lean Construction es mucho más que la aplicación de herramientas y que implica un cambio profundo en cuanto a la manera de gestionar proyectos y los valores de la empresa que lo aplica.

#### Value Stream Mapping

La herramienta del Value Stream Mapping es una herramienta Lean que ya fue descrita anteriormente. Ver Capítulo 2.2.

## Set-based Design

El concepto del Set-based Design es sencillo: los diseñadores deben considerar un conjunto de alternativas de diseño al inicio del proceso, en vez de desarrollar solo una alternativa. El equipo de diseño, conformado por diversos especialistas de diseño y construcción, toma las decisiones al último momento posible. Esto le permite desarrollar las opciones de diseño en paralelo considerablemente y evitar el rediseño. (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010 y Dave et al., 2013)

La forma de diseño tradicional de diseñar, denominada Point-based Design por Ward et al. (1995), se caracteriza por realizar un proceso secuencial. Este, basado en una sola opción, desarrolla el diseño paso a paso de manera iterativa, hasta que una solución factible se consigue. La índole secuencial del Point-based Design dificulta la colaboración de los participantes del proyecto y reduce las opciones de agregar valor para el cliente (Dave et al., 2013).

Por otro lado, el Set-based Design es un proceso en el que se consideran varias alternativas de diseño, y se las desarrolla hasta que se tenga información suficiente para poder escoger entre una opción de diseño u otra. Ballard (2008) resume el Set-based Design definiendo que “la idea básica es aplicar todo el criterio relevante en producir, evaluar y escoger las alternativas de diseño desde el inicio del diseño, en vez de introducir el criterio de diseño en la medida en que llegan los involucrados al proyecto”.

## Evidence-based Design

El Evidence-based Design (EBD) es una herramienta que da soporte al Set-based Design, estableciendo una relación entre el diseño y los resultados que el cliente espera obtener de la edificación. Es una herramienta relativamente nueva en la construcción; sin embargo, está muy desarrollada en lo relacionado a edificaciones destinadas al sector salud. Decidir usar EBD es comprometerse a generar, a evaluar, y a seleccionar las alternativas de diseño basándose en la mejor evidencia disponible. Además, debe buscarse constantemente generar esa evidencia para poder realizar futuros proyectos (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010).

El inicio del EBD se dio con un reporte de Ulrich (1984) llamado “Ver a través de una ventana puede influenciar en la recuperación post-cirugía” (Rybkowski, 2009). Este estudio muestra cómo los pacientes que en su habitación de recuperación podían ver a través de una ventana presentan una permanencia postoperatoria más corta,

evaluaron su estadía en el hospital de una manera positiva y necesitaron menos analgésicos (Ulrich, 1984).

Los resultados de Ulrich mostraron que se puede relacionar los beneficios a la salud y las consecuencias económicas de las opciones de diseño. Ahora, el reto es ampliar la utilización del EBD a otro tipo de edificaciones.

### Choosing by Advantages

En la construcción, no existe un método claro de toma de decisiones. Estas se basan generalmente en la intuición de quien tome la decisión y no se lleva un registro de las decisiones tomadas ni los criterios que llevaron a tomarlas.

Choosing by Advantages (CBA), según explica Suhr (1999), es un sistema de toma de decisiones en el que la importancia de las ventajas debe conducir las decisiones. Es decir que no se evalúan los pros y contras de cada una de las opciones para tomar la decisión, sino que se consideran y miden solo las ventajas de cada opción y en base a ello se toman las decisiones (Dave et al., 2013). Los principios del CBA planteados por Suhr son mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Principios fundamentales del CBA (Suhr, 1999)

<b>El principio fundamental</b>	Para tomar decisiones acertadas, los que las toman deben aprender y usar métodos de toma de decisiones
<b>La regla fundamental de la toma de decisiones acertada</b>	Las decisiones deben estar basadas en la importancia de las ventajas
<b>El principio de anclaje</b>	Las decisiones deben estar "ancladas" a hechos relevantes, debidamente sustentados
<b>El principio de método</b>	Los distintos tipos de decisiones necesitan distintos métodos de toma de decisiones

Según Parrish y Tomelein (2009) CBA es un sistema que incluye métodos para todo tipo de decisiones, desde muy simples hasta muy complejas. A modo de ejemplo, para una decisión de complejidad moderada el proceso del CBA consiste de cinco fases:

1. Fase de establecimiento de etapas
2. Fase de innovación
3. Fase de toma de decisiones
  - 3.1. Resumir los atributos de cada alternativa
  - 3.2. Determinar las ventajas de cada alternativa
  - 3.3. Asignar grados de importancia a cada ventaja

- 3.4. Elegir la alternativa con la mayor importancia total de ventajas
4. Fase de reconsideración
5. Fase de implementación

### **Reportes A3**

Un reporte A3 es una manera de analizar y registrar un problema que requiere un enfoque de mejora continua PDCA (Ciclo de mejora continua Plan – Do – Check – Act). Un reporte A3 típico contiene los antecedentes, el problema, el estado actual, el estado deseado y la contramedida propuesta para llegar al estado deseado; todo ello organizado en una hoja A3 (11"x17") (Thomsen et al., 2010).

John Shook (2008), considerado uno de los más grandes especialistas en los reportes A3, explica que “el documento A3 estructura un diálogo eficiente y efectivo que fomenta el entendimiento de la situación y la oportunidad de llegar a un acuerdo que resulte positivo para el proyecto”. A pesar que la aplicación del reporte A3 pueda parecer sencilla, es el reflejo de un modo de resolver los problemas de manera colaborativa y disciplinada. Además es muy importante, ya que deja un reporte tangible y de fácil acceso de la medida tomada, que puede servir para solucionar el mismo problema en etapas posteriores del proyecto o en un nuevo proyecto (Thomsen et al., 2010).

### **Last Planner System**

El Last Planner System que da soporte al TVD es el Last Planner System aplicado al diseño, conocido por otros como el Planeamiento basado en Compromisos. Bajo este sistema de planeamiento, se planea el diseño del proyecto en tres distintos niveles (Thomsen et al., 2010):

- Cronograma Maestro – Planeamiento de Hitos
- Cronograma de Fase – Planeamiento Macro
- Cronograma Look-Ahead – Planeamiento Micro o Look-Ahead

Este sistema de planeamiento y control implica lo siguiente (Thomsen et al., 2010):

- Permite al personal que realmente realiza el trabajo realizar compromisos realistas del trabajo que se puede realizar.
- Mejora el flujo de trabajo asegurando que el trabajo esté listo cuando es requerido por un cliente interno o externo.

- Controla el Porcentaje del Plan Completado (PPC) con el fin de medir la variabilidad del cumplimiento de compromisos.

De una manera simplista se puede explicar el Last Planner a través del “Should, Can, Will, Did” (Thomsen et al., 2010):

- Should – Se Debe: El trabajo que debería realizarse se obtiene del Cronograma Maestro o el Cronograma de Fase.
- Can – Se Puede: El trabajo que se puede hacer proviene del Look-Ahead Plan y representa lo que el equipo piensa que se puede hacer.
- Will – Se Hará: El trabajo que se hará es el trabajo correspondiente al plan de trabajo semanal y que se acuerda que se hará.
- Did – Se Hizo: Es el trabajo que se realizó.

En el entorno de aplicación del Target Value Design, el Planeamiento Basado en Compromisos es realizado mediante la Organización Clúster y esto se ve reflejado en las responsabilidades asignadas a los miembros de cada Clúster y a los “Cluster Leaders”. Las responsabilidades de los miembros del Clúster durante la etapa de diseño son (Universal Health Services, 2012):

- Realizar compromisos confiables
- Hacer seguimiento a los compromisos hasta su cumplimiento
- Advertir al “Cluster Leader” de cualquier restricción
- Participar activamente del Pull Planning<sup>1</sup>
- Participar activamente del desarrollo de reportes A3
- Asumir la posición del Clúster Leader si es necesario
- Seguir activamente los principios Lean y aprender constantemente

Del mismo modo, los “Cluster Leaders” tienen responsabilidades muy orientadas al Planeamiento Basado en Compromisos (Universal Health Services, 2012):

- Ser un modelo a seguir, motivar a los miembros del Clúster
- Utilizar el Pull Planning<sup>1</sup> para organizar el trabajo del Clúster
- Asegurar que los compromisos del Clúster están siendo cumplidos
- Verificar que las restricciones para el trabajo de su Clúster están siendo removidas

---

<sup>1</sup> En contraste con el método de la ruta crítica, el pull planning planifica las actividades partiendo de la fecha en la que quiere alcanzar un hito y luego define y secuencia las actividades predecesoras de modo que su finalización libere el trabajo posterior.

- Verificar que las nuevas restricciones que surjan sean parte de la Agenda
- Representar al Clúster en las reuniones del Integrated Team
- Fomentar el uso de los reportes A3
- Fomentar el seguimiento de los principios Lean y el aprendizaje constante

### 3.3 Términos Comerciales

Los Términos Comerciales, como contratos, riesgos y remuneraciones, tienen un rol determinante en las relaciones entre las personas y las compañías miembros del proyecto (Zimina et al., 2012). Los términos comerciales de proyectos de construcción tradicionales están compuestos de múltiples contratos en los que participan dos partes o empresas, lo que crea relaciones verticales entre el cliente y los demás miembros del proyecto pero no interconecta a los participantes con lazos comerciales (Thomsen et al., 2010).

Como resultado de esta estructura de contratos transaccionales, cada miembro del equipo actúa según sus términos comerciales y busca obtener el mayor beneficio posible según ellos, aunque esto muchas veces puede impactar negativamente a otros miembros del equipo o al proyecto en su totalidad (Thomsen et al., 2010).

Un tipo de contrato totalmente distinto son los contratos relacionales. Este tipo de contratos relaciona en un solo acuerdo a todos los principales involucrados del proyecto con una responsabilidad compartida para gestionar los riesgos entre los involucrados del proyecto y compartir los beneficios o pérdidas del resultado final del mismo (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010).

Los contratos relacionales requieren una transparencia total por parte de los involucrados, ya que todos exponen y separan sus costos, sus ganancias y sus montos de contingencia. Dependiendo del desarrollo del proyecto las ganancias o pérdidas serán compartidas por los involucrados, según lo acordado en el contrato. Todas las partes ponen en riesgo el total de sus ganancias, pero también se ven beneficiados si el proyecto presentase ahorros. Gracias a este mecanismo los miembros del equipo orientarán sus esfuerzos a éxito global del proyecto y no solo a la parte que le corresponde (Thomsen et al., 2010).

Con este tipo de lazos contractuales el monto de contingencia es uno para todo el proyecto, y si este no llegara a ser usado en su totalidad durante el proyecto, se repartirá entre los involucrados en el equipo del proyecto en una proporción acordada previamente en el contrato. Asimismo, los seguros adquiridos son a nombre del

proyecto; entonces, al surgir algún problema en el proyecto, una parte no tendrá que demandar a la otra para activar la cobertura. Los seguros, bajo este enfoque, protegen la inversión de todos los miembros y evitan disputas sobre quién es el culpable y quién debe cubrir los gastos (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010).

Los contratos de tipo relacional desarrollados hasta el momento son los siguientes (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010):

- Integrated Form of Agreement for Lean Project Delivery (IFoA) (USA)
- AIA C191 – 2009 Standard Form Multi-Party Agreement for IPD (USA)
- ConsensusDOCS300 (USA)
- PPC2000 y PPC2000 International (UK)
- Alliancing Agreement (Australia) - no hay un estándar establecido, se encuentra en desarrollo

Para la implementación del TVD no es indispensable optar por uno de estos contratos. Lo que sí es estrictamente necesario es lograr que los objetivos de las empresas miembros del equipo de proyecto estén alineadas a los objetivos del proyecto y contribuyan a su correcta realización. Para lograr ese alineamiento de objetivos Kaushik, et al. (2014) proponen como requisito para el TVD contar con un mecanismo de ganancias y pérdidas compartidas.

Existen casos en los que se ha implementado el TVD con contratos transaccionales. Sin embargo, los términos contractuales óptimos para la implementación del Target Value Design son los contratos relacionales (Zimina et al., 2012).

En realidades como la peruana, en las cuales aún no se han implementado contratos relacionales, puede resultar beneficioso para alinear los objetivos e intentar aplicar el TVD, contar con involucrados que cumplan varias funciones dentro del proyecto. Por ejemplo, empresas inmobiliarias que a la vez son contratistas generales y empresas que diseñan especialidades y construyen las mismas. De este modo, los objetivos de los principales involucrados serán más fácilmente alineados y será más sencillo incluir constructores desde etapas iniciales del proyecto.

#### **CAPITULO 4. EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL TVD: EL SUTTER MEDICAL CENTER AT CASTRO VALLEY**

El Target Value Design, desde su primera aplicación en el año 2005, ha sido implementado en diversos proyectos de construcción. En la presente tesis, luego de haber definido el TVD se presenta el resumen de un ejemplo detallado de aplicación exitosa esta herramienta a un proyecto hospitalario, como fue reportado por el Project Production Systems Laboratory de la University of California (2013) en colaboración con DPR Constructions, contratista general del proyecto.

La investigación realizada por el Project Production System Laboratory (2013) se basa en entrevistas al cliente, a miembros del equipo de diseño y a contratistas. Así como en la revisión de documentos contractuales, reportes de estudios de factibilidad, cronogramas, reportes de cronograma, mapeos de proceso, hojas de reporte A3, entre otros.

Se analizó la aplicación de TVD en los proyectos de acuerdo a la Tabla 3, que corresponde al marco de análisis. En ella, el benchmark de las prácticas del TVD fue extraído del benchmark realizado por Ballard en el año 2011. La matriz representa las áreas investigadas para capturar el estado actual de implementación del TVD en el proyecto analizado. La sección “Organizar” se refiere a los términos comerciales, la integración del equipo y todo lo que se debe realizar para permitir la implementación del TVD. Luego, lo que el equipo necesita hacer para definir los objetivos es englobado en la categoría “Definir”. Finalmente, en “Dirigir” se encuentran los medios por los cuales el equipo TVD dirige el diseño hacia los objetivos.

Tabla 3. Matriz del marco de análisis. (Project Production Systems Laboratory, 2013)

		Conceptos clave	Benchmark de las practicas del TVD
Organizar (preparar mecanismos para ...)	<b>Términos comerciales y alineamiento de intereses</b>	·Acuerdos contractuales ·Incentivos, responsabilidades	·Algunas formas de contratos relacionales son usados para alinear los intereses de los miembros del equipo del proyecto con los objetivos del proyecto
	<b>Equipos integrados</b>	·Involucración a tiempo de los miembros del equipo ·Participación del cliente ·Co - locación	·El estudio de factibilidad incluye a todos los involucrados clave (diseñadores, constructores e involucrados del cliente) del equipo que llevará a cabo el proyecto si el estudio resulta factible. ·El cliente es un miembro activo u permanente del equipo del proyecto. ·La co - locación es muy recomendable, al menos cuando los equipos de trabajo están recién formados. La co - locación no tiene que ser permanente, pueden darse reuniones de equipo semanales o más frecuentes.
	<b>Gobierno interno</b>	·Core Group ·La alta dirección	
	<b>Responsabilidad conjunta, transparencia</b>	·Espíritu de equipo ·Construir confianza ·Mente abierta	·Una regla cardinal es acordada por los miembros del equipo de proyecto: el costo y cronograma no pueden ser excedidos y solo el cliente puede cambiar el alcance, costo o cronograma.
	<b>Interfaz funcional</b>	·Entrenar ·Entendimiento compartido ·Estructura de trabajo	
Definir (fines y restricciones)	<b>Caso de negocio</b>	·Acceder al caso de negocio del cliente ·Costo de todo el tiempo de vida	·Con la ayuda de los principales contratistas, el cliente desarrolla y evalúa el caso de negocio del proyecto y decide si financiar un estudio de factibilidad, en parte basado en la diferencia entre el costo permisible y el costo de mercado. ·El caso de negocio está basado en una predicción de los beneficios y costos de la edificación en su ciclo de vida, de preferencia resultados de un modelo operacional e incluye el costo permisible.
	<b>Valores de los involucrados</b>	·Definir y medir el valor ·Relacionar el valor directamente a los componentes del diseño ·Cambios en el alcance	·Todos los miembros del equipo entienden el caso de negocio y los valores de los involucrados.
	<b>Validación del plan</b>	·Proceso de estudio de validación ·Nivel de detalles	·La factibilidad es evaluada alineando fines (que se desea), medios (diseño conceptual) y restricciones (costo, tiempo, locación, etc.). El proyecto es financiado solo si se logra el alineamiento, o si se cree que se va a lograr en el transcurso del proyecto.
	<b>Establecer objetivos</b>	·¿Cómo son los objetivos definidos? ·Vínculo con el caso de negocio	·Los objetivos se establecen como metas ambiciosas para impulsar la innovación.
Dirigir (medios)	<b>Equipos multifuncionales</b>	·Clusters ·Colaboración	·El alcance y costo objetivos del proyecto son asignados a equipos TVD multifuncionales, típicamente de acuerdo al sistema de instalación. Por ejemplo, estructura, mecánico, eléctrico, exteriores, interiores, etc.
	<b>Planificación del diseño</b>	·Entregables a OSHPD (entidad reguladora) ·Jalar el cronograma ·Last Planner System	·El Last Planner System es usado para coordinar las acciones de los miembros del equipo.
	<b>Modelamiento del costo</b>	·BIM ·Estimación del costo ·Reportes de presupuesto	·El estudio de factibilidad produce un presupuesto y cronograma detallados alineados con los requisitos de alcance y calidad. ·La estimación de los costos y el presupuesto se realiza de forma continua a través de la colaboración estrecha entre los miembros del equipo. ·Los equipos TVD actualizan sus estimaciones de costos y el alcance con frecuencia. En ejemplos de proyectos hospitalarios durante la etapa de diseño se actualizaban las estimaciones casi cada tres semanas.
	<b>Análisis de alternativas</b>	·Set-based Design ·Ingeniería de Valor ·PMI y Riesgos y Oportunidades ·A3, metodología de selección.	·Las implicancias de costo, cronograma y calidad de las alternativas de diseño son discutidas por los miembros del equipo (y los involucrados externos si es apropiado) antes de las mayores inversiones del tiempo de diseño.

