



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA GESTIÓN DE COSTOS UTILIZANDO EL SISTEMA INTEGRADO GREEN – LEAN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISCIGRANJA COMUNAL EN SAN JOSE DE BAÑOS – HUARAL 2019”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Willy Moises Apolinario Aguilar

Asesor:

Ing. Mg. José Alexander Ordoñez Guevara

Lima - Perú

2020

## ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El asesor **José Alexander Ordoñez Guevara** de la carrera de INGENIERÍA CIVIL de la **Universidad Privada del Norte** ha procedido a realizar la revisión del Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller: Willy Moises Apolinario Aguilar

## DEDICATORIA

A mi esposa e hija, por su cariño y comprensión.

En el desarrollo de esta tesis.

A mis padres y hermanos por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis abuelos por su cariño y ser fuente de inspiración y superación.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme salud y permitir desarrollarme profesionalmente.

A mi tío Cesar por sus enseñanzas y oportunidades ofrecidas durante mi aprendizaje.

A mis familiares cercanos que confiaron en el logro de mis metas.

A la universidad por el conocimiento recibido durante mi estadía.

A mi asesor por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ...</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
1.1 Descripción de la empresa.....	18
1.2 Servicios que brinda la empresa Nealpe S.A.C. ....	18
1.3 Antecedentes.....	25
1.4 Realidad Problemática.....	36
1.5 Justificación .....	40
1.6 Planteamiento del problema .....	41
1.7 Objetivos.....	42
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>43</b>
Proyectos de construcción .....	43
• Definición de proyecto .....	43
• Ciclo de vida de un proyecto de construcción.....	43

- Fases de un proyecto de construcción ..... 45
- Procesos de un proyecto de construcción ..... 47
- Involucrados o stakeholders ..... 48
- Gestión de proyectos de construcción..... 49
- Métodos de gestión de proyectos de construcción..... 51
- Gestión de la información en la construcción..... 54
- Diseño y Construcción Sin Perdidas (Lean Design and Construction LEAN) ..... 55
- Definición Lean ..... 56
- Principios Lean ..... 57
- Productividad en la construcción ..... 58
- El concepto de valor y desperdicio ..... 60
- Sistema de Entrega de Proyectos Sin Perdidas (LPDS) ..... 62
- Definición Green..... 68
- Historia Green..... 70
- Impacto del entorno construido en el medio ambiente ..... 71

- Rompiendo el mito que un diseño sostenible siempre es más costoso ..... 72
- Decisión, obstáculos y objetivos del diseño y construcción Green ..... 73
- Metodología específica del Sistema Integrado LG ..... 74
- La conexión entre Lean-Green ..... 74
- Relaciones de interacción ..... 75
- Diseño del sistema de producción en el Sistema Integrado LG ..... 77
- Integración en el Sistema Integrado LG..... 80
- Colaboración en el Sistema Integrado LG ..... 81
- Diseño basado en modelos en el Sistema Integrado LG ..... 83
- Costo objetivo en el Sistema Integrado LG..... 86
- Diseño y construcción sostenible en el Sistema Integrado LG ..... 87
- Transparencia de procesos en el Sistema Integrado LG ..... 88
- Creatividad, innovación y procesos de mejora continua en el Sistema Integrado LG..... 89
- Constructabilidad en el Sistema Integrado LG..... 93
- Gestión del diseño basado en competencias en el Sistema Integrado LG ..... 94
- El Sistema Integrado LG ..... 96

El Ambiente LG .....	99
Equipo de diseño LG.....	99
Implementación del Sistema Integrado LG en la construcción .....	102
El Sistema Integrado LG como nuevo enfoque de gestión .....	104
Reconfiguración contractual para la implementación del Sistema Integrado LG .....	105
Cambio de cultural para la implementación del Sistema Integrado LG .....	107
Regulaciones e intervenciones del estado para la implementación del Sistema Integrado LG .....	107
Adopción de herramientas tecnologías TIC en el Sistema Integrado LG .....	108
Beneficios Lean .....	110
Criterios Green.....	111
Necesidad de procesos integrados de diseño .....	113
Limitaciones .....	114
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>116</b>
3.1 Desarrollo del proyecto .....	118
3.2 Objetivo del diseño del proyecto .....	120