#### 4.1 Descripción del proyecto

El proyecto del análisis realizado por el Project Production Systems Laboratory presentado en esta tesis es el Sutter Medical Center at Castro Valley (SMCCV), que en adelante llamaremos “el Hospital”, el cual fue un proyecto de US\$ 320 millones y 21,550 m<sup>2</sup> de área techada que se construyó en California. Fue hecho para remplazar al Eden Medical Center in Castro Valley, que debido a cambios en la normativa sísmica debía ser demolido.

El alcance del proyecto incluyó la construcción del nuevo hospital sin interrumpir el funcionamiento del anterior, la mejora de los alrededores, construcción de nuevos estacionamientos y, finalmente, demolición del antiguo hospital.

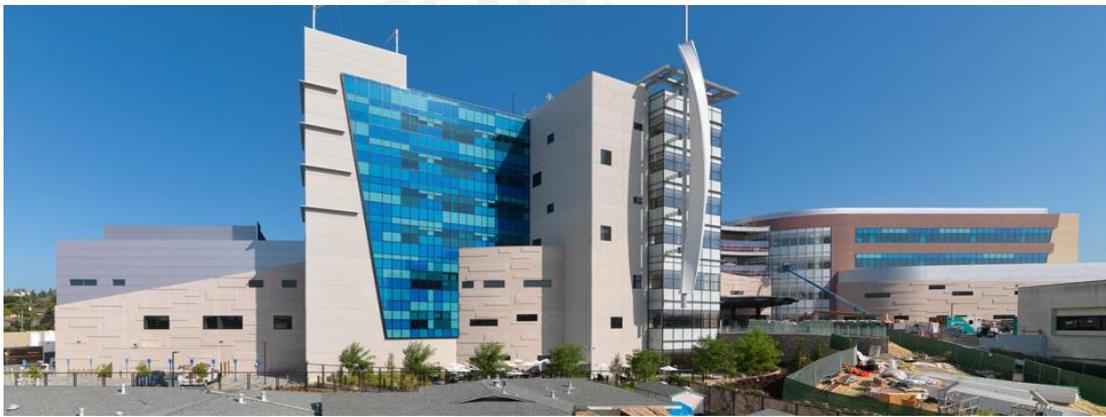


Figura 14. Sutter Medical Center at Castro Valley (DPR Construction, 2014)

A inicios del año 2007 se formó un grupo de consultores de diseño y principales contratistas que luego pasarían a ser partes del contrato relacional Integrated Form of Agreements (IFOA) del proyecto y que en adelante llamaremos “Contrato Integrado”. Este equipo estuvo conformado por:

- El cliente – Sutter Health
- El estudio de arquitectos – Devenney Group
- El contratista general – DPR Construction
- El diseñador de instalaciones mecánicas – Capital Engineering
- El diseñador de instalaciones eléctricas – The Engineering Enterprise
- El diseñador estructural – TMAD-Taylor & Gaines
- El asistente de diseño y contratista de HVAC – Superior Air Handling
- El asistente de diseño y contratista de instalaciones sanitarias – J.W. McClenahan

- El asistente de diseño y contratista de instalaciones eléctricas – Morrow Meadows
- El asistente de diseño y contratista de protección contra incendios – Transbay Fire
- El integrador del proyecto Lean/BIM – GHAFARI Associates

Para la elección de los miembros del equipo IFOA se tuvo en cuenta principalmente el nivel de calificación, experiencias pasadas, familiaridad con la tecnología BIM y el interés por el uso del IPD (Integrated Project Delivery), que en adelante llamaremos “Entrega de Proyectos Integrados”

Para el proyecto en mención se utilizó un contrato IFOA, contrato relacional desarrollado en 2005 por Will Lichtig, descrito anteriormente en la presente tesis. Al inicio de la etapa de diseño, las partes firmaron un contrato IFOA preliminar, que después fue sustituido por el IFOA definitivo en agosto de 2009, incluyendo el Estimated Maximum Price (EMP), que en adelante llamaremos Precio Máximo Estimado. La línea de tiempo del proyecto, que incluye los hitos de la firma de los contratos se muestra en la Figura 15.

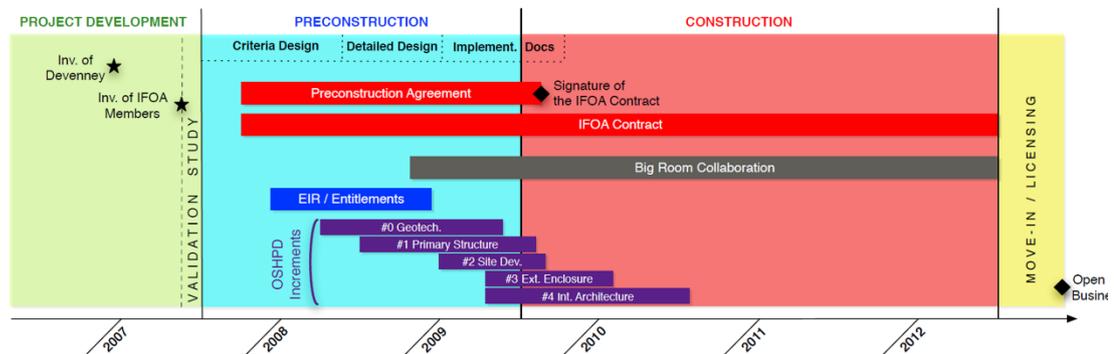


Figura 15. Línea del tiempo del proyecto SMCCV (Project Production Systems Laboratory, 2013)

## 4.2 Implementación del TVD

La Figura 16 muestra un esquema de la implementación del TVD seguida en este proyecto. La implementación del TVD será analizada sobre la matriz del marco de análisis presentado en la Tabla 3.

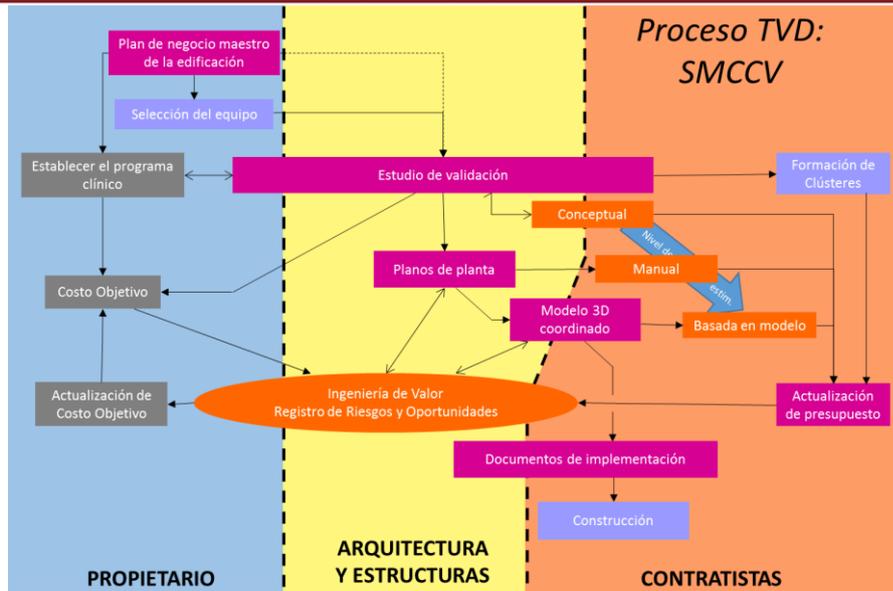


Figura 16. Implementación del TVD en SMCCV (Project Production Systems Laboratory, 2013)

**ORGANIZAR**

**Términos comerciales y alineamiento de intereses**

Respecto a los términos comerciales ya se ha mencionado que se empleó un contrato IFOA. Como en muchos proyectos con Entrega de Proyectos Integrados, las partes acordaron un mecanismo de ganancias y pérdidas compartidas mediante el contrato, como se observa en la Figura 17.

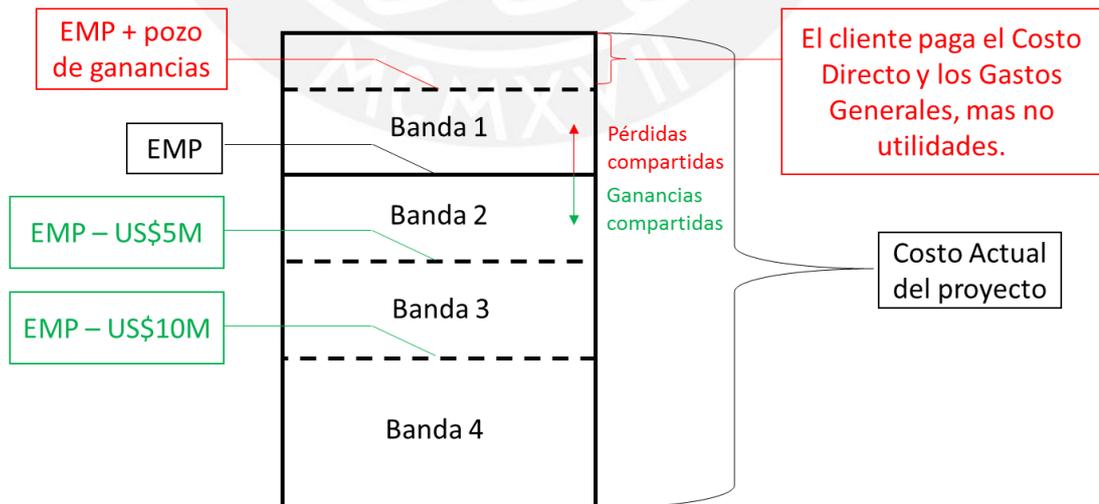


Figura 17. Repartición de ganancias/pérdidas SMCCV (Project Production Systems Laboratory, 2013)

- Si el costo final del proyecto es mayor al Precio Máximo Estimado más las ganancias, entonces el cliente paga el costo directo del proyecto y los gastos generales, mas no existen utilidades para las partes del contrato.
- Si el costo final del proyecto está dentro de la banda 1, el pozo de ganancias, que serán luego repartida entre las partes del contrato IFOA, será el pozo de ganancias inicial, más el 50% del fondo de contingencia no gastado, menos el 50% del sobrecosto del proyecto.
- Si el costo final está dentro de la banda 2, el pozo de ganancias será el 50% de la diferencia entre el Precio Máximo Estimado y el costo final.
- Si el costo final está dentro de la banda 3, el pozo de ganancias será US\$2.5M (el 50% de la banda 2) más el 75% de la diferencia entre el (Precio Máximo Estimado – US\$5M) y el costo real del proyecto.
- Si el costo final está dentro de la banda 4, el pozo de ganancias será US\$2.5M más US\$3.75M (el 50% de la banda 1 más el 75% de la banda 2).

Compartiendo los sobrecostos y ahorros, los intereses comerciales del equipo estuvieron mejor alineados y los miembros más grandes del equipo tuvieron razones comerciales para apoyarse mutuamente en la optimización del proyecto y gestionar los riesgos de manera colectiva.

Este entorno contractual es particularmente adecuado para alinear los intereses de las partes del IFOA en el contexto del TVD. Sin embargo, solo los diseñadores y contratistas más grandes firmaron el contrato y hubo muchos subcontratistas que no fueron parte del IFOA. En este caso, los subcontratistas, al no tener motivaciones contractuales, tuvieron dificultades para adaptarse a la mecánica del proyecto.

### **Equipos integrados**

La formación de equipos integrados es una característica clave en los proyectos con Entrega de Proyectos Integrados y es un prerrequisito esencial para aplicar el TVD. En este proyecto, el contratista general y los principales contratistas estuvieron involucrados con el cliente y los diseñadores desde etapas iniciales del diseño. Esto ayudó a que los contratistas tengan un alto nivel de entendimiento del proyecto y les permitió aportar en lo referente a costo, constructabilidad, cronograma y valor.

En el presente proyecto Sutter Health, el cliente, tuvo una participación activa y veló por que los equipos se mantengan integrados.

La integración se fomentó con la Co-locación física de las partes del IFOA, para recibir consultas y resolver problemas rápidamente. Los miembros del IFOA

destinaron personal a tiempo completo para el proyecto, que tradicionalmente trabajaban en tres o cuatro proyectos a la vez. El “Big Room” comenzó en diciembre de 2008 y definitivamente colaboró con la integración del equipo. Algunos diseñadores y contratistas del equipo no eran locales y trabajaban desde sus oficinas; sin embargo, iban al proyecto semanalmente y cuando se les solicitaba.

Cada dos semanas se daban reuniones Big Room que colaboraban con la integración, ya que todos los miembros se enteraban de lo que sucedía en el proyecto y contribuían. Sin embargo, el afán de reunir a todos hacía que las reuniones no sean muy prolíficas, sobre todo cuando se tocaban temas que solo afectaban a algunos miembros del equipo. Además, estas reuniones representaban una gran inversión de tiempo y costo de viaje de los representantes que no estaban en la ciudad. Al parecer pudieron haber sido remplazados por reuniones en grupos más pequeños o teleconferencias.

### **Gobierno integrado**

Un equipo integrado también se beneficia de un gobierno integrado, este rol es asumido por el Core Group. El contrato estipula que “el Core Group es responsable de la coordinación y el gobierno general de la administración y gestión del proyecto, de acuerdo a los principios del Lean Project Delivery. El Core Group incluye un a un representante del cliente, un representante de los afiliados (los usuarios), un representante del estudio de arquitectos, un representante del contratista general un representante de los consultores de diseño del equipo IFOA y un representante de los contratistas del equipo IFOA” (Sutter Health, 2007).

Las reuniones del Core Group, al igual que las de Big Room, se llevaron a cabo cada dos semanas. En esas reuniones el Core Group revisaba el progreso del proyecto, discutía la evolución del presupuesto, los riesgos y oportunidades y ordenes de cambio pendientes. El Core Group se esforzaba por tomar decisiones por consenso, pero si las decisiones se atascaban, Sutter Health tenía la última palabra.

### **Responsabilidad conjunta, transparencia**

En la mayoría de los proyectos el arquitecto y el contratista general son los dos más grandes involucrados y todo el resto de los involucrados trabaja para ellos. Sin embargo, el IFOA, asigna responsabilidad a todos los Clúster sin establecer diferencia de importancia entre un Clúster u otro.

Los diseñadores y contratistas no suelen, al menos no en Estados Unidos, revelar sus costos y la ganancia que están obteniendo. En el transcurso del proyecto el cronograma y el presupuesto se volvieron muy transparentes, lo que permitió que cualquier miembro del equipo pueda cuestionarlos y reducir costos o generar valor agregado.

### **Interfaz funcional**

Para cada observación de la OSHPD (entidad supervisora del estado) el proceso de trabajo fue el siguiente:

- Ajuste del diseño por parte de los diseñadores con apoyo del contratista correspondiente.
- Dibujar en el modelo 3D y comunicar cambios a las demás partes.
- Detección de incompatibilidades y coordinación.
- Extracción de planos 2D y envío de correcciones a la OSHPD.

Durante el proyecto, los miembros del equipo tuvieron muchas discusiones para tratar de establecer una estructura de trabajo y desarrollar un entendimiento común. Los diseñadores tuvieron que entender que es lo que era importante para los contratistas y como un pequeño cambio en el diseño ocasionaba grandes cambios en la construcción. Por otro lado, los contratistas tuvieron que entender que algunas de las decisiones tomadas por los arquitectos se basaban en lo requerido por la nueva normativa de la OSHPD y eran inamovibles. Tuvieron que haber muchas conversaciones y reuniones para llegar a diseños que satisfagan los objetivos de todos los involucrados del equipo IFOA. Sin embargo, a largo plazo, estas discusiones fueron las que hicieron al proyecto exitoso.

### **DEFINIR (Fines y Restricciones)**

#### **Caso de negocio**

En este caso, el proyecto no fue generado por una oportunidad de negocio, sino que se realizó debido a los nuevos requerimientos de las regulaciones sísmicas para hospitales. El área de desarrollo estratégico del negocio de Sutter Health elaboró un Plan Maestro de Negocio para las instalaciones que detallaba el programa clínico, el cual era casi una réplica del plan de la edificación existente. La información de cómo se definió el plan de negocio ni cómo se obtuvo el monto del costo permisible establecido no se compartió con el equipo IFOA. Esto fue desfavorable para la aplicación del TVD, por la falta de transparencia.

## Valores de los involucrados

A inicios del 2006, con el fin de escoger el equipo del proyecto, Sutter Health invitó a distintas empresas a participar en un proceso de co-opetición, un término usado para definir una competición cooperativa. Los tres equipos diseñadores-construtores que participaron competían por el mejor diseño de un hospital ficticio, pero al mismo tiempo compartían sus ideas y aprendizajes con los demás equipos para enriquecer el diseño (Wagner, 2008). El objetivo final del cliente era tomar lo mejor de cada uno de los diseños para obtener el diseño final.

El cliente tenía el programa clínico muy claro desde el principio, el cronograma era ajustado y el presupuesto estaba establecido. Sutter Health tenía claro lo que consideraba valor para este proyecto: “realizar este programa clínico por esta cantidad de dinero en su totalidad en este plazo” (Digby Christian, Sutter Health). En términos de opciones de diseño y sistemas mecánicos, eléctricos, sanitarios o estructurales, el cliente no tuvo requerimientos específicos con los diseñadores y lo dejó a su criterio.

El único cambio mayor, realizado en la etapa inicial del diseño, fue el traslado del Departamento de Emergencias a otro edificio. Todos los miembros del equipo intentaron añadirlo al programa clínico en el edificio, pero no fue posible. Sutter Health autorizó el cambio y con él el área construida cambió de 19880m<sup>2</sup> a 21460m<sup>2</sup> y el costo del proyecto se vio incrementado de US\$300,000,000 a US\$320,000,000.

Luego de la validación, los usuarios de las instalaciones fueron consultados. El estudio de arquitectos se contactó con los usuarios de los servicios clínicos, mientras que los diseñadores de especialidades se entrevistaron con los operadores de la edificación (médicos, enfermeros y técnicos). El cliente se puso en contacto con los otros involucrados como la OSHPA, los gobiernos local y nacional, etc. con ayuda del estudio de arquitectos.

## Validación del plan

En junio de 2007, el cliente convocó a DPR, contratista general, y a los diseñadores para validar su programa, el número de camas, el presupuesto y el cronograma. Ellos armaron el equipo, tuvieron una reunión de inicio e iniciaron el estudio de validación.

Davenney, el estudio de arquitectos, se encargó de un estudio volumétrico, en el cual se plantearon varias opciones de volumetrías para la edificación y se escogió una.

DPR fue el responsable de las estimaciones de todo el proyecto con ayuda de los demás contratistas asistentes de diseño.

Paralelamente, el diseñador estructural validó la estructura principal de los modelos planteados por el arquitecto. Los diseñadores de especialidades aportaron conceptos para el dimensionamiento de los distintos espacios del edificio de acuerdo a las instalaciones presentes.

El producto del estudio de validación, luego de seis semanas, estuvo compuesto por estudios de volumetría, bases para el diseño, bases para el estimado, un presupuesto y un cronograma de hitos.

Para los trabajos del plan de validación se firmó un contrato de corta duración, predecesor al contrato de preconstrucción que ya se ha mencionado. En septiembre de 2007, Sutter Health decidió financiar el proyecto. Sin embargo, el contrato IFOA no había sido presentado a las partes hasta ese momento, por lo que se perdió mucho tiempo en familiarizar a los miembros del equipo de proyecto con los términos contractuales antes de iniciar el diseño.

### **Establecer objetivos**

Durante la validación, el equipo acordó un presupuesto de US\$300M. Antes de marzo de 2008, el equipo estaba ocupado entendiendo los términos contractuales y revisando los errores del estudio de validación, por lo que no se comenzaba con el diseño. En marzo de 2008, Sutter Health fijó el costo objetivo de todo el proyecto en US\$320M, nuevamente sin comunicar al equipo las razones por las que llegaba a ese monto.

En ese momento el costo esperado era de US\$360M, entonces, desde ese momento el equipo empezó a trabajar en reducir el costo del proyecto ajustando el alcance de las especialidades y la calidad esperada. En el transcurso del diseño, el incentivo era hacer que el costo esperado se reduzca hasta llegar al costo objetivo, para llegar a un acuerdo y firmar el Precio Máximo Estimado. Una vez establecido el Precio Máximo Estimado el equipo era incentivado a controlar y reducir los costos para maximizar el pozo de ganancias.

## DIRIGIR (Medios)

### Equipos multifuncionales

El equipo de trabajo fue organizado en equipos multifuncionales (Clústeres) de diseñadores y constructores para la mayor parte de sistemas. Los Clústeres le dieron una estructura al proceso de colaboración ya que los equipos eran siempre llamados a Reuniones Clúster para procesos de presupuesto o coordinación.

Los Clústeres son particularmente importantes para la aplicación del TVD, ya que la presupuestación y los trabajos de ingeniería de valor son organizados por Clústeres. Durante la preconstrucción, el presupuesto fue dividido en los siguientes Clústeres:

- PRE (Preconstruction) – Preconstrucción
- CA (Construction Administration) – Administración de la construcción
- INT (Interiors) – Interiores
- STR (Structural) - Estructural
- MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing and Fire Protection) – Mecánica, eléctrica, sanitaria y protección contrafuego
- ENV (Envelope) - Fachada
- CIV (Civil) - Civil
- COM (Communications) - Comunicaciones
- FFE (Furniture, Furnishings & Equipment) - Mobiliario y equipos
- OWN (Owner) – Propietario

Luego de un par de meses, surgieron problemas con el Clúster MEP debido a que la gran cantidad de especialistas y especialidades juntas dificultaban las conversaciones en el clúster y hacían que no estuviera claro de donde provenían los ahorros planteados por ese clúster.

Al estar el Target Cost por debajo del Costo esperado, los costos objetivo también se separaron inicialmente por clústeres y se propuso que cada clúster realice innovaciones y ahorros para llegar a su Target Cost. Esta decisión resultó problemática ya que no todas las disciplinas tenían el mismo potencial de reducción de costos. Sin embargo, al clúster que llegaba a su costo objetivo, se le asignaba otro Target Cost. Se debió tomar en cuenta que a pesar de trabajar en grupos separados, el objetivo del TVD es optimizar el proyecto como un todo y no como partes separadas.

DPR estuvo muy involucrado en este proceso, recordando siempre a los clústeres que para que una reducción de costo sea efectiva, debía analizarse su impacto en el costo de construcción y operación también. Adicionalmente, los “Cluster Leaders” se reunieron regularmente con el fin de evaluar los cambios generados por las prácticas TVD incluyendo los cambios en alcance y costos planteados, así como la implicancia de estos cambios en el resto de sistemas, en alcance y costos.

### **Planificación del diseño**

La integración del equipo influyó el cronograma de diseño. Permitted que se reduzcan las observaciones del OSHPD, que hicieran retroceder al diseño debido a la constructabilidad añadida por el involucramiento de los contratistas desde etapas iniciales.

Para las fechas de entrega de levantamiento de observaciones al OSPD se realizó un cronograma en Primavera. Para la planificación del trabajo en la etapa previa a la construcción se utilizó un programa llamado SPS. Este programa contribuyó a la implementación del Last Planner System en el diseño gracias a las siguientes características (SPS, 2011):

- Permite cargar tareas de los cronogramas maestro, de fase y de Lookahead
- Facilita el análisis de restricciones de la actividades
- Automatiza la creación y actualización del estado de los planes de producción
- Genera PPC y reportes de no cumplimiento de actividades.

Ghafari Associate, consultor del proceso, gestionó el sistema SPS en el proyecto, facilitando el planeamiento y la secuencia de actividades y haciendo el seguimiento a las razones de no cumplimiento. Adicionalmente, este consultor reunió a los miembros del equipo para realizar un mapeo de los procesos de diseño, que contribuyó a la estructuración del trabajo.

### **Modelamiento del costo**

Uno de los conceptos claves del TVD es que el equipo debe diseñar enfocado en los objetivos y valores del cliente. Dentro de otras cosas, requiere de una evaluación del costo del diseño rápida. En particular, en este proyecto el cliente solicitó que los estimados de costos sean frecuentes, confiables y transparentes.

Sutter Health y el consultor Ghafari impusieron un ciclo de actualizaciones de presupuesto de dos semanas, pero sin exigir el método de estimación de costos ni

detección de incompatibilidades. El software usado y el proceso de estimación de costos se muestran en la Tabla 4 y la Figura 18 respectivamente.

Tabla 4. Software usado para estimaciones y detección de incompatibilidades en SMCCV (Project Production Systems Laboratory, 2013)

Trade	3D modeling tool	Model based cost estimating tool	Traditional cost estimating tool	Clash detection tool
<b>Architectural</b>	Revit	Innovaya/Timberline	-	Navisworks
<b>Structural</b>	Revit/Tekla	Innovaya/Timberline	-	Navisworks
<b>Exteriors</b>	Tekla	-	-	-
<b>Interiors</b>	-	-	On-Screen Takeoff	-
<b>Mechanical</b>	CAD-Duct	-	Quickpen	Navisworks
<b>Electrical</b>	AutoCAD MEP	-	Excel	Navisworks
<b>Plumbing</b>	CAD-Pipe	-	Quickpen	Navisworks

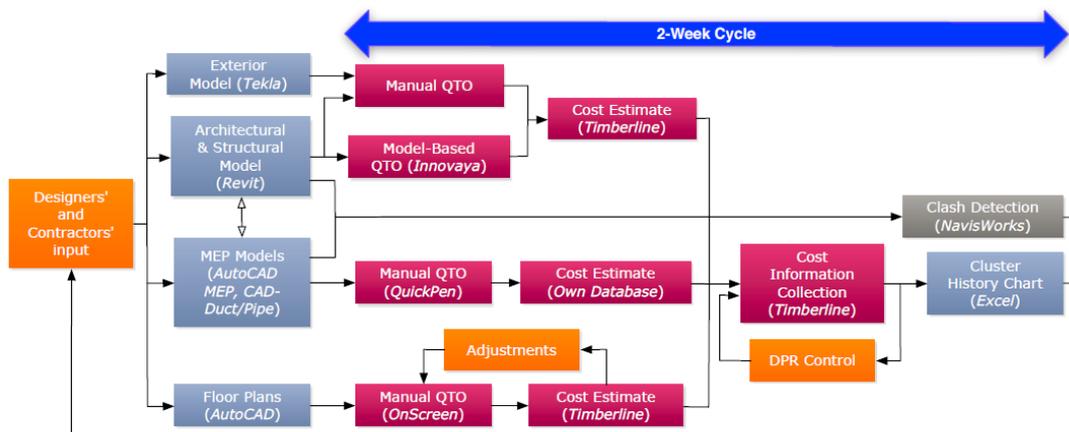


Figura 18. Proceso de estimaciones de costos en SMCCV (Project Production Systems Laboratory, 2013)

Los reportes de presupuesto fueron realizados cada dos semanas y compartidos en las reuniones Big Room. El reporte debía ser de una página y contener la siguiente información:

- Indicadores de presupuesto más importantes (Precio Máximo Estimado, Costo estimado actual, costo proyectado de los riesgos, etc.)
- Tabla de evolución de los costos, contingencia interna y pozo de ganancias
- Riesgos potenciales

- Target Cost por clúster

Estos reportes son útiles para informar al equipo rápidamente del estado actual y futuro del proyecto en cuanto a presupuesto.

### Análisis de alternativas

Gracias a la colaboración intensa entre contratistas y diseñadores se evitó demoras en ciclos de diseño – evaluación económica, de constructabilidad - rediseño. En otros proyectos que aplicaron el TVD, el procedimiento consistía en la elaboración de una parte del diseño por parte del diseñador, luego esto era revisado por el contratista, y los aportes de este último eran considerados en un rediseño. Sin embargo, en el diseño del SMCCV la co-locación y la buena colaboración permitieron que el contratista evalúe el diseño realizado en tiempo real, mientras el diseñador lo desarrollaba.

Para hacer más estructurado el proceso de ingeniería de valor, Sutter Health desarrolló un proceso de Registro de Riesgos y Oportunidades, representado en la Figura 19. El registro consistía en una hoja de cálculo de Excel, parte del conjunto de documentos de actualización de presupuesto, que era discutido durante las reuniones del Core Group. Fue usado para hablar respecto a cualquier riesgo u oportunidad de ingeniería de valor identificada por algún miembro del equipo. Si el asunto es considerado importante, será incluido en el registro y se calculará el impacto en el costo (costo, plazo, calidad, etc.), de los cambios generados. Durante la siguiente reunión del Core Group, el equipo evaluará la probabilidad de que el riesgo o la oportunidad se concrete y decidirá si se abandona el tema, se mantiene en el Registro de Riesgos y Oportunidades para continuar con su evaluación o se incorpora al próximo presupuesto como riesgo u oportunidad, como la multiplicación de su magnitud por su probabilidad de ocurrencia. Este registro es compartido con todos los miembros del equipo de trabajo.

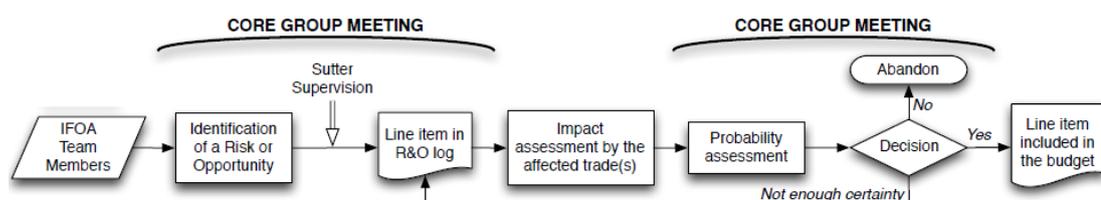


Figura 19. Proceso del Registro de Riesgos y Oportunidades (Project Production Systems Laboratory, 2013)

En cierto modo, el Registro de Riesgos y Oportunidades fue la pieza central del proceso de TVD, como se simboliza en la Figura 16. A pesar de que la ingeniería de valor también estaba ocurriendo de forma implícita a través de discusiones, este proceso fue realmente la parte visible de los esfuerzos TVD. Es importante mencionar que los cambios realizados por el cliente no formaron parte del Registro de riesgos y oportunidades. Este registro es acerca de cómo los miembros del equipo IFOA dirigieron el Costo Estimado inicial hacia el Target Cost. Adicionalmente, el equipo del proyecto usó el registro A3 para documentar los cambios ordenados por el cliente.

### 4.3 Resultados del proyecto

La métrica más importante para observar el éxito de la implementación del TVD es la evolución de la brecha entre el costo estimado y el Target Cost. El proceso del TVD en realidad termina con el fin de la construcción del proyecto, cuando ya fue construido en base a los objetivos planteados. Sin embargo, los datos que se tienen del proyecto, recopilados por el Project Production Systems Laboratory (2013), mostrados en la Figura 20, son solo hasta abril de 2011, cuando el proyecto aún se encontraba en la etapa de construcción.

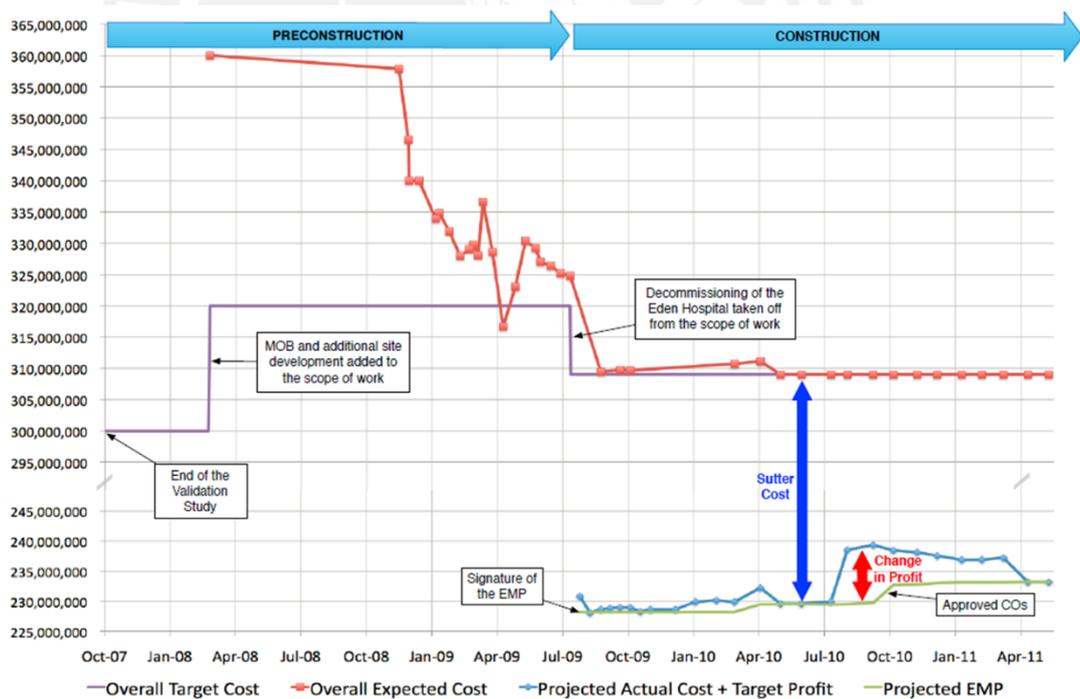


Figura 20. Evolución del presupuesto en MCCV (Project Production Systems Laboratory, 2013)

En la Figura 20, la línea morada representa el costo total objetivo del proyecto, es decir, todo el presupuesto objetivo que el cliente espera invertir. La línea roja en el gráfico muestra el costo total estimado de proyecto, que es calculado según el nivel de detalle que se tenga del diseño con ratios conforme va avanzando el proyecto. La evolución de estas líneas es lo que realmente le interesa al cliente, ya que representan lo que le va a costar el proyecto en su totalidad. La reducción de la brecha entre ambas que se observa durante la etapa de preconstrucción es justamente la generada por la aplicación del TVD y la ingeniería de valor durante las etapas de definición del proyecto y diseño.

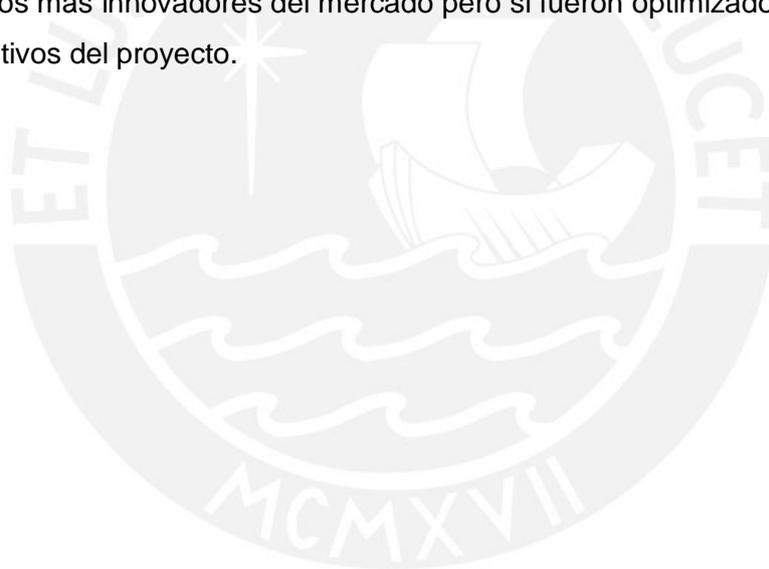
Establecer una métrica de reducción de costos es difícil y el resultado debe ser tomado de manera cautelosa ya que es fácil manipular los números para dar un mensaje en particular. Las consideraciones en el cálculo de los costos no tienen un estándar y deben ser especificadas al presentar un resultado. Por ejemplo, si el costo del cliente se incluye en el costo total del proyecto o no, qué estimado inicial se está usando y cómo se considerarán los cambios de alcance, son consideraciones que llevan a distintos resultados. Tomando como punto de referencia el inicio de la preconstrucción, en donde el costo esperado era US\$40M mayor al Target Cost, el proyecto presentó una reducción de costos de 11% aproximadamente.