3.3	Green en el diseño del proyecto.....	126
3.4	Tipo y diseño de la investigación en la experiencia.....	131
3.5	Material de Estudio .....	133
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....</b>		<b>166</b>
4.1	Objetivo general.....	166
4.2	Objetivos específicos.....	169
4.3	Determinación de beneficios .....	196
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....</b>		<b>198</b>
<b>CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....</b>		<b>200</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>201</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>204</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	137
Tabla 2.....	138
Tabla 3.....	139
Tabla 4.....	140
Tabla 5.....	141
Tabla 6.....	142
Tabla 7.....	143
Tabla 8.....	144
Tabla 9.....	145
Tabla 10.....	146
Tabla 11.....	147
Tabla 12.....	148
Tabla 13.....	149
Tabla 14.....	150
Tabla 15.....	151
Tabla 16.....	152
Tabla 17.....	153
Tabla 18.....	154
Tabla 19.....	155
Tabla 20.....	156
Tabla 21.....	157

Tabla 22.....	158
Tabla 23.....	159
Tabla 24.....	160
Tabla 25.....	161
Tabla 26.....	162
Tabla 27.....	163
Tabla 28.....	164
Tabla 29.....	165
Tabla 30.....	167
Tabla 31.....	167
Tabla 32.....	168
Tabla 33.....	168
Tabla 34.....	169
Tabla 35.....	169
Tabla 36.....	170
Tabla 37.....	171
Tabla 38.....	171
Tabla 39.....	171
Tabla 40.....	172
Tabla 41.....	173
Tabla 42.....	173
Tabla 43.....	197

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Construcción de centro comercial Titanium Plus.....	19
<i>Figura 2.</i> Proyecto ejecutado C.C. Titanium Plus .....	20
<i>Figura 3.</i> Proyecto multifamiliar ejecutado edificio Piura.....	21
<i>Figura 4.</i> Proyecto ejecutado Casa Playa – Pucusana. ....	22
<i>Figura 5.</i> Organigrama de la empresa.....	24
<i>Figura 6.</i> Evolución del índice de obras de concreto en el Perú 2017 – 2020.....	37
<i>Figura 7.</i> Índice de la Producción de la Construcción al 2020 .....	38
<i>Figura 8.</i> Principales causas de los problemas en un proyecto en etapa de construcción .....	39
<i>Figura 9.</i> Estructura y niveles típicos de costo y dotación de personal durante el ciclo de vida del proyecto. ....	44
<i>Figura 10.</i> Impacto de la variable en función del tiempo del proyecto .....	45
<i>Figura 11.</i> Ciclo de Vida de un proyecto de construcción.....	46
<i>Figura 12.</i> Relación entre Grupos de Procesos en una fase de un proyecto de construcción .....	48
<i>Figura 13.</i> Principales involucrados durante el ciclo de vida de un proyecto de construcción ....	49
<i>Figura 14.</i> El Enfoque Lean Construction .....	52
<i>Figura 15.</i> Enfoque del PMI (E: Entradas, S: Salida) .....	53
<i>Figura 16.</i> Matriz de procesos y áreas de conocimientos para la gestión de proyectos .....	54
<i>Figura 17.</i> Principios básicos originales de Lean Construction en ciclo de vida de un proyecto de construcción .....	57
<i>Figura 18.</i> Principios Lean Construction revisados por Sacks et al. (2010) en el ciclo de vida de un proyecto de construcción. ....	58

<i>Figura 19.</i> Perdidas en los procesos de producción de un producto .....	61
<i>Figura 20.</i> Sistema de Entrega de Proyectos Sin Pérdidas o Lean Project Delivery System (LPDS) .....	66
<i>Figura 21.</i> Revisión histórica del desarrollo del Diseño y Construcción Sostenible .....	70
<i>Figura 22.</i> Impactos del entorno construido en el medio ambiente .....	72
<i>Figura 23.</i> Descripción de la relación entre Lean y Green, como un sistema integrado implementado dentro de la fase de concepción y diseño de un proyecto de construcción .....	75
<i>Figura 24.</i> Relación de interacción entre Lean y Green .....	76
<i>Figura 25.</i> La curva MacLeamy .....	79
<i>Figura 26.</i> El concepto de colaboración en un ambiente de trabajo “Big Room” .....	82
<i>Figura 27.</i> Diseño basado en modelos .....	84
<i>Figura 28.</i> Pilares del Sistema Integrado LG .....	90
<i>Figura 29.</i> Ciclo de control de calidad.....	92
<i>Figura 30.</i> Ciclo de Deming.....	92
<i>Figura 31.</i> Constructabilidad como elemento de unión entre la fase de diseño y construcción ...	93
<i>Figura 32.</i> Fundamentos del Sistema Integrado LG.....	98
<i>Figura 33.</i> Implementación del Sistema Integrado LG, en proyectos o fases .....	104
<i>Figura 34.</i> Sistema semi – lineal de entrega de proyectos.....	106
<i>Figura 35.</i> Implementación del Sistema LG y Regulaciones de Estado.....	108
<i>Figura 36.</i> Criterios y principios Green, durante el ciclo vida de un proyecto de construcción. .	112
<i>Figura 37.</i> Ubicacion del proyecto .....	120
<i>Figura 39.</i> Rio Quiles de donde se tomará el agua para la Piscigranja. ....	121