Los principales factores que influyeron para lograr la reducción de costos mencionada según la investigación realizada fueron los siguientes:

- La situación económica: unos años antes del inicio del proyecto, la economía de Estados Unidos tuvo una fuerte caída y los materiales y servicios de los subcontratistas se obtuvieron por un precio menor al esperado.
- Precios inflados en los estimados: los primeros estimados estuvieron basados en proyectos similares que no necesariamente tenían el mismo nivel de transparencia en sus costos.
- Más aportes respecto a costos de los contratistas: Gracias a la integración del equipo de trabajo, los diseñadores desarrollaron alternativas de diseño con estimaciones en tiempo real conociendo cuál será más barata de ejecutar.
- Ideas innovadoras: Un gran número de ideas de Ingeniería de Valor fueron propuestas por el equipo mediante el proceso del Registro de Riesgos y Oportunidades.

- Sinergias: Tener equipos integrados y estimados transparentes permite encontrar sinergias que abaraten costos. Por ejemplo, generalmente cada contratista contrata a personal que realice el recubrimiento contra incendios de las instalaciones que realiza, en este proyecto, DPR gestionó y subcontrató el trabajo a un solo subcontratista, permitiendo un ahorro de US\$ 50,000.
- Mayor productividad en la ejecución: El involucramiento temprano de los constructores aporta constructabilidad al diseño. Eso en conjunto con la coordinación y la detección de incompatibilidades BIM hizo que la productividad en campo sea mayor a la esperada y genere ahorros.

Los sistemas usados en este proyecto no fueron realmente innovadores; sin embargo, la manera en la que el equipo diseñó el hospital enfocándose en los objetivos del cliente sí lo fue. La innovación presente fue natural debido a la integración presente en el proyecto. Los diseños no fueron realizados con los productos más innovadores del mercado pero si fueron optimizados orientándolos a los objetivos del proyecto.



## CAPITULO 5. LINEAMIENTOS DE APLICACIÓN DEL TVD

En el capítulo anterior, se describió la exitosa aplicación del TVD en un proyecto IPD; sin embargo, en la actualidad aún no se desarrollan proyectos IPD en el Perú. El presente capítulo busca proponer lineamientos que permitan la aplicación del Target Value Design a proyectos de construcción en el Perú de manera exitosa. Para este fin, es necesario acotar el tipo de proyecto de edificación al que se enfocan los lineamientos.

Este capítulo se concentrará en la aplicación del TVD a proyectos inmobiliarios de vivienda, debido a que este tipo de proyectos es común en el país y no tiene instalaciones complejas como en el caso de oficinas u hospitales. Además, se considerarán dos escenarios frecuentes del mercado peruano que presentan características que hacen más sencilla la aplicación del TVD; uno donde el que dirige el proyecto es una inmobiliaria-constructora y otro en el que la definición, diseño y construcción del proyecto se realizan por medio de una gerencia de proyectos.

### 5.1 En la Definición del Proyecto

La presente sección busca describir dentro del Lean Project Delivery System, la etapa previa al diseño, que se ve significativamente afectada con la aplicación del Target Value Design: la Definición del proyecto. Además, se plantearán lineamientos para el caso específico antes descrito.

#### Definición del Proyecto desde la perspectiva del LPDS

Dentro del Lean Project Delivery System, mostrado en la Figura 1, la primera etapa del proyecto es la Definición del proyecto. Esta etapa está compuesta por tres módulos: Necesidades y Valores (o Propósitos), Restricciones y Conceptos de diseño.

- Los Propósitos son, en forma muy general, las necesidades deseos y expectativas del cliente, descritas en el Capítulo 1, traducidas a criterios de diseño a partir de las cuales se va definir el proyecto.
- Las Restricciones son los fondos disponibles para el proyecto, las condiciones de sitio, el tiempo disponible para realizarlo y las regulaciones (reglamentos y normas existentes) por las que esté afectado.
- Los Conceptos de diseño, son los medios por los que se plantea satisfacer los propósitos. Son las primeras alternativas o ideas de diseño que se materializan en esquemas o partidos arquitectónicos (Orihuela, 2005).

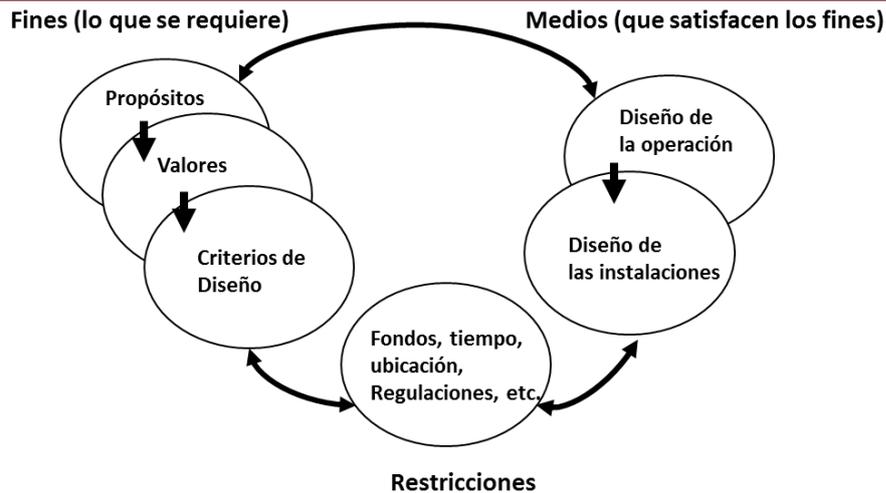


Figura 21. Proceso de Definición del proyecto. (Ballard, 2006)

El proceso de Definición del proyecto es la fase en la que el proyecto permanece hasta que se encuentren alineados los Fines, Medios y Restricciones del proyecto. Durante este proceso, como se puede observar en la Figura 21, existe un desarrollo de los Fines y los Medios, que va a permitir el alineamiento de los tres aspectos y la generación del entregable de la fase, que serían los esquemas o borradores con los Conceptos de diseño.

Los propósitos, es decir, lo que necesita o desea el cliente, deben traducirse a valores o características de calidad del producto final que valore el cliente. Luego, estas características de calidad van a ser transformadas en criterios de diseño que será el input proveniente de los Fines para los Conceptos de diseño. Por ejemplo, el propósito puede ser producir un auditorio, un valor es escuchar el sonido que se produce al frente en toda la sala y el criterio de diseño es la especificación técnica de los decibeles a los que se debe escuchar en el punto más alejado del frente (Ballard, 2006).

Los Medios con los que se va a lograr los Fines deben comenzar por el diseño de la operación, que consiste en los primeros conceptos de diseño de cómo serán usadas las instalaciones en relación a la cantidad de personas presentes, los flujos de personas y consideraciones especiales de cada proyecto. Luego, se podrá diseñar los ambientes, otorgándoles las dimensiones a los ambientes y mayores detalles (Ballard, 2006).

El proceso recomendado para la definición del proyecto planteado por Ballard y Zabelle (2000) es mostrado en la Figura 22.



Figura 22. Proceso de Definición del proyecto propuesto por el LCI. (Ballard y Zabelle, 2000)

### Definición del proyecto aplicando el Target Costing

Desde la perspectiva del Target Costing, pieza clave del TVD descrita en el Capítulo 2, la etapa de Definición del proyecto se divide en dos sub-etapas: la elaboración de plan de negocio y el estudio de validación o estudio de factibilidad del plan de negocio.

El proceso de definición del proyecto propuesto por el LCI se respeta; sin embargo, se le da mucha más importancia a lo que se muestra en la Figura 22 como Conferencia de definición del proyecto. Esta etapa es formalizada como un estudio de factibilidad del plan de negocio antes desarrollado y, en vez de una conferencia, consiste en un conjunto de talleres en los que se involucra a diseñadores y constructores.

#### Elaboración del Plan de Negocio

En la etapa de elaboración del Plan de Negocio, participan el cliente, el arquitecto y la gerencia de proyectos, apoyando al cliente a desarrollar el plan, los diseños preliminares y realizar los estimados de costo, beneficios y flujos de caja correspondientes.

Como se observa en la Figura 23, el punto de partida son los propósitos iniciales. A partir de ellos se debe modelar el uso de la edificación, es decir, si será un proyecto de viviendas o de viviendas y comercio y qué tipo de vivienda se piensa construir en cuanto a número de habitaciones o calidad de acabados. Esto permitirá realizar un estudio de la demanda y de las características necesarias del producto que satisfagan las necesidades del usuario final.

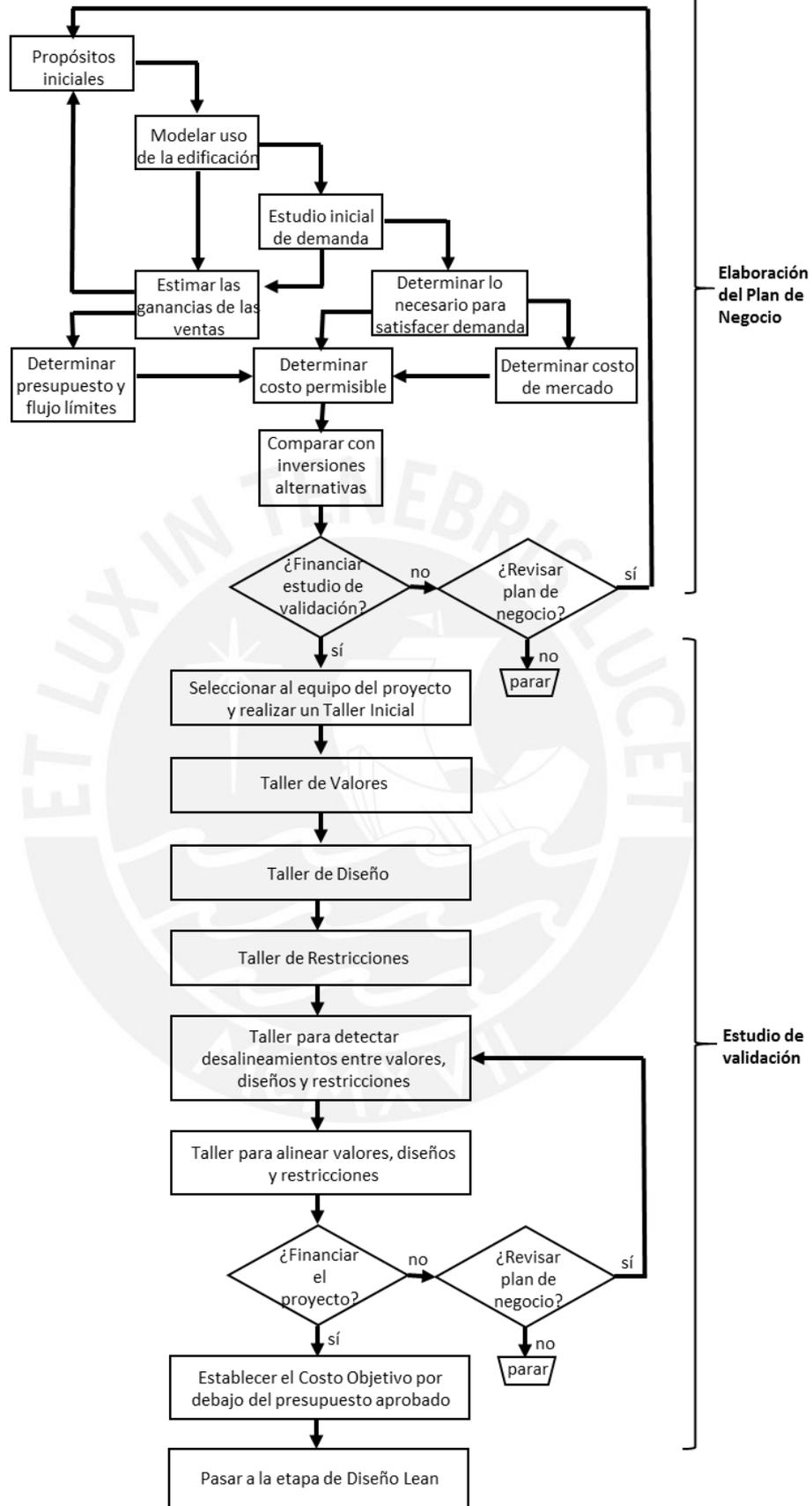


Figura 23. Diagrama del proceso de Definición del proyecto (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010 y Ballard, 2006)

Por un lado, con el uso de la edificación modelado y el estudio de la demanda, se puede estimar los beneficios o ingresos que se obtendrán de las ventas. Con estos beneficios, y conociendo los propósitos iniciales, se puede determinar el presupuesto y flujo de caja límites para cumplir con los requerimientos del inversionista. Por otro lado, con las características que satisfacen al usuario final se puede estimar el costo del mercado de la construcción de la edificación. Luego de conocer el costo límite de la construcción y el costo del mercado, el cliente determina el costo permisible del proyecto, es decir, lo que el cliente puede y está dispuesto a pagar por el proyecto (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010).

Finalmente, el cliente evalúa el proyecto respecto a otras opciones de inversión y, tomando en cuenta la brecha existente entre el costo de mercado de la construcción y el costo que él considera permisible, decide si financiar el Estudio de validación del Plan de Negocio o no. Si decide no financiarlo, puede regresar a los propósitos iniciales o dejar de lado el proyecto (Mossman, Ballard y Pasquire, 2010).

#### Estudio de validación

Una vez que el cliente ha aceptado el Plan de Negocio, se debe comenzar por involucrar al proyecto a los miembros del equipo de proyecto que realizarán el Estudio de validación. De resultar positivo el estudio, serán ellos mismos los que diseñen y ejecuten el proyecto.

Para comenzar el estudio de validación, se realiza un Taller inicial en el que todos los involucrados entienden a grosso modo lo relacionado a los valores, el diseño y las restricciones del proyecto. Además se asignan roles y responsabilidades a cada miembro del equipo y se pactan las fechas de los próximos “talleres” o reuniones (Ballard, 2006).

Posteriormente, se realizan tres talleres en los que se entra en detalle respecto a los temas tocados en el Taller Inicial (Ballard, 2006):

- Taller de Valores: en el que se hace una lista de los propósitos y valores de los interesados y se elabora un ranking con ellos. Además, se obtiene de ellos los criterios de diseño a considerar en el proyecto.
- Taller de Diseño: en él se analizan los Conceptos de Diseño antes elaborados, el modelo del uso de la edificación y su potencial para ser entregado efectiva y eficientemente.

- Taller de Restricciones: en el que se comunican y se analizan el ROI y TIR mínimos o los fondos máximos, las restricciones de tiempo, condiciones de sitio y las regulaciones que afectan al proyecto.

Luego de esos tres talleres que transfieren la información del Plan de Negocio hacia los nuevos miembros del equipo de proyecto, se realizan los dos talleres más importantes del estudio de validación: el Taller para identificar desalineamientos entre valores, diseño y restricciones y el Taller para alinear valores, diseño y restricciones. Estos talleres son realizados por los especialistas y no es necesario que intervenga el cliente, generalmente son de mayor duración que los tres anteriores y en ellos se usan herramientas antes descritas como el VSM y el CBA (Angelo y Rubrich, 2011).

Una vez identificado los desalineamientos se realizan VSM, incluyendo los costos del estimado detallado, en tres niveles: Macro, de Clústeres y Micro. A partir de los Value Stream Maps y la experiencia de los miembros del equipo se identifican posibles ahorros o posibles fallas en el estimado detallado. Luego, se decide cuales aplicar empleando la herramienta de toma de decisiones Choosing by Advantages (CBA) (Angelo y Rubrich, 2011).

Luego de realizadas las reuniones para alinear los aspectos del proyecto, el cliente decide si financiar el proyecto o no. Si la respuesta es positiva por parte del cliente, se establece el Target Cost por debajo del presupuesto aprobado y se pasa a la etapa de Diseño Lean del proyecto. Si no se decide financiar el proyecto se puede continuar con el alineamiento de valores, diseño y restricciones o abandonar el proyecto.

### **Lineamientos de la elaboración del plan de negocio**

Actualmente, en los proyectos inmobiliarios en el Perú, a diferencia de otro tipo de proyectos de construcción, existe una clara diferenciación entre las etapas de definición del proyecto y diseño del proyecto. Sin embargo, la definición del proyecto que se realiza es incompleta desde el punto de vista del TVD. Se desarrolla un plan de negocio con el que se decide si se financia el proyecto y se pasa al diseño o no, pero no se hace un estudio de validación o factibilidad del plan de negocio desarrollado, como se ha presentado en el proceso de definición del proyecto aplicando el TC.

El proceso de definición del proyecto se inicia con la identificación de una oportunidad de negocio ubicando uno o varios terrenos en una zona específica. Con estos terrenos ubicados, los respectivos certificados de parámetros pasan a ser, junto con

las normas de diseño y construcción, parte importante de las restricciones del proyecto.

Asimismo, se realiza una investigación de las necesidades y valores del cliente. En cuanto al inversionista, sea la inmobiliaria o un inversionista externo, las necesidades y valores son en su mayoría indicadores económicos. Quizás el más importante es el Costo de Oportunidad de Capital (COK) o ROI mínimo, que es determinado por él mismo. Además, del estudio de mercado se obtienen datos relevantes que luego servirán para calcular el TIR del proyecto y saber si el proyecto es viable como la demanda insatisfecha, los precios del mercado, la velocidad de venta, entre otros.

Respecto al usuario final, al no tratarse de una persona o familia única, sino de un público objetivo, no se cuenta con una participación directa del usuario final en la determinación de sus necesidades y valores. Estas son identificadas por medio del estudio de mercado o focus group y, aunque no es tan común, es importante reforzar los datos del estudio de mercado con las evaluaciones post ocupación con las que se cuente de proyectos similares.

Con esta información se plantean un concepto de diseño en forma de partidos arquitectónicos y generalmente se escoge uno y se desarrolla hasta un nivel de cabida arquitectónica.

Como adicional al proceso de desarrollo del plan de negocio tradicional descrito y siguiendo un pensamiento alineado al TVD, se recomienda contratar al menos tres estudios de arquitectos para desarrollar distintos partidos arquitectónicos. Orihuela, Orihuela y Ulloa (2011) plantean que la regla 1/10/100 propuesta por Crosby (1979) es perfectamente aplicable a proyectos de construcción. Eso quiere decir que si la definición del proyecto cuesta como 1, el diseño como 10 y la construcción como 100. Eso sustenta que una mayor inversión en la etapa de definición del proyecto (un costo como 1.5 o 2), es aún muy pequeña respecto al costo del proyecto. En vez de perjudicarlo, beneficiaría al proyecto al incrementar las opciones de obtener un proyecto viable.