<i>Figura 38.</i> Zona donde se ejecutó el proyecto. ....	121
<i>Figura 40.</i> Diseño Bim de Proyecto Piscigranja Comunal .....	122
<i>Figura 41.</i> Modelado Bim del Proyecto Piscigranja Comunal .....	123
<i>Figura 43.</i> Diseño Bim del Proyecto Piscigranja Comunal presentado al cliente.....	124
<i>Figura 42.</i> Diseño Bim del Proyecto Piscigranja Comunal presentado al cliente.....	124
<i>Figura 44.</i> Ingeniería concurrente (Big Room) .....	125
<i>Figura 45.</i> Múltiples alternativas del plan de construcción .....	126
<i>Figura 46.</i> Proyecto Piscigranja Comunal .....	127
<i>Figura 47.</i> Estado natural del terreno antes de la construcción.....	128
<i>Figura 48.</i> Proyecto Piscigranja Comunal; Objetivo Alcanzado .....	129
<i>Figura 49.</i> Diagrama de diseño descriptivo causal explicativa .....	132
<i>Figura 50.</i> Variables de la investigación.....	133
<i>Figura 51:</i> Planificación de la Dirección del Proyecto.....	139
<i>Figura 52:</i> Factores ambientales de la empresa .....	140
<i>Figura 53:</i> Acta de constitución del proyecto .....	141
<i>Figura 54:</i> Activos de los procesos de la organización .....	142
<i>Figura 55:</i> Herramientas de Gestión.....	143
<i>Figura 56:</i> Técnicas de Gestión.....	144
<i>Figura 57:</i> Planificación de la gestión de costos .....	145
<i>Figura 58:</i> Planificación de la gestión de recursos humanos .....	146
<i>Figura 59:</i> Establecimiento de la Línea Base del Alcance .....	147
<i>Figura 60:</i> Elaboración del cronograma del proyecto .....	148
<i>Figura 61:</i> Registro de riesgos .....	149

<i>Figura 62:</i> Estimación del costo de las actividades.....	150
<i>Figura 63:</i> Procesos de la organización .....	151
<i>Figura 64:</i> Elaboración del presupuesto en base a estimaciones .....	152
<i>Figura 65:</i> Estimaciones del costo de las actividades .....	153
<i>Figura 66:</i> Determinación del cronograma del proyecto.....	154
<i>Figura 67:</i> Uso de Herramientas y técnicas de gestión .....	155
<i>Figura 68:</i> Registro de los riesgos.....	156
<i>Figura 69:</i> Activos de los procesos de la organización .....	157
<i>Figura 70:</i> Calendario de los recursos .....	158
<i>Figura 71:</i> Determinación de acuerdos.....	159
<i>Figura 72:</i> Planificación de la dirección del proyecto.....	160
<i>Figura 73:</i> Requisitos de financiamiento del proyecto.....	161
<i>Figura 74:</i> Desempeño del trabajo .....	162
<i>Figura 75:</i> Activos de los procesos de la organización .....	163
<i>Figura 76:</i> Herramientas de gestión .....	164
<i>Figura 77:</i> Técnicas de gestión.....	165

## INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1.</i> Concepto de productividad .....	59
<i>Ecuación 2.</i> Concepto de Valor .....	60
<i>Ecuación 3.</i> Fórmula para el cálculo de muestra en poblaciones finitas y conocidas .....	134

## INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Formato de cuestionario .....	204
Anexo B. Validación de juicio de experto .....	207
Anexo C. Panel fotográfico .....	209

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción de la empresa

La empresa Nealpe S.A.C. con ruc N° 20563078856 fue inscrito en los registros públicos el 01 de Julio 2014 en los registros públicos, mediante la unión de socios emprendedores de gran experiencia y trayectoria en el rubro de la construcción, que decidieron apostar por una firma propia, cuyos objetivos están enmarcados en generar empleos y desarrollo económico, teniendo como principal oficio la ejecución de Obras Privadas y Públicas enfocada a mediana y gran envergadura.

El crecimiento desde sus inicios de la empresa **Nealpe S.A.C.** se basa en el empeño y compromiso que le pone al desarrollo de proyectos, para lograr la satisfacción de sus clientes, brindándoles las garantías de Calidad, tiempos de entrega, la optimización de recursos y seguridad que se exigen dentro de un proyecto en desarrollo.

La organización de Nealpe **S.A.C.** tiene la unión de profesionales, técnicos, personal calificado y no calificado, que se encuentran siempre disponibles y comprometidos al desarrollo de nuevos retos y desafíos para poder cubrir las expectativas de las empresas que contratan con nosotros.

### 1.2 Servicios que brinda la empresa Nealpe S.A.C.

- Elaboración y diseño de edificios multifamiliares
- Construcción de edificios multifamiliares
- Ejecución de obras de saneamiento

- Ejecución de obras muros de contención
- Ejecución de obras hidráulicas
- Fabricación venta y alquiler de equipos de construcción

A continuación, se muestra proyectos que han sido ejecutados en los últimos años:

- **Centro Comercial TITANIUM (San Isidro).** - Es un centro comercial empresarial, orientado a empresas y profesionales que privilegien la ubicación, conectividad y flexibilidad, que cuenta con una clasificación tipo "A" en Av. Santa cruz N° 218-2020. El proyecto contempla la construcción de oficinas y comercio hasta en 5 pisos y cuenta con 5 sótanos para estacionamientos principalmente.



*Figura 1.* Construcción de centro comercial Titanium Plus

Fuente: Empresa Nealpe S.A.C.



*Figura 2.* Proyecto ejecutado C.C. Titanium Plus

Fuente: Empresa Nealpe S.A.C.

- **Edificio Piura 1043 (Miraflores).** - Es un proyecto pensado en cómo se merece vivir. Se encuentra ubicado en el corazón de Miraflores priorizando la conectividad con la ciudad en la Calle Piura 1043, El proyecto cuenta con la construcción de departamentos de tipo Flat y Dúplex con Estacionamiento Simple y un depósito incluido.



*Figura 3.* Proyecto multifamiliar ejecutado edificio Piura.

Fuente: Empresa Nealpe S.A.C.

- **Vivienda Multifamiliar – CASA PLAYA.** - Es un proyecto ubicado a 58 Km al sur de Lima en Pucusana específicamente en el Club Náutico Poseidón, El proyecto contempla en el interior con habitaciones amplias y una buena iluminación natural además de

contar con piscina, jardines y cerco perímetro toda la propiedad cuyo dueño es el Sr. Christian Neuhaus.



*Figura 4.* Proyecto ejecutado Casa Playa – Pucusana.

Fuente: Empresa Nealpe S.A.C.

### **1.2.1 Objetivo de la empresa**

Ser una empresa contratista en el rubro de la construcción en el Perú no es fácil, Pero Nealpe S.A.C. tiene como objetivo principal mantenerse y aumentar su clientela, bajo los estándares de la construcción y teniendo una mejora continua, adoptado nuevos sistemas en desarrollo y logrando así contribuir en todos ámbitos la satisfacción de sus clientes.

### 1.2.2 Alcance de la empresa

El tener un equipo con profesionales que tienen una amplia trayectoria en el rubro de la construcción, el haber ejecutado proyectos a mediana y de gran envergadura, hacen que garanticen el aseguramiento en los aspectos económicos, calidad, seguridad y salud en el trabajo y cuidado del medio ambiente, así mismo respetando y haciéndolas respetar las normas y reglamentos vigentes establecidos para la ejecución proyectos de construcción.

Asimismo, las cualidades principales de la empresa **Nealpe S.A.C.** es la capacidad y logística con la que cuenta, tanto en el ámbito profesional y equipamiento, ya que cuentan amplia trayectoria en el rubro de la construcción, ellos hacen que su clientela deposite toda la confianza en la ejecución y desarrollo de sus proyectos.