### **Lineamientos del estudio de validación del plan de negocio**

Actualmente, luego de elaboradas las cabidas arquitectónicas, se realiza un perfil económico del proyecto y un flujo de caja estimados, con los que se hayan los indicadores económicos necesarios y se determina si el proyecto es viable o no. Sin embargo, con el nivel de precisión de los estimados a ese nivel del proyecto,

alrededor de +/-30% (Ballard y Pennanen, 2013), no es correcto aprobar o desestimar la realización de un proyecto sin un estudio de validación.

El estudio de validación, además de verificar si el proyecto es viable, presenta la ventaja de familiarizar con el proyecto a los futuros diseñadores y constructores. La involucración temprana de los stakeholders, como se ha mencionado, es un punto clave en la aplicación del TVD (Kaushik, et. al., 2014). Sin embargo, para la realidad peruana es aún difícil plantear que se involucre a diseñadores y constructores en todos los proyectos de construcción.

El proceso de validación del plan de negocio a realizarse es el mismo que el planteado en la Figura 23, pero es necesario escoger correctamente a los involucrados dentro de las limitaciones de la organización del proyecto. En la Tabla 5 se muestra a los involucrados que se propone para integrar el equipo del estudio de validación para cada tipo de organización de los proyectos inmobiliarios propuestos al inicio de este capítulo.

Tabla 5. Equipo de trabajo propuesto para el estudio de validación del plan de negocio.

INMOBILIARIA - CONSTRUCTORA		GERENCIA DE PROYECTOS + INVERSIONISTA		ESTUDIO DE VALIDACIÓN DEL PLAN DE NEGOCIO
Involucrado	Empresa de la que proviene	Involucrado	Empresa de la que proviene	
Gerente de proyecto (interno)	Inmobiliaria-constructora	Gerente de proyecto	Gerencia de proyectos	
Arquitecto	Estudio de arquitectos	Arquitecto	Estudio de arquitectos	
Encargado del estudio de mercado	Inmobiliaria-constructora	Inversionista	Inversionista	
Ing. Estructural	Estudio de diseño estructural	Encargado del estudio de mercado	Gerencia de proyectos	
Ing. Eléctrico	Estudio de diseño eléctrico	Ing. Estructural	Estudio de diseño estructural	
Ing. Sanitario	Estudio de diseño sanitario	Diseñador, capataz e ing. de costos de ii. ee.	Estudio de diseño - subcontratista eléctrico	
Ingeniero de campo	Inmobiliaria-constructora	Diseñador, capataz e ing. de costos de ii. ss.	Estudio de diseño - subcontratista sanitario	
Ingeniero de costos y programación	Inmobiliaria-constructora	Supervisor de obra	Gerencia de proyectos	

En el caso de una empresa inmobiliaria-constructora, el gerente de proyecto, el arquitecto y el encargado del estudio de mercado son parte del equipo que ha desarrollado el plan de negocio. Su labor inicial en esta etapa es transferir el plan desarrollado al resto del equipo. Luego, junto con ellos, evaluarán la factibilidad del plan propuesto.

El resto del equipo se divide en dos partes: los especialistas de diseño y los de construcción, costos y programación. El primer grupo está compuesto por los diseñadores que, de resultar positivo el estudio de validación, diseñarán el proyecto. Para ellos es necesario realizar un contrato por el estudio de validación, que luego

pueda ampliarse al contrato por el diseño. Por otro lado, la involucración del segundo grupo es más sencilla, ya que es personal de la empresa inmobiliaria-constructora.

En el caso en el que el proyecto sea financiado por un inversionista externo y sea dirigido por una empresa de gerencia de proyectos, además del gerente de proyecto, el arquitecto y un encargado del estudio de mercado, es necesaria la presencia del inversionista. Al igual que en el caso anterior, este grupo de involucrados transmiten el plan de negocio a los demás. Luego, colaborarán en la validación del plan de negocio, pudiendo prescindir de la presencia del inversionista.

Además, se debe incluir al ingeniero estructural de la misma manera que en el caso de una inmobiliaria-constructora, descrito anteriormente.

Para estos proyectos se debería contratar para el diseño de especialidades a empresas que presten el servicio de diseño y también de construcción por subcontrato de las instalaciones. De ser así, deberían participar de los talleres para la validación del plan de negocio un capataz y un ingeniero de costos de esas empresas.

Finalmente, para aportar en cuanto a constructabilidad, plazos y costos de la estructura, lo adecuado sería que participe del estudio de validación un supervisor de obra de la oficina de gerencia de proyectos. Este deberá tener la experiencia suficiente para aportar al proyecto en esos temas y hacerse cargo de la supervisión del proyecto en etapas posteriores si el estudio de factibilidad resultase positivo. Con este involucrado se espera suplir la ausencia del contratista general, dado que este no será seleccionado hasta etapas posteriores del proyecto.

## **5.2 En el Diseño Lean**

Una vez culminado el estudio de validación, se establece el Target Cost y se procede a la etapa de diseño lean del proyecto. Esta sección describirá el proceso de diseño lean propuesto por el LCI y los lineamientos para aplicar el TVD en cuanto a organización y control de la producción del diseño, el costeo en el TVD y el proceso de diseño tradicional.

### **Diseño Lean dentro del LPDS**

El diseño lean es, dentro del Lean Project Delivery System, la segunda etapa del proyecto. El diseño Lean es la aplicación de los principios lean, que promueven la generación de valor y la eliminación de desperdicios en el proyecto, a la etapa de

diseño (Freire y Alarcón, 2002). Esta, está compuesta, al igual que las demás etapas, por tres módulos: Conceptos de diseño, Diseño del producto y Diseño del proceso.

Conceptos de diseño: Este módulo es compartido por la definición del proyecto y el diseño lean. Ya fue descrito en la definición del proyecto.

Diseño del producto: El diseño del producto consiste en la elaboración de planos, esquemas memorias, entre otros de las distintas especialidades del proyecto. Estos definen “qué se va a construir”.

Diseño del proceso: Si el diseño del producto está enfocado a “qué se va a construir”, el diseño del proceso está orientado al “cómo se va a construir”. El diseño del proceso consiste en diseñar la secuencia de pasos para lograr la construcción de la edificación (Orihuela y Orihuela, 2005)

El proceso de diseño, o la secuencia a seguir para realizar el Lean Design es mucho más complejo que el de la definición del proyecto. Esto se debe que se cuenta con un mayor número de involucrados y los procesos son más complejos. El LCI plantea un proceso general del Diseño Lean mostrado en la Figura 24.



Figura 24. Proceso general de diseño Lean propuesto por el LCI (Ballard y Zabelle, 2000)

El proceso de diseño Lean aplicando el TVD sigue lo propuesto por el LCI. Busca involucrar de forma temprana a los interesados, aplica el Set Based Design, evalúa la constructabilidad del diseño, busca evitar avances aislados, usar el Last Planner para el control de producción y recomienda el uso de tecnologías facilitadoras de diseño. Esto, principalmente a través de tres puntos: organización clúster y control de la producción de diseño, costeo simultáneo al diseño y cambios generales en el proceso de diseño, añadiendo ingeniería de valor. En torno a esos tres puntos, se plantearán lineamientos que faciliten la aplicación del TVD.

**Lineamientos de organización clúster y control de la producción del diseño**

Al igual que en la definición del proyecto, en la etapa de diseño Lean es de suma importancia determinar a los involucrados adecuados para integrar el equipo de diseño. En la Tabla 6 se muestran los equipos de trabajo propuestos para la etapa de diseño.

Tabla 6. Equipo de trabajo propuesto para el Diseño Lean

INMOBILIARIA - CONSTRUCTORA		GERENCIA DE PROYECTOS + INVERSIONISTA		DISEÑO LEAN
Involucrado	Empresa de la que proviene	Involucrado	Empresa de la que proviene	
Gerente de proyecto (interno)	Inmobiliaria-constructora	Gerente de proyecto	Gerencia de proyectos	
Arquitecto	Estudio de arquitectos	Arquitecto	Estudio de arquitectos	
Ing. Estructural	Estudio de diseño estructural	Inversionista	Inversionista	
Ing. Eléctrico	Estudio de diseño eléctrico	Ing. Estructural	Estudio de diseño estructural	
Ing. Sanitario	Estudio de diseño sanitario	Diseñador, capataz e ing. de costos de ii. ee.	Estudio de diseño - subcontratista eléctrico	
Ingeniero de campo (3)	Inmobiliaria-constructora	Diseñador, capataz e ing. de costos de ii. ss.	Estudio de diseño - subcontratista sanitario	
Ingeniero de costos y programación (4)	Inmobiliaria-constructora	Supervisor de obra	Gerencia de proyectos	
		Ingeniero de costos y programación (2)	Externos	

Los equipos de diseño formados son muy similares a los propuestos para el estudio de validación pero se han añadido ingenieros de costo y programación e ingenieros de campo para completar los clústeres de diseño. La organización clúster es una parte fundamental de la aplicación del TVD (Kaushik, et al. ,2014), por ello es necesario definir cómo se pueden componer las clústeres. Las figuras 25 y 26 muestran una propuesta de composición de clústeres para cada uno de los casos planteados alineada a las figuras 11 y 12 y lo mencionado sobre la composición de los clústeres en la sección 3.1.

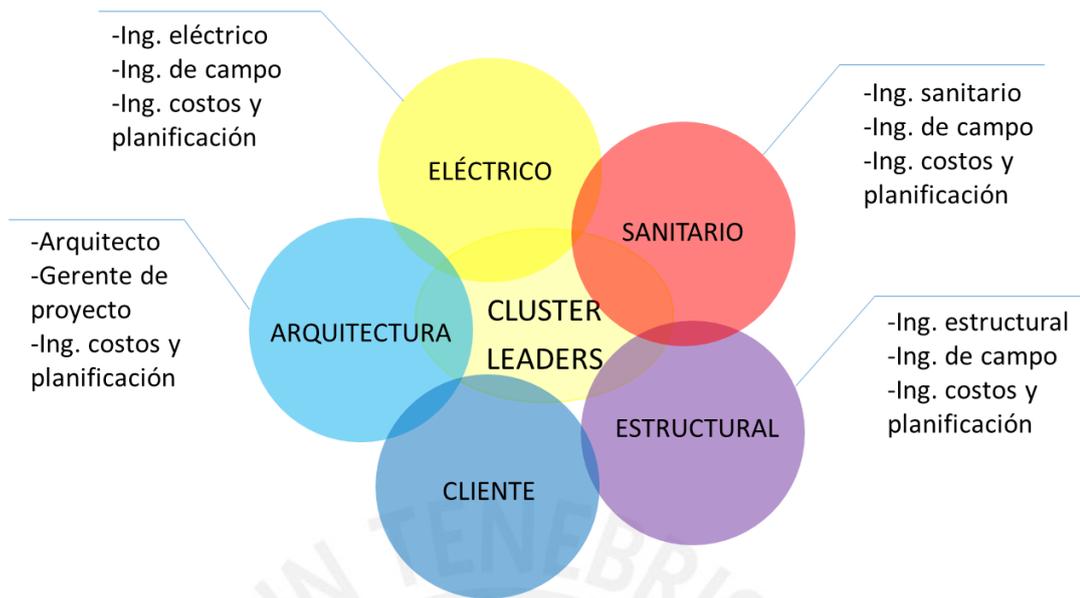


Figura 25. Organización clúster en el caso de Constructora-inmobiliaria

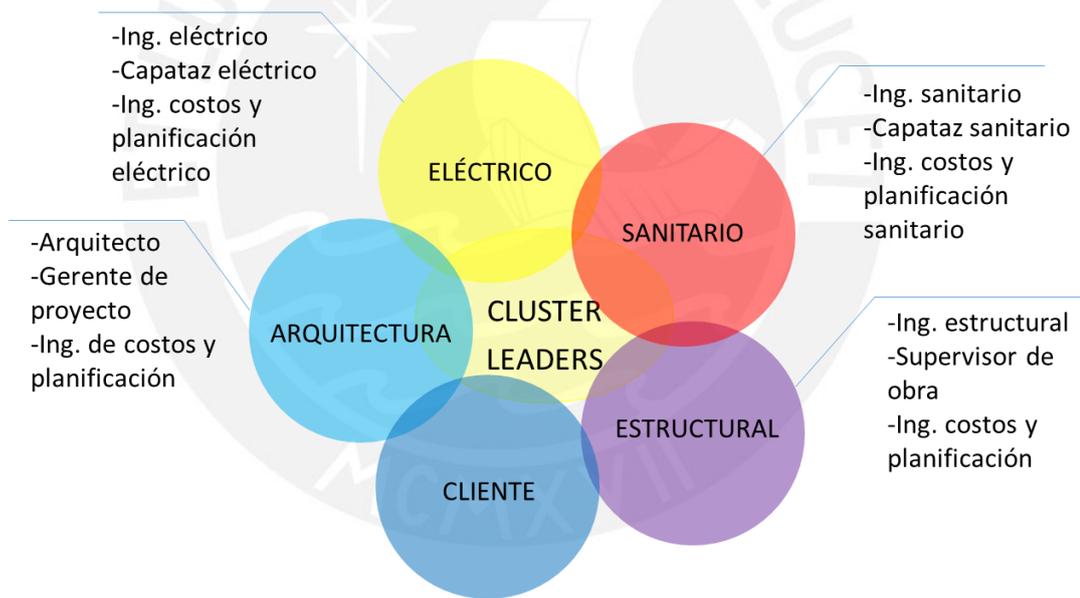


Figura 26. Organización clúster en el caso de Gerencia de proyectos + inversionista

La organización clúster, además de los beneficios que brinda por agrupar equipos multidisciplinarios, crea en el proyecto una jerarquía desde la que se puede controlar la producción de diseño. Los líderes de cada clúster conforman un grupo conocido como Gobierno integrado o Core Group.

Los miembros de cada clúster se reunirán con frecuencia interdiaria o cada que sea necesario. De ser posible, trabajarán todo el tiempo en co-locación para acelerar el intercambio de información. Los “Cluster Leaders”, en cambio, se reunirán una vez

por semana para discutir el Lookahead, el Plan semanal, el porcentaje de planificación completada (PPC) y las causas de no cumplimiento (CNC). También se verificará que no existan incompatibilidades en lo que se ha avanzado de diseño en las distintas especialidades con ayuda de modelos 3D. Asimismo, se discutirán los riesgos y oportunidades de generar valor propuestas por los clústeres. Luego, en un trabajo conjunto se calculará el impacto sobre las demás especialidades de estas propuestas y se decidirá si es viable o no.

### **Lineamientos de costeo simultáneo al diseño**

Para aplicar el TVD resulta primordial costear el proyecto conforme se va desarrollando el diseño. Luego de la definición del proyecto se ha establecido el costo objetivo o target cost para el proyecto en general y para cada clúster. El trabajo de las clústeres será diseñar la especialidad que le corresponde aportando constructabilidad, siguiendo los conceptos de SBD y CBA, entre otros; intentando reducir la brecha entre el costo estimado y el costo objetivo. Para evaluar si el diseño está reduciendo la brecha y cuánto lo está haciendo es necesario costear cada avance en el diseño.

A medida que el diseño se vuelve más detallado, las estimaciones de costo también lo hacen. En etapas iniciales del proyecto, como a un nivel de diseño arquitectónico de cabida, es posible que solo se cuente con 3 ratios para calcular el costo esperado de todo el proyecto: m<sup>2</sup> de área techada, m<sup>2</sup> de área techada de sótanos y m<sup>2</sup> de área exterior. Luego, cuando el diseño va avanzando, se pueden realizar análisis de costos detallados de las partidas correspondientes; sin embargo, el costo de las partidas aún no diseñadas debe seguirse hallando con estimados.

Los ratios que se utilizan para calcular el costo estimado deben provenir de bases de datos reales de proyectos anteriores. En el caso de la inmobiliaria-constructora, los estimados deberán ser sacados de sus bases de datos de proyectos similares. En el caso de la gerencia de proyectos + inversionista, los datos deben ser proporcionados por la gerencia de proyectos o por los subcontratistas, si estos contasen con bases de datos.

Actualmente, existe un problema con las bases de datos con las que cuentan las empresas. Lógicamente, los costos registrados en ellas siguen el orden planteado por los presupuestos, el cual a su vez sigue la taxonomía propuesta por la norma técnica de metrados en edificaciones, y no es muy útil para generar estimaciones de costos.

La norma técnica de metrados propone descomponer la obra en función a su materialidad. De esa manera, separa en tres categorías distintas, por ejemplo, a los elementos de concreto armado, los de concreto simple y el tarrajeo. Por ello, si deseamos saber el costo de un elemento que contiene concreto simple, concreto armado y también tarrajeo, como una cisterna, tendremos que reagrupar los costos y uniformizar las unidades de medida de dinero por metro cúbico o metro cuadrado. Debido a esta forma de organizar los presupuestos es que en el Perú resulta tan complicado responder a preguntas comúnmente realizadas por los clientes como: ¿cuánto cuesta hacer un piso/sótano más? o ¿cuánto cuesta el muro perimétrico?

En otras partes de mundo, el criterio usado para descomponer una edificación y presupuestarla es distinto. En Estados Unidos y Canadá el criterio utilizado es por función, lo que ayuda a tener estimados más rápido. La Tabla 7 muestra una comparación entre los dos primeros niveles de descomposición de obras de edificación de Perú, Estados Unidos y Canadá.

Observando esa comparación, las ventajas de la forma de clasificación estadounidense y canadiense respecto al cálculo de estimados son muy notorias. Por ejemplo, si quisiéramos obtener un ratio para estimar el costo de una cisterna, en la clasificación estadounidense deberíamos recoger la información de 081 Sanitarias y en el caso del canadiense de C11 Sanitarias. En cambio, según la norma peruana se tendría que recoger de Excavaciones la excavación para la cisterna, de Obras de concreto simple el solado, de Obras de concreto armado la losa y los muros de la cisterna en sí y de Revestimientos y revoques, dentro de arquitectura, el tarrajeo de la cisterna.

Por lo expuesto, para aplicar el TVD es necesario reordenar las bases de datos y comenzar presupuestar con una taxonomía distinta. La opción más sencilla es traducir y aplicar una forma de clasificación ya establecida como el UNIFORMAT.