### 1.2.3 Valores de la empresa:

- **Íntegros:** La transparencia y honestidad rigen todas nuestras relaciones.
- **Serviciales:** Comprometidos con la satisfacción a largo plazo de nuestros clientes.
- **Respetuosos:** Valoramos a las personas, las comunidades y el medio ambiente.
- **Innovadores:** Enfocados en la calidad y mejora continua de los espacios que creamos.

### 1.2.4 Misión de la empresa

Somos una empresa especializada en diseño y construcción de proyectos inmobiliarios, nuestro principal objetivo es construir edificaciones de calidad atendiendo a nuestros clientes de manera personalizada, ofreciéndoles siempre las mejores alternativas para su proyecto.

## 1.2.5 Visión de la empresa

Ser reconocidos por ofrecer siempre la mejor alternativa técnico-económica brindando un excelente servicio a nuestros clientes donde destaque la calidad, confianza y exclusividad. para que cuando nuestros clientes piensen en diseñar y construir piense en nosotros.

## 1.2.6 Organigrama de la empresa

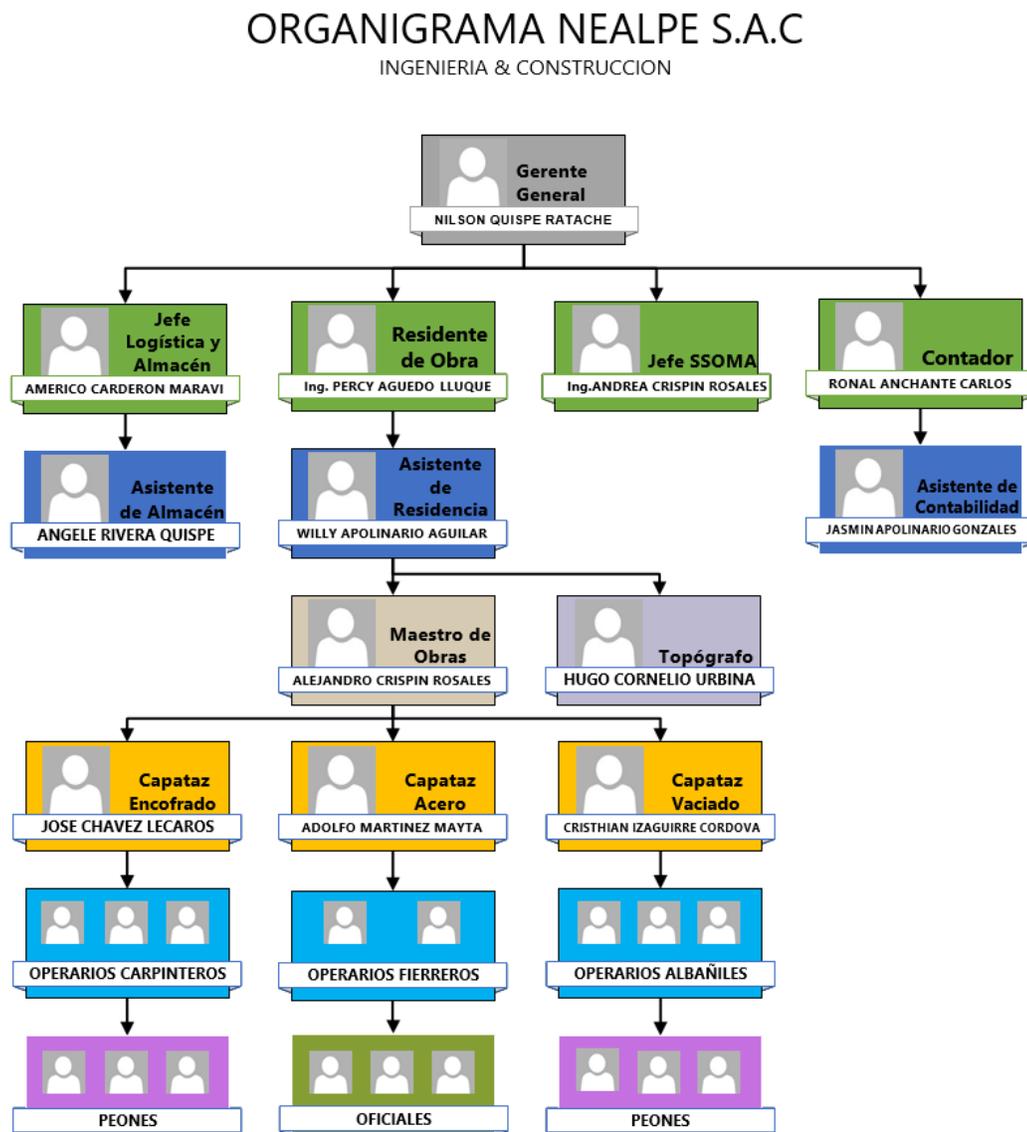


Figura 5. Organigrama de la empresa

Fuente: Empresa Nealpe S.A.C.

### 1.3 Antecedentes

#### 1.3.1 Antecedentes nacionales

Como antecedentes **internacionales** es importante tener en cuenta que:

Según Villamizar (2016), en la tesis “ **IMPLEMENTACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCTORA COLPROYECTOS S.A.S. DE UN PROYECTO DE VIVIENDA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO**” , trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos, en la Universidad Industrial de Santander , Facultad de Ingeniería Físico Mecánica, y cuyo objetivo principal es Implementar la metodología lean construcción en la obra ARBORETTO de la constructora Colproyectos S.A.S. ubicada en el municipio de villa del rosario, aplicando el Last Planner (ultimo planificador) y el layout, y cuyas conclusiones fueron que gracias a diseñar e implementar los formatos se obtuvo una base de datos, que facilitará y mejorará las actividades relacionadas con el control de los procesos así como la productividad de obra, control de actividades, programación de obra, causas de cumplimiento entre otras; además, las bases de datos creadas, ayudaron al control y el registro de las actividades y rendimiento de obra ya que anteriormente se observaba muchos atrasos debido a las malas programaciones, todo este ciclo fue una mejora a tiempo para la obra logrando la implementación de lean construction , contribuyendo todo ello a una optimización de los costos.

De acuerdo a Crespo (2016), en su investigación titulada: **MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE QUITO, APLICANDO LEAN CONSTRUCTION**, trabajo de investigación presentado

para la obtención del Título de Magister en Gerencia de la Construcción, en la Universidad Central del Ecuador , Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, y cuyo objetivo principal es emplear la nueva filosofía “Lean Construction” en proyectos de edificaciones de obras civiles en la ciudad de Quito como estrategia de mejoramiento continuo en los procesos productivos, gestión de sus trabajadores e incremento del valor agregado del producto final en búsqueda de mayores niveles de productividad, competitividad y rentabilidad, concluye que existen factores que no permiten el avance y desarrollo de la construcción en Latinoamérica. La productividad está siendo afectada por problemas de rentabilidad de proyectos. Dentro de esta perspectiva el autor refiere que la investigación se centró en desarrollar diversas mejoras de partidas responsables con medidas de productividad. La propuesta de Lean Construction, es una fuerza teórica imprescindible para difundir y crear producción para mayor rentabilidad. Con ello se afianzan las investigaciones basadas en herramientas propias de los registros.

Por su lado **Cano (2019)**, en su investigación titulada: **MODELO DE EVOLUCION DE LA MADUREZ DE LEAN CONSTRUCTION EN LA GESTION DE PRODUCCION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION**, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Doctora en Ingeniería, en la Universidad del Valle , Facultad de Ingeniería, y cuyo objetivo principal es diseñar un Modelo de Evolución de la Madurez de Lean Construction en la Gestión de producción de proyectos de construcción, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que se desarrolló de un Modelo de Madurez con el cual se logra mediar el nivel de madurez de LC en la GPC y se estudian e identifican las relaciones entre los diferentes elementos de la madurez. El SLC EModel es una herramienta que apoya la definición de estrategias de mejoramiento de la producción de proyectos de construcción con la integración