Tabla 7. Comparación de taxonomías para descomponer obras de edificación. (Bowen y Charette 1991 y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

UNIFORMAT - Estados Unidos	CANADIAN INSTITUTE OF QUANTITY SURVEYORS (CIQS) - Canadá	NORMA TÉCNICA DE METRADOS PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN - Perú
01 CIMENTACIONES 011 Cimentaciones estándar 012 Cimentaciones especiales	A1 SUBESTRUCTURA A11 Cimentaciones A12 Excavación de sótanos	OE.1 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD OE.1.1 Obras provisionales y trabajos preliminares OE.1.2 Seguridad y salud
02 SUBESTRUCTURA 021 Losa a nivel 022 Excavación de sótanos 023 Muros de sótanos	A2 ESTRUCTURA A21 Construcción del piso más bajo A22 Construcción del piso superior A23 Construcción de techos	OE.2 ESTRUCTURAS OE.2.1 Movimiento de tierras OE.2.2 Obras de concreto simple OE.2.3 Obras de concreto armado OE.2.4 Estructuras metálicas OE.2.5 Estructuras de madera OE.2.6 Varios
03 SUPERESTRUCTURA 031 Construcción del piso 032 Construcción del techo 033 Construcción de escaleras	A3 CERRAMIENTO EXTERIOR A31 Muros sobre tierra A32 Muros bajo tierra A33 Ventanas y entradas A34 Recubrimiento de techos A35 Proyecciones	OE.3 ARQUITECTURA OE.3.1 Muros y tabiques de albañilería OE.3.2 Revoques y revestimientos OE.3.3 Cielorrasos OE.3.4 Pisos y pavimentos OE.3.5 Zócalos y contrazócalos OE.3.6 Coberturas OE.3.7 Carpintería de madera OE.3.8 Carpintería metálica y herrería OE.3.9 Cerrajería OE.3.10 Vidrios, cristales y similares OE.3.11 Pintura OE.3.12 Varios, limpieza, jardinería OE.3.13 Otros
04 CERRAMIENTO EXTERIOR 041 Muros exteriores 041 Puertas y ventanas exteriores	B1 DIVISIONES Y PUERTAS B11 Divisiones B12 Puertas	OE.4 INSTALACIONES SANITARIAS OE.4.1 Aparatos sanitarios y accesorios OE.4.2 Sistema de agua fría OE.4.3 Sistema de agua caliente OE.4.4 Sistema contraincendio OE.4.5 Sistema de drenaje pluvial OE.4.6 Desagüe y ventilación OE.4.7 Varios
05 TECHADO 06 CONSTRUCCIÓN INTERIOR 061 Divisiones 062 Acabados interiores 063 Especialidades	B2 ACABADOS B21 Acabados de piso B22 Acabados de techo B23 Acabados de muros	OE.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS OE.5.1 Conexión a red externa de medidores OE.5.2 Salidas para alumbrado, tomacorrientes, fuerzas y señales débiles OE.5.3 Instalación de pararrayos OE.5.4 Instalación del sistema de puesta a tierra OE.5.5 Artefactos OE.5.6 Equipos eléctricos y mecánicos
07 SISTEMAS DE TRANSPORTE 08 MECÁNICA 081 Sanitarias 082 HVAC 083 Protección contrafuego 084 Sistemas mecánicos especiales	B3 ACCESORIOS Y EQUIPOS B31 Accesorios y equipos B32 Equipos B33 Sistema de transporte	OE.6 INSTALACIONES DE COMUNICACIONES OE.6.1 Cableado estructurado en interiores de edificios OE.6.2 Canaletas, conductos y/o tuberías OE.6.3 Salida de comunicaciones OE.6.4 Conductores de comunicaciones OE.6.5 Patch panel OE.6.6 Rack de comunicaciones OE.6.7 Caja de pase para transformador
09 ELÉCTRICA 091 Distribución 092 Luces y energía 093 Sistemas eléctricos especiales	C1 MECÁNICA C11 Sanitarias C12 HVAC C13 Protección contrafuego C14 Sistemas mecánicos especiales	OE.7 INSTALACIONES DE GAS OE.7.1 Tuberías OE.7.2 Artefactos OE.7.3 Accesorios OE.7.4 Ventilaciones OE.7.5 Ductos OE.7.6 Gabinete de regulación
10 CONDICIONES GENERALES Y GANANCIA 11 EQUIPOS 111 Equipos fijos y móviles 112 Muebles 113 Construcción especial	C2 ELÉCTRICA C21 Servicios y distribución C22 Luces, aparatos y calefacción C23 Sistemas y auxiliares	
12 TRABAJO DE SITIO 121 Preparación del sitio 122 Mejoramientos de sitio 123 Servicios del sitio 124 Trabajo fuera de sitio	D1 TRABAJO DE SITIO D11 Desarrollo de sitio D12 Servicios mecánicos de sitio D13 Servicios eléctricos de sitio D2 TRABAJO AUXILIAR D21 Demolición D22 Alteraciones	

Con la taxonomía propuesta, no solo se facilita la actualización del costo estimado según los avances del diseño. Además se facilita la labor de los clústeres al evaluar las oportunidades de generar valor y utilizar el Set Based Design.

### Lineamientos del proceso de diseño e ingeniería de valor

El proceso de diseño de manera secuencial, como se realiza actualmente en el Perú y en todo el mundo, genera retrabajos, diseños no compatibilizados, baja constructabilidad del producto, pérdida de oportunidades para generar valor, entre otros inconvenientes. Para minimizar esos inconvenientes, el TVD promueve el

diseño colaborativo, el involucramiento temprano de los interesados del proyecto y el diseño pensando en el cliente interno (programar el diseño jalando la producción).

Si se desea diseñar pensando en el cliente interno y planificar y controlar la producción de diseño es necesario que cada diseñador conozca el proceso de diseño de las demás especialidades. Lamentablemente, no existe respecto a los procesos de diseño información formalizada suficiente. Por ello, y para facilitar la aplicación del TVD en el Perú, se ha realizado un mapeo de los procesos de diseño actuales de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias.

Para el diseño de la arquitectura, se tomó como base el esquema propuesto por Rioja (2010) para los casos de Bolivia y México, se propuso un diagrama de flujo en base a ese diagrama y se validó con distintos arquitectos su aplicabilidad al contexto peruano. El diagrama de flujo obtenido se puede ver en la Figura 27.

Los ingenieros Otazzi (2012) y Blanco (1994) proponen en sus libros de análisis estructural y diseño en concreto armado secuencias de diseño que han sido ampliadas en el diagrama de flujo elaborado. Esta secuencia ha sido validada por especialistas con amplia experiencia en diseño estructural de edificaciones. El diagrama de flujo correspondiente se puede ver en la Figura 28.

En cuanto al proceso de diseño de instalaciones eléctricas y sanitarias, no se encontró información disponible. Por ello, basado en las normas técnicas, memorias descriptivas y con ayuda de especialistas se elaboraron los diagramas de flujo de instalaciones sanitarias y eléctricas. Estos diagramas pueden verse en las figuras 29 y 30.

Los diagramas de flujo elaborados sirven como base para ser ampliados por los diseñadores de cada proyecto y mostrar a los demás involucrados los procesos que implica el diseño de su especialidad y cuáles son los datos que necesitan de externos a su clúster de diseño para realizar cada proceso.

Además, los diagramas presentados sirven para observar que, como plantean Orihuela, Orihuela y Ulloa (2011), los procesos de diseño realizados por el equipo de diseño pueden dividirse en tareas creativas y tareas operacionales. Las tareas creativas, como la estructuración en el caso del diseño de estructuras o el trazado del recorrido de las tuberías en el caso de instalaciones, es donde existe una mayor posibilidad de generar valor. Esto se debe a que en una tarea creativa existen muchas posibles soluciones.

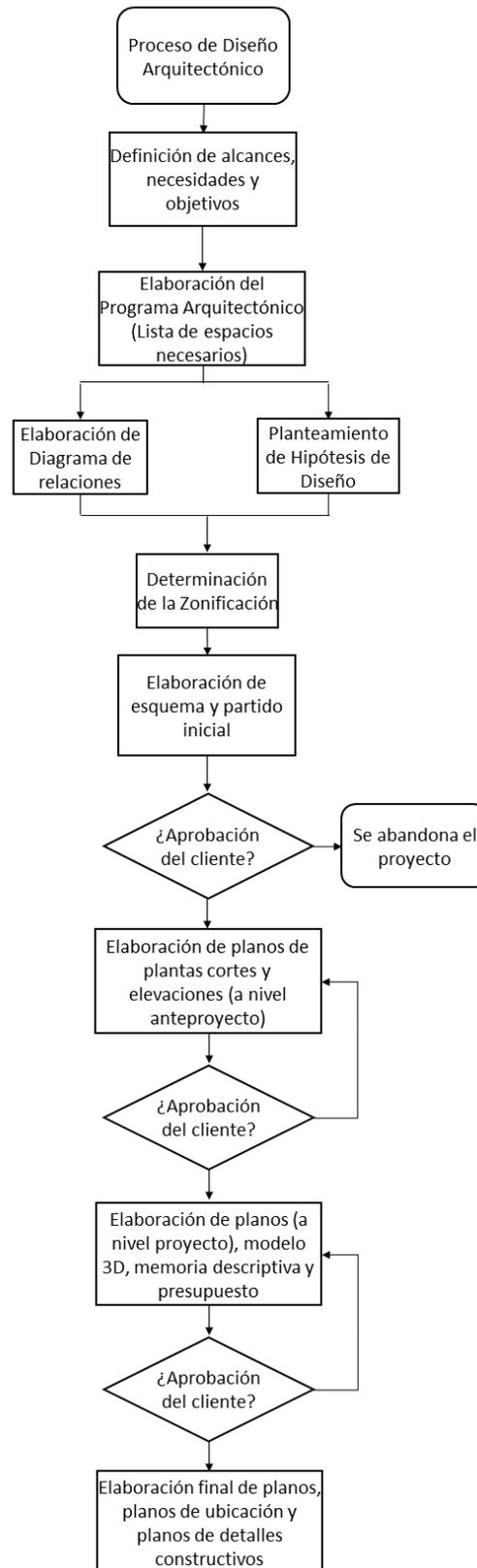


Figura 27. Diagrama de flujo de diseño arquitectónico (Rioja, 2010)

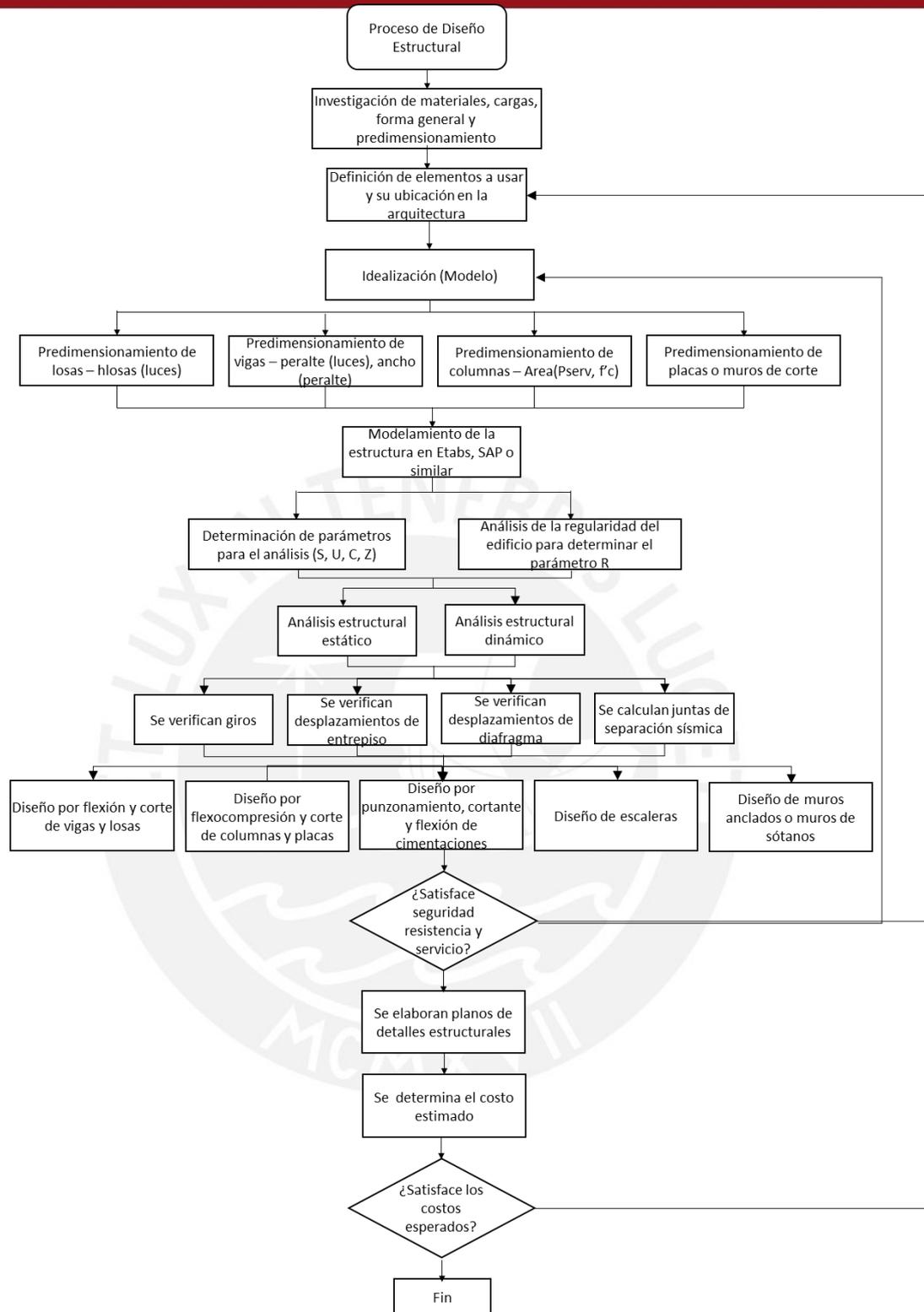


Figura 28. Diagrama de flujo de diseño estructural (Blanco, 1994 y Otazzi, 2012)

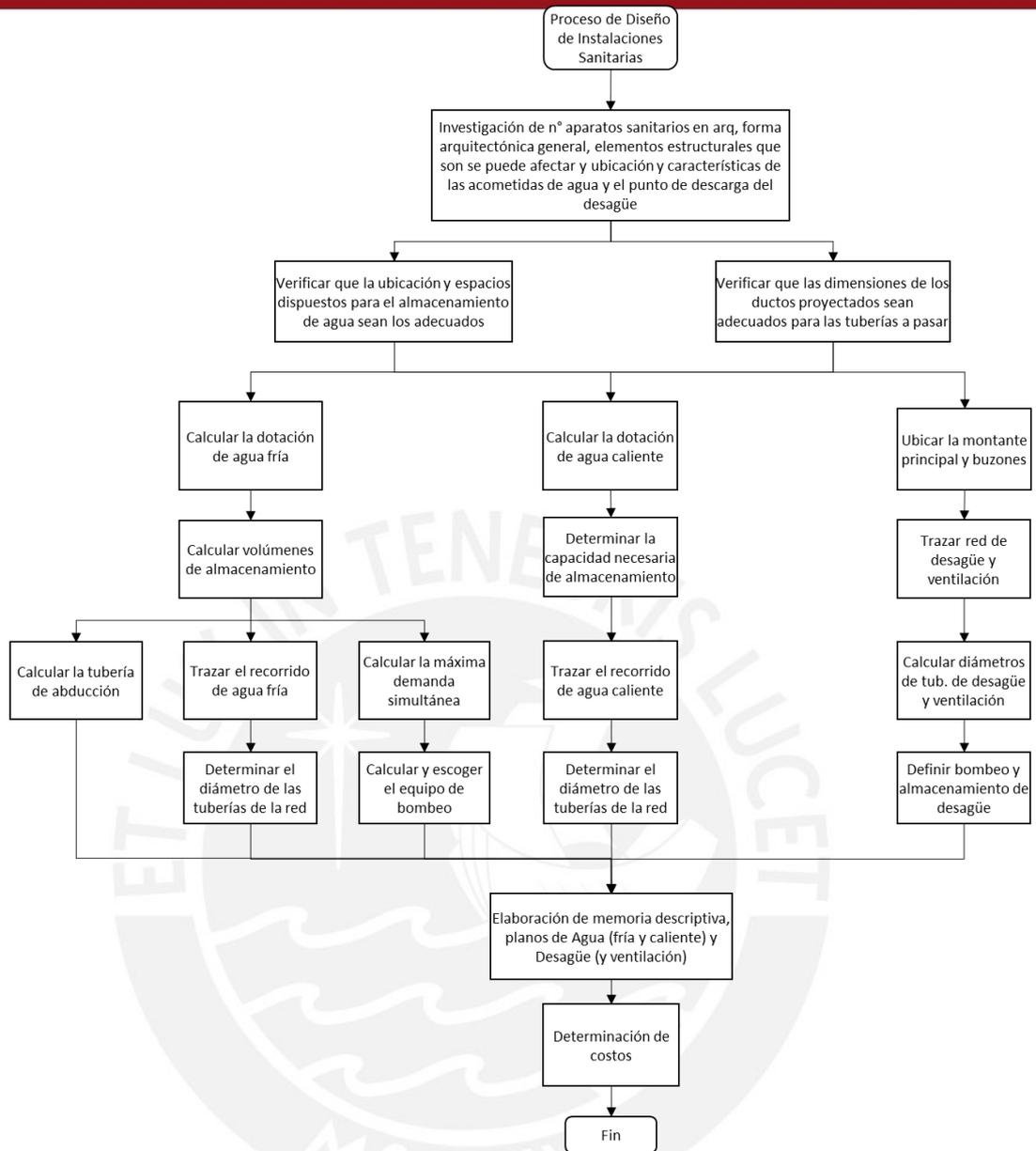


Figura 29. Diagrama de flujo de diseño de instalaciones sanitarias. Colaboración de la Ing. Daysi Pereda y el Ing. José Apaza