de LC como su sistema de gestión cuya validez se verifica en cuatro instancias del desarrollo del modelo. Se trata de una herramienta que se prevé puede contribuir a mejorar continuamente la eficiencia de la producción de construcción. Una mejora de eficiencia trae como consecuencia la mejora de la productividad que beneficia a la organización y al sector. El SLC-EModel se propone como una herramienta útil para contribuir con el desarrollo del sector de la construcción y podría ser fácilmente adaptado en otros sectores de producción de bienes o servicios. Su creación fue prevista con enfoque en LC, sin embargo, su desarrollo permitió la obtención de un modelo de características genéricas. A su vez, los elementos asociados a estas categorías, a pesar de ser utilizados en la implementación y desarrollo de LC, son comunes a otros procesos de producción. El SLC-EModel se compone de 3 categorías, 7 factores de madurez y 35 atributos de madurez. Las categorías son los constructos de mayor nivel del modelo y se componen de factores de madurez (FM); los FM agrupan los atributos de madurez que los explican, son los constructos de nivel intermedio del modelo y, los atributos se hallan en el nivel básico del modelo. Las tres categorías de madurez del modelo son: Personas, Sistema de Producción, Soporte de la Organización a la Producción

En el diseño del **SLC-EModel** se identificaron elementos relevantes directamente relacionados con la madurez de LC en la GPC. Estos elementos fueron clasificados en las tres categorías de madurez mencionadas subordinadas a los FM. Para el Sistema de Producción de Proyectos de Construcción, las personas son muy importantes. La producción se lleva a cabo con personas y las implicaciones que directamente tienen que ver con personas se encadenan para aportar en la mejora del flujo de producción. En el proyecto de construcción, todos los procesos se realizan con personas; las personas conforman equipos, y los equipos se desenvuelven en los

ambientes de trabajo. De esta manera, las empresas no deben dejar de concentrar sus esfuerzos en la formación de su capital humano; este es un concepto que refuerza la concepción del modelo. El desempeño de LC se basa en la gente, así que se debe fortalecer el capital humano y construir una cultura LC. Para lograr la adopción y la aplicación de tecnologías de proceso en la industria de la construcción, se requiere de una mejor comprensión de las prácticas de gestión de la innovación. Un modelo de evolución debe ser una herramienta sencilla de aplicar, que incluya las personas en los diferentes niveles de la organización de manera sistémica. Un modelo de este tipo se aplica a toda la GPC y debe reflejar lo que sucede en cada fase del proyecto. El modelo debe ser entendido y aplicado como un proceso de autoevaluación, en el que se califica el nivel de implementación de las prácticas y la integración de procesos con el uso de indicadores mediante el establecimiento de condición de mínimas prácticas. Alcanzar un primer nivel de madurez es el reconocimiento del proceso de implementación de LC con el cual se da inicio al desarrollo de un proceso progresivo de madurez.

De acuerdo a **Cubaque (2014)**, en su investigación titulada: **DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCCIÓN EN UNA EMPRESA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN**, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Especialización de Gerencia Integral de Proyectos, en la Universidad Militar Nueva Granada , Facultad de Ingeniería, y cuyo objetivo principal es maximizar el valor y reducir las pérdidas en el desarrollo de actividades de construcción, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que la implementación de programas enfocados al mejoramiento, deben iniciarse con la creación de una cultura de medición y evaluación. Modelos cuantitativos, como el muestreo de trabajo, se convierten en

herramientas útiles para medir pérdidas, variabilidad y otras variables en el desempeño de los proyectos en ejecución. La implementación del sistema de planificación y control Último planificador (Last Planner), aumenta la confiabilidad del sistema de planificación de las empresas que lo utilizan. Se debe trabajar en el modelo dinámico utilizando la implementación de esta metodología para reducir la variabilidad de los proyectos y poder cumplir los plazos pactados al inicio de cada proyecto, se ha evidenciado en otras constructoras que la implementación de esta metodología trae resultado a corto y largo plazo.

Según **Costa (2016)**, en su investigación titulada: **ESTUDIO PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE INTRODUCCIÓN DE LA FILOSOFÍA “LEAN CONSTRUCTION” EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS, EN EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE CIUDADES INTERMEDIAS, CASOS: CUENCA Y LOJA**, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Magister en Construcciones, en la Universidad de Cuenca , y cuyo objetivo principal es determinar la factibilidad o posibilidad de introducción de la filosofía “Lean Construction” en la etapa de planificación y diseño, en empresas públicas y privadas de Cuenca y Loja, para mejorar la productividad de los proyectos de construcción, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que luego de realizadas las encuestas, analizados los casos de estudio, revisada la bibliografía y planteadas las estrategias, se corrobora la hipótesis planteada al inicio de la investigación al considerar que es totalmente factible la introducción de la filosofía “Lean Construction” en la etapa de diseño y planificación de proyectos, en empresas públicas y privadas de Cuenca y Loja