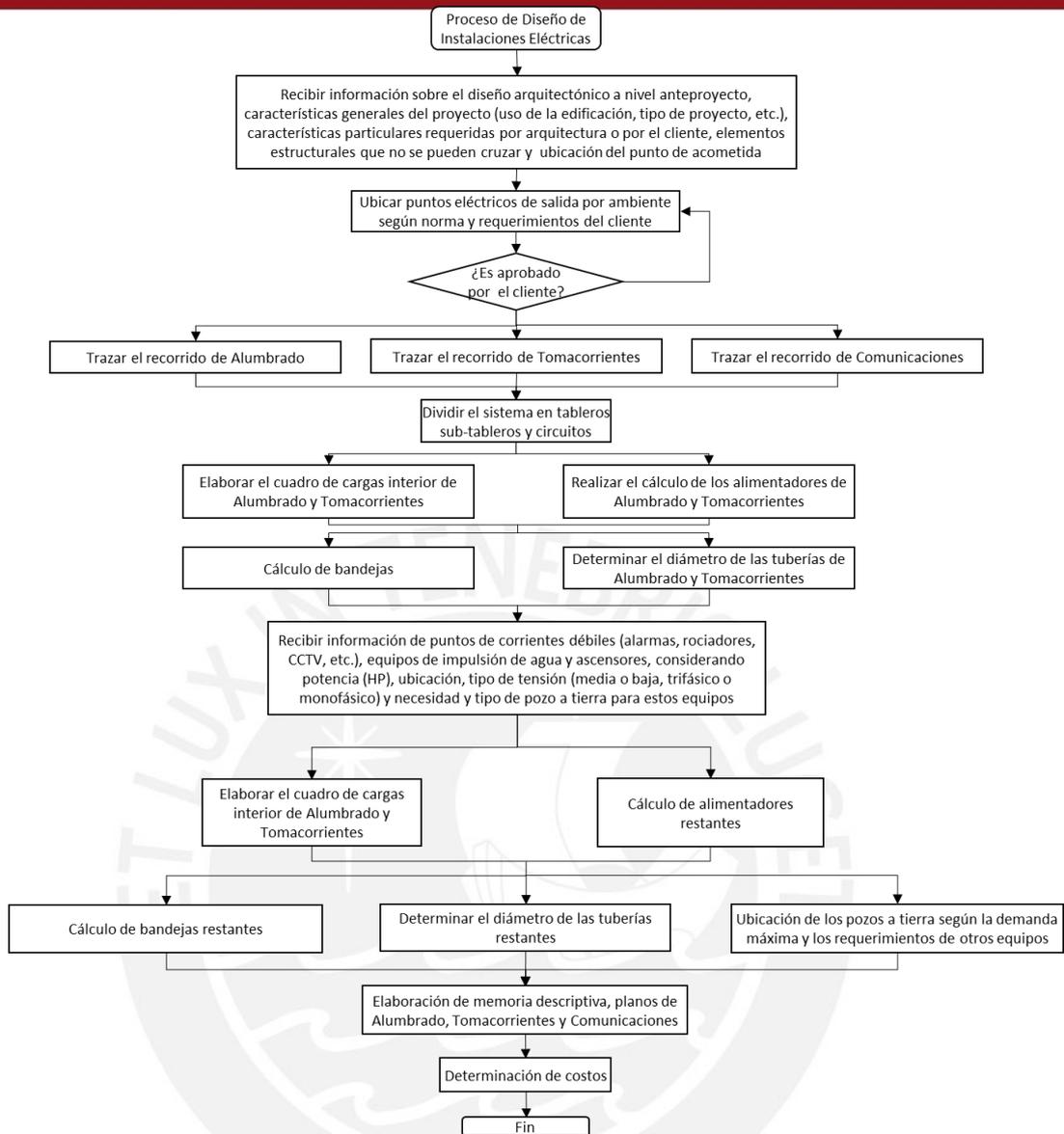


Figura 29. Diagrama de flujo de diseño de instalaciones eléctricas. Colaboración de la Ing. Daysi Pereda

El TVD busca que en ese tipo de tareas, aplicando las herramientas del Set Based Design, Choosing by Advantages, entre otras, se realice la ingeniería de valor necesaria para reducir la brecha entre el costo proyectado y el costo objetivo, acercando el proyecto a su valor objetivo. Por ejemplo, en el diseño tradicional en el proceso creativo de estructuración el ingeniero estructural buscaba la solución que se comporte mejor estructuralmente. Aplicando el TVD el clúster de diseño estructural busca desde la estructuración, además de un buen comportamiento estructural, una alta constructibilidad y la utilización de sistemas o tecnologías no tradicionales que permitan disminuir el costo estimado de la edificación.

Los procesos de diseño deben replantearse. Un cambio fundamental es la necesidad ya mencionada de costear durante el diseño y no solo cuando el diseño está terminado. También es necesario cambiar la forma en la que se comparte la información entre los miembros del equipo de diseño por una más efectiva; con este fin, una herramienta interesante y fácil de implementar es el cuaderno de diseño en línea propuesto por Orihuela, Orihuela y Ulloa (2011).

Además, el TVD busca evitar avances aislados para no generar retrabajos. Esto hace necesario plantear cuáles deben ser las interacciones obligatorias entre especialidades, que si se ignoran y se avanza en el diseño, se están perdiendo oportunidades de generar valor. A manera de ejemplo se plantean los procesos de diseño de arquitectura y estructuras y las interacciones obligatorias entre ellos. El proceso mostrado en la Figura 30, a diferencia del tradicional, está más alineado con la aplicación del TVD.

En el proceso mostrado en la Figura 30 se han identificado distintas oportunidades de generación de valor. A continuación se muestran las principales

- Considerar la estructuración dentro de las soluciones arquitectónicas es muy recomendable, ya que esta puede perjudicar la estética o funcionalidad de la arquitectura al ubicar los elementos estructurales.
- El parámetro R tiene un gran impacto en el costo de la edificación. Se debe buscar que la estructura sea regular porque si no lo fuera, nos llevaría a incrementar la fuerza sísmica para el análisis, incrementando la resistencia requerida por las columnas a la flexión, el acero necesario y finalmente el costo.
- Considerar la constructabilidad puede modificar los costos y con ello la elección de la solución arquitectónica. Debemos evaluar las propuestas de cada una de las especialidades de diseño desde distintos puntos de vista. Por ejemplo, si escogemos una solución arquitectónica que, aunque no sea la mejor en cuanto a función o estética, si tiene una alta constructabilidad y un bajo costo, puede generar valor para el cliente. No debemos olvidar que el valor es una relación entre la percepción de satisfacción y la percepción del costo.

Finalmente, es importante resaltar que los lineamientos del presente capítulo no representan una guía de aplicación del TVD y seguirlos no es aplicar el TVD. Se puede decir que se está aplicando TVD cuando se esté realizando la mayor parte de las nueve prácticas básicas del TVD descritas por Macomber, Howell y Barbeiro

(2007) y presentadas en la sección 2.3. Los lineamientos presentados tocan algunas de estas prácticas que requieren un tratamiento especial para ser aplicadas inicialmente en contextos en los que el diseño se realiza de manera secuencial y desintegrada, como en el Perú, y otros temas no relacionados directamente a ese listado de prácticas pero necesarios para aplicar el TVD de forma exitosa.



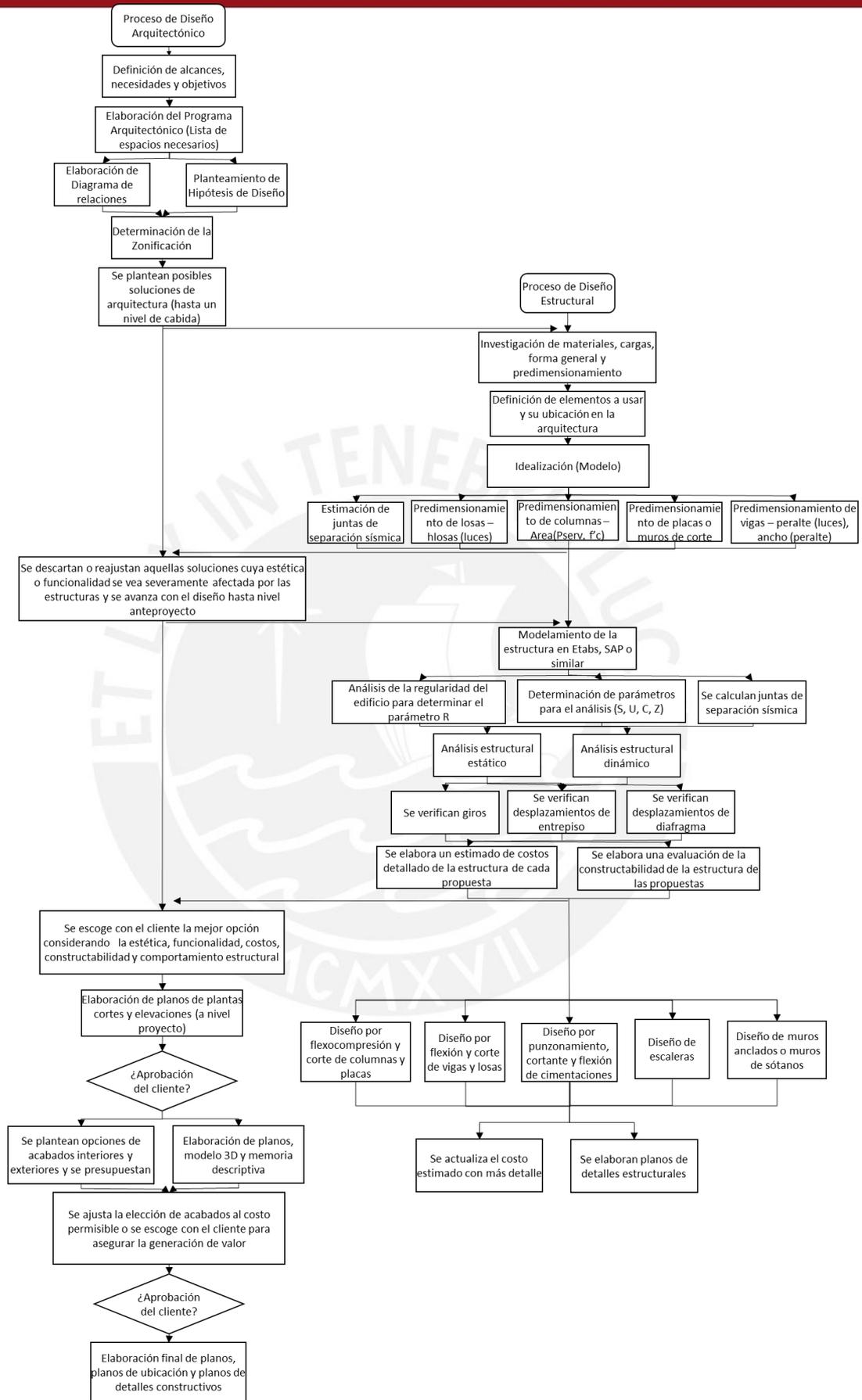


Figura 30. Diagrama de flujo de propuesta de diseño arquitectónico y estructural

## CAPITULO 6. CONCLUSIONES

El TVD es un enfoque de la gestión Lean que se centra en generar valor para el cliente desde etapas iniciales de proyecto, mediante un equipo integrado que entienda lo que significa valor para el cliente, alinee sus objetivos y concentre sus esfuerzos a la generación de valor. Su máximo despliegue se da en las fases de Definición del Proyecto y Diseño Lean.

Para entender el TVD es necesario entender los conceptos de necesidades, expectativas y deseos del cliente y el concepto de Valor descritos en el Capítulo 1. El concepto de valor nos hace entender que es necesario satisfacer las necesidades del cliente, pero que esta satisfacción debe estar asociada a un costo igual o menor al que el cliente considere adecuado por los beneficios que está recibiendo, ese costo no solo es el precio del producto sino todo lo que el involucra para el cliente. El Target Value Design busca establecer el Target Value o valor objetivo en la etapa de Definición del Proyecto, conociendo qué requiere el cliente o cuál es el alcance del proyecto y el costo objetivo o Target Cost que el cliente considere adecuado para generarle valor. Luego, se diseña tratando de alcanzar ese valor objetivo previamente definido.

El Capítulo 2 cumple con uno de los objetivos de la presente tesis que es investigar la herramienta y mostrar una recopilación de la teoría escrita hasta la fecha. En ese capítulo se describieron los conceptos de Value Stream Mapping y Target Cost, necesarios para entender el Target Value Design. Luego, se describió el TVD de forma conceptual como “una estrategia de colaboración y un proceso de diseño que se basa en los valores del proyecto y los vuelve criterios de diseño en vez de meras aspiraciones” (traducido de Mossman, Ballard y Pasquire, 2010). Adicionalmente, se presentaron las prácticas actuales básicas del TVD y las prácticas avanzadas. Teniendo en cuenta que la presente tesis pretende mostrar el TVD al lector y plantear lineamientos para su aplicación inicial, es importante resaltar las nueve prácticas fundamentales del TVD planteadas por Macomber, Howell y Barbeiro (2007) y añadir el costear continuamente el proyecto, conforme se avanza el diseño:

1. Involucrarse profundamente con el cliente para establecer el valor objetivo.
2. Enfocar el esfuerzo de diseño en el aprendizaje y la innovación.
3. Diseñar para un presupuesto detallado.
4. Planificar y re-planificar el proyecto de manera colaborativa.
5. Diseñar el producto y el proceso en simultáneo (set-based design).
6. Diseñar y detallar en la secuencia que necesite el cliente interno.

7. Trabajar en grupos pequeños y diversos.
8. Trabajar en Big Room.
9. Realizar retrospectivas en todo el proceso.
10. Costear continuamente de acuerdo a la secuencia de diseño

El TVD es una herramienta de gestión del diseño que requiere un entorno Lean sólido para su implementación. Como ya se ha mencionado anteriormente, la aplicación del TVD, y en general de Lean Construction, no consiste solo en la utilización de un conjunto de herramientas. Si estas no están respaldadas por Colaboración, Confianza, Disposición a aprender y Mejora Continua; la aplicación de herramientas Lean no será exitosa o no alcanzará su máximo potencial. Además, la aplicación de herramientas debe estar equilibrada, como se presenta en el Capítulo 3, con los tres componentes de un sistema de gestión propuestos por el LCI: organización del proyecto, sistema operativo y términos comerciales.

Dentro de la organización del proyecto, uno de los aspectos más resaltantes, y que debe cambiar si se desea aplicar el TVD, es el criterio de selección del equipo de trabajo. En vez de seguir escogiendo a los diseñadores y contratistas por el menor precio, se debe analizar quién tiene más posibilidades de generar valor para el proyecto. Otro punto importante es la organización clúster, que forma pequeños equipos multidisciplinarios de diseño, incluyendo de manera temprana a los constructores y enriqueciendo el diseño. Asimismo, la organización clúster genera una jerarquía que permite planificar y controlar los procesos de diseño, que se encuentran desorganizados y aislados unos de otros en la actualidad.

La organización Clúster requiere de Contratistas Generales abiertos al cambio, que acepten que el gobierno del proyecto será integrado y que todas las decisiones se tomarán en conjunto. También se requiere que los involucrados comprendan la gran capacidad de generación de valor que puede durante la fase de diseño lo que haría que los diseñadores sean mejor remunerados, para que estos puedan dedicarse a menos proyectos a la vez y concentren su tiempo y esfuerzos al proyecto en el que se aplica el TVD.

En cuanto al sistema operativo, se han descrito en el Capítulo 3 las herramientas ya existentes relacionadas al TVD. Algunas no son estrictamente necesarias para su aplicación como el Evidence Based Design o el registro de mejora continua A3; sin embargo, es de mucha utilidad conocerlas y aplicarlas. Aplicando las herramientas descritas, se potencia la aplicación del TVD e incrementan las posibilidades de lograr resultados positivos para el proyecto.

Respecto a los términos comerciales, en el Capítulo 3 se han descrito los contratos relacionales y la forma en la que afectan temas como las contingencias, los seguros y las ganancias y pérdidas de las empresas que componen el equipo del proyecto.

El mecanismo de Riesgos y Ganancias compartidas, presente en los contratos relacionales descritos en el Capítulo 3, es un proceso que requiere de mucha confianza por parte de los involucrados, ya que están poniendo en riesgo todas sus ganancias y estas pueden perderse por error de otro miembro del equipo. Por ello, tal vez sea muy ambicioso pensar en contratos relacionales en el Perú como los descritos en el Capítulo 3; sin embargo, sí se puede adecuar los contratos que conectan al cliente con cada uno de los demás involucrados para establecer ganancias y pérdidas compartidas y en cierto modo fomentar el alineamiento de objetivos de los miembros del equipo del proyecto.

Luego de definir y describir al TVD y el entorno en el que mejor se aplica, se buscaba presentar un caso exitoso de aplicación del Target Value Design en un proyecto del extranjero. En el Capítulo 4 se presentó el caso del Sutter Medical Center at Castro Valley, como fue reportado por el Project Production Systems Laboratory de la University of California, Berkeley en el año 2013 en colaboración con DPR Constructions, contratista general del proyecto. En la descripción de la aplicación del TVD se pudo observar de qué manera se pusieron en práctica los conceptos descritos en el Capítulo 2 en el proyecto hospitalario mostrado. Además, se mostró la evolución del presupuesto en el tiempo y los factores más importantes que permitieron llegar al costo objetivo.

El Target Value Design, a través de un diseño enfocado a generar valor, reduce los costos del proyecto, como se observó en el ejemplo del Capítulo 4. Este resultado es respaldado por lo hallado por Do, et al. (2014), quienes analizaron 47 proyectos que aplicaron TVD y obtuvieron que en promedio los proyectos finalizaron 5.4% por debajo del Precio Máximo Estimado. Como menciona el Capítulo 4, hay que tomar con mucho cuidado esos resultados y entender que el 11% obtenido por el Complejo Hospitalario descrito es la reducción de costos que se tuvo que hacer para llegar del estimado inicial al Precio Máximo estimado. La investigación realizada por Do, et al. muestra que en los proyectos analizados, además llegar al Precio Máximo Estimado, se redujeron los costos 5.4% por debajo de él.

Si se desea aplicar la herramienta del TVD a la construcción de edificaciones en el Perú, habría que cumplir los requerimientos mínimos para la implementación, descritos el Capítulo 2 (Kaushik, et al. 2014):

- Colaboración temprana de los stakeholders
- Mecanismo de riesgos y recompensas compartidas
- Organización Clúster
- Ciclos iterativos de diseño con continua ingeniería de costo en una co-localización del equipo de trabajo

Lograr esos requerimientos mínimos en la situación actual promedio de la construcción en el Perú y el mundo sería un cambio radical respecto a las prácticas actuales. Para comenzar la aplicación del TVD requiere el interés por parte del cliente o la gerencia de proyectos de contratar a los involucrados desde etapas iniciales e invertir más en las etapas iniciales del proyecto. Luego, es necesario que los constructores e ingenieros de costo sepan cómo trabajar con el cliente para obtener los beneficios esperados.

Un inconveniente difícil de superar para integrar desde etapas iniciales a los constructores es que se sigue el modelo Design – Bid - Build o Diseño – Licitación – Construcción. Por ello se han propuesto en el Capítulo 5 lineamientos para la aplicación del TVD en dos casos específicos de proyectos inmobiliarios de vivienda:

- El proyecto es dirigido por una inmobiliaria-constructora: En este caso la situación es muy favorable para la aplicación del TVD ya que se tiene seleccionada a la empresa constructora de forma automática. Más aún, los objetivos de los constructores y del cliente están alineados.
- El proyecto (la definición, diseño y construcción) se realiza por medio de una gerencia de proyectos contratada por un inversionista: En este otro caso no se define al constructor hasta el final del diseño; sin embargo, el área de supervisión de obras de la gerencia de proyectos cuenta con personal de experiencia en construcción que puede colaborar con el diseño. Asimismo, se sugiere la contratación de empresas de diseño de especialidades que también sean proveedoras de las mismas, para que ellas puedan aportar al diseño con capataces e ingenieros de costos de sus especialidades.

En los dos casos propuestos existen involucrados que tienen sus objetivos previamente alineados como el caso de la constructora – inmobiliaria en el que el cliente y el contratista general se encuentran ya relacionados. En el otro caso, las empresas diseñadoras – proveedoras son otro ejemplo de alineamiento de objetivos sin necesidad de un contrato de por medio. Así, con una cantidad reducida de

contratos bi-laterales de ganancias y pérdidas compartidas se podrán alinear los objetivos de los distintos stakeholders con los objetivos del proyecto.

Respecto a la colaboración temprana y la organización clúster, el capítulo 5 muestra una propuesta de los miembros del equipo del estudio de validación y de la etapa de diseño. Además, se propuso la conformación de los clústeres de diseño, superando en el caso de la gerencia de proyectos + inversionista la ausencia del contratista por no haber sido aún contratado. Es necesario resaltar que la propuesta de clústeres se ha realizado sólo considerando las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas y dependiendo de la complejidad del proyecto es posible que sea necesario añadir más clústeres.

En relación a la continua ingeniería de costos en el diseño, se ha propuesto cambiar la manera en la que se organizan los presupuestos. Es necesario, como se menciona en el Capítulo 5, pasar de una división del proyecto para costear por materialidad a una que divida basándose en la función. De esa manera, será posible recoger información de proyectos pasados de manera más sencilla y obtener ratios que permitan costear el proyecto a medida que avanza el diseño. Costear de manera continua el proyecto es muy importante para el TVD, ya que nos permite escoger la opción más adecuada de diseño y llevar un registro de la brecha entre el Target Cost y el costo estimado actual a lo largo del proyecto.

Asimismo, en el Capítulo 5 se planteó el tema de los cambios necesarios en el proceso de diseño. En primer lugar, debe haber cambios en el orden en el que se diseña con el fin de trabajar en la secuencia que los clientes internos lo requieran. Para ello, es necesario conocer los procesos de diseño de las demás especialidades. Se ha realizado una investigación del proceso de diseño de cada especialidad y se han presentado los diagramas de flujo para que sirvan de base para que los miembros del equipo de diseño entiendan el proceso de diseño de todas las especialidades, al menos a grandes rasgos. Además, debe cambiar el proceso de diseño para evitar avances aislados y saber en qué momento es posible generar valor a partir de la comunicación entre especialidades. A modo de ejemplo, se ha planteado un diagrama de flujo en el que se muestra las interacciones necesarias entre los procesos de diseño de arquitectura y estructuras y se han identificado las oportunidades de generar valor con esas interacciones.

Finalmente, con la teoría expuesta del TVD a lo largo de la tesis se ha logrado que el lector comprenda la herramienta y el entorno en el cual puede aplicarse de manera efectiva. Además, para clarificar la teoría escrita se ha mostrado el caso de una

aplicación exitosa y se han planteado lineamientos que faciliten su aplicación. Queda pendiente para investigaciones futuras la aplicación práctica de la herramienta en un proyecto en el Perú. Sería de mucho valor seguir la metodología de registro de la información de la aplicación del TVD utilizada por el Project Production System Laboratory (PPSL), mostrada en el Capítulo 4. De esa manera, podría compararse la información con los proyectos reportados por el PPSL y otros proyectos que se reporten en el futuro con la misma metodología.



## BIBLIOGRAFÍA

- OLAVARRIETA, Sergio, Alejandra GUTIERREZ y Aracelly ZARATE  
2004 "El rol de las expectativas y deseos en la satisfacción del cliente: una aplicación de modelación de ecuaciones estructurales". *Estudios de Administración*. Santiago de Chile, 1999, vol. 6, N° 1, pp. 51-73.
- FREEMAN, R. Edward  
2005 "Ethical leadership and creating value for stakeholders". *Business Ethics*. New York: M.E. Sharpe.
- IESE BUSINESS SCHOOL, UNIVERSITY OF NAVARRA  
2009 "La evolución de los conceptos de stakeholder en los escritos de Ed Freeman". *Newspaper N°5 – Otro punto de vista*.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE  
2013 *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- CULTURAL S.A.  
1999 El diccionario de marketing. Madrid: Cultural S.A.
- KOTLER, Philip, Gary ARMSTRONG  
2003 *Fundamentos de Marketing*. 6ta Edición. México: Editorial Pearson
- ORIHUELA, Pablo, Jorge Orihuela  
2014 "Needs, Values and Post-occupancy Evaluation of Housing Project Customers: A Pragmatic View". *Procedia Engineering*. 2014, vol. 85, pp. 412-419.
- SPRENG, Richard, Richard OLSHAVSKY  
1993 "A desires congruency model of consumer satisfaction". *Journal of the Academy of Marketing Science*. 1993, vol. 21, N°3, pp. 169-177.
- CARDOZO, Richard  
1965 "An Experimental Study of Customer Effort, Expectation, and Satisfaction". *Journal of Marketing Research*. 1965, vol. 2, pp. 244-249.
- LANGFORD, David, Verónica MARTINEZ, Umit BITITCI  
2003 "Best Value in Construction: Towards an Interpretation of Value from Client and Constructor Perspectives". *Journal of Construction Procurement*. 2003, vol. 9, N° 1, pp. 56-67.
- TOLEDO, Mauricio  
2013 Mapa de cadena de valor: herramienta lean para la construcción [videograbación]. Santiago de Chile: BS Grupo  
Consulta: 10 de octubre de 2014.  
< <https://www.youtube.com/watch?v=96Gc-3Be0Wc>>
- ROTHER, Mike, Jhon SHOOK  
1999 Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda [diapositivas]. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- LEITE, Kelma P. y Jose D.P.B. NETO  
2013 "Value Stream in Housing Design". En FORMOSO, C. y P. TZORTZOPOULOS, *21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Fortaleza. pp 419-428.
- FEIRRE, Javier y Luis ALARCON  
2002 "Achieving lean design process: improvement methodology". *Journal of Construction Engineering and Management*.
- BJÖRNFOT, Anders et al.

- 2011 "Lessons Learned From Successful Value Stream Mapping (VSM)". En ROOKW, J. y B. DAVE, *19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Lima.
- CAPASSO, Carmelo Mario, et al.  
2010 "El Costeo Objetivo". Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
  - LIKER, Jeffrey  
2013 Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo. 2da edición. Barcelona: Gestión 2000.
  - DO, Doanh et al.  
2014 "Target Value Design as a Method for Controlling Project Cost Overruns" En KALSAAS, B., L. KOSKELA y T. SAURIN, *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Oslo, pp. 171-181.
  - ZIMINA, Daria, Glenn BALLARD y Christine PASQUIRE  
2012 "Target Value Design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost". *Construction Management and Economics*. 2012, vol. 30, pp. 383-398.
  - BALLARD, Glenn  
2011 "Target Value Design: Current Benchmark (1.0)". *Lean construction Journal 2011*. 2011, pp. 17-84.
  - BALLARD, Glenn  
2012 "Should Project budgets be based on worth or cost". En TOMMELEIN, I. y C. PASQUIRE, *20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. San Diego, pp. 761-770
  - BRONITSKY, Josh  
2013 Innovation in the AEC Industry: Target Value Design. Texas: Beck Technology.  
Consulta: 10 de octubre de 2014  
<<https://www.youtube.com/watch?v=B-sm4Z7bfw>>
  - MACOMBER, Hal, Greg HOWELL y John BARBEIRO  
2007 "Target-value design: Nine foundational practices for delivering surprising client value". *The American Institute of Architects, AIA Practice Management Digest*.
  - KAUSHIK, Amit, et al.  
2014 "Knowledge transfer partnership: Implementation of target value design in the UK construction industry". En *International Conference on Construction in a Changing World*. Sri Lanka.
  - MACOMBER, Hal, Greg HOWELL y John BARBEIRO  
2012 "Target-value design: Nine foundational practices and six advanced practices for delivering surprising client value". *Lean Project Consulting*.
  - SALVATIERRA-GARRIDO, Jose, Christine PASQUIRE y Tony THORPE  
2009 "Value in Construction From a Lean Thinking Perspective: Current State and Future Development". En CUPERUS, Y. y E. Hirota, *17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Taipei, pp. 281-294.
  - PISHDAD-BOZORGI, Pardis, E. H. MOGHADDAM y Y. KARASULU  
2013 "Advancing Target Price and Target Value Design Process in IPD Using BIM and Risk-Sharing Approaches". En *49th ASC Annual International Conference Proceedings*. California.

- THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS  
2007 "Integrated Project Delivery: A Guide". *The American Institute of Architects, California Council (AIA CC)*.
- THOMSEN, Chuck, et al.  
2010 "Managing Integrated Project Delivery". *Construction Management Association of America*.
- UNIVERSAL HEALTH SERVICES  
2012 "UHS Lean Project Delivery Guide". *Universal Health Services(UHS)*.
- FMI QUARTERLY  
2005 "6th annual survey of construction owners". FMI / Construction Management Association of America (CMAA)
- WARD, A., et al.  
1995 "The second Toyota paradox: how delaying decisions can make better cars faster". *Sloan Management Review*. 1995, pp.43-61.
- DAVE, Bargav, et al.  
2013 "Implementing Lean in Construction: Lean construction and BIM". CIRIA C725. CIRIA: Londres.
- BALLARD, Glenn  
2008 "The lean project delivery system: An update". *Lean Construction Journal*. 2008, 1-19.
- MOSSMAN, Alan, Glenn BALLARD y Christine PASQUIRE  
2013 "Lean Project Delivery: innovation in integrated design & delivery". En EYNON, J. *The Design Manager's Handbook*. 2013, pp. 165-190.
- SUHR, J.  
1999 "The Choosing By Advantages Decisionmaking System". Quorum, Westport.
- ULRICH, R.  
1984 "View through a window may influence recovery from surgery". *Science*. 1984, vol. 224, N°4647, pp.421-421.
- RYBKOWSKI, Zofia  
2009 The Application of Root Cause Analysis and Target Value Design to Evidence-Based Design in the Capital Planning of Healthcare Facilities. University of California, Berkeley
- PARRISH, Kristen y Iris TOMMELEIN  
2009 "Making Design Decisions Using Choosing by Advantages". En CUPERTUS, Y. y E. HIROTA *17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Taipei, 2009, pp.501-510.
- SHOOK, John  
2008 "Managing to Learn: Using the A3 Management Process to Solve Problems, Gain Agreement, Mentor & Lead", *Lean Enterprise Institute*.
- ORIHUELA, Pablo y Jorge ORIHUELA  
2005 "Aplicaciones del Lean Design a proyectos inmobiliarios de vivienda". Motiva S.A.
- BALLARD, Glenn  
2006 "Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing". En *14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Santiago de Chile, pp. 77-89.
- ANGELO, Ted y Larry RUBRICH  
2011 Lean VSM for Target Value Design. [videograbación]. Pasadena: 2011 LCI Pasadena Conference.

- PROJECT PRODUCTION SYSTEM LABORATORY  
2013 "Technical report: The application of Target Value Design to the design phase of 3 hospital projects". *Project Production System Laboratory, University of California, Berkeley.*
- BALLARD, Glenn, Todd ZABELLE  
2000 "Project Definition, White Paper #9". *Lean Construction Institute. USA, 2000.*
- ORIHUELA, Pablo, Jorge ORIHUELA y Karem ULLOA  
2011 "Tools for Design Management in Building Projects". En ROOKW, J. y B. DAVE, *19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.* Lima.
- CROSBY, Philip  
1979 *Quality is free: The art of marketing quality certain.* New York: New American Library, 1979.
- BALLARD, Glenn y Ari PENNANEN  
2013 "*Conceptual Estimating and Target Costing*". En FORMOSO, C. y P. TZORTZOPOULOS, *21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.* Fortaleza. pp 217-226.
- BALLARD, Glenn, Todd ZABELLE  
2000 "Lean Design: Process, Tools, & Techniques, White Paper #10". *Lean Construction Institute. USA, 2000.*
- BOWEN, B. y R. B. CHARETTE  
1991 "Elemental Cost Classification Standard for Building Design", 1991 American Association of Cost Engineers (AACE) Transactions. Seattle, Washington, 1991, p. H2-1 to H2-5.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
2010 RD N° 073-2010. Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas. 2010.
- RIOJA, G.  
2010 Descriptif de l'offre du Service Architecture – OSI, Osi-crcom, 2010. Consulta: 20 de enero de 2014  
<<http://www.osi-cr.com/services/quichets/cabinet-d-architectes/article/descriptif-de-l-offre>>
- OTAZZI, Gianfranco  
2012 Apuntes del curso Análisis Estructural 1. Sexta edición. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- BLANCO, Antonio  
1994 Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Segunda edición. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

## Figuras

1. BALLARD, Glen  
2008 "The lean project delivery system: An update". *Lean Construction Journal*. 2008, 1-19.
- 2 - 3. PROJECT MANAGEMENT INSTUTE  
2013 A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Pennsylvania: Project Management Institute.
4. MASLOW, Abraham  
1943 "A theory of human motivation". *Psychological Review*. 1943, vol. 50, N°4, p. 370.
5. ORIHUELA, Pablo y Jorge ORIHUELA  
2014 "Needs, Values and Post-occupancy Evaluation of Housing Project Customers: A Pragmatic View". *Procedia Engineering*. 2014, vol. 85, pp. 412-419.
6. Elaboración propia
7. FEIL, Patrick, Keun-Hyo YOON y Il-Woon KI  
2004 "Japanese target costing: a historical perspective". *International Journal*. 2004, Vol. 11, pp. 10-19.
8. ZIMINA, Daria, Glenn BALLARD y Christine PASQUIRE  
2012 "Target Value Design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost". *Construction Management and Economics*. 2012, vol. 30, pp. 383-398.
9. MACOMBER, Hal, Greg HOWELL y John BARBEIRO  
2012 "Target-value design: Nine foundational practices and six advanced practices for delivering surprising client value". *Lean Project Consulting*.
10. Elaboración propia.
- 11 – 13. UNIVERSAL HEALTH SERVICES  
2012 "UHS Lean Project Delivery Guide". Universal Health Services(UHS).
- 14 – 20. PROJECT PRODUCTION SYSTEM LABORATORY  
2013 "Technical report: The application of Target Value Design to the design phase of 3 hospital projects". Project Production System Laboratory, University of California, Berkeley.
21. BALLARD, Glenn  
2006 "Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing". En 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Santiago de Chile, pp. 77-89.
22. BALLARD, Glenn, Todd ZABELLE  
2000 "Project Definition, White Paper #9". Lean Construction Institute. USA, 2000.
23. MOSSMAN, Alan, Glenn BALLARD y Christine PASQUIRE  
2013 "Lean Project Delivery: innovation in integrated design & delivery". En EYNON, J. *The Design Manager's Handbook*. 2013, pp. 165-190.
- BALLARD, Glenn  
2006 "Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing". En 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Santiago de Chile, pp. 77-89.
24. BALLARD, Glenn, Todd ZABELLE  
2000 "Lean Design: Process, Tools, & Techniques, White Paper #10". Lean Construction Institute. USA, 2000.
- 25 – 26. Elaboración propia.

27. RIOJA, G.  
2010 Descriptif de l'offre du Service Architecture – OSI, Osi-crcom, 2010.  
Consulta: 20 de enero de 2014  
<<http://www.osi-cr.com/services/guichets/cabinet-d-architectes/article/descriptif-de-l-offre>>
28. OTAZZI, Gianfranco  
2012 Apuntes del curso Análisis Estructural 1. Sexta edición. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- BLANCO, Antonio  
1994 Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Segunda edición. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- 29 – 30. Elaboración propia.

### Tablas

1. LANGFORD, David, Verónica MARTINEZ y Umit BITITCI  
2003 “Best Value in Construction: Towards an Interpretation of Value from Client and Constructor Perspectives”. *Journal of Construction Procurement*. 2003, vol. 9, N° 1, pp. 56-67.
2. SUHUR, J.  
1999 “The choosing by advantages decision making system”. *Quorum*. Westport, 1999.
- 3 – 4. PROJECT PRODUCTION SYSTEM LABORATORY  
2013 “Technical report: The application of Target Value Design to the design phase of 3 hospital projects”. Project Production System Laboratory, University of California, Berkeley.
- 5 – 6. Elaboración propia
7. BOWEN, B. y R. B. CHARETTE  
1991 “Elemental Cost Classification Standard for Building Design”, 1991 American Association of Cost Engineers (AACE) Transactions. Seattle, Washington, 1991, p. H2-1 to H2-5.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
2010 RD N° 073-2010. Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas. 2010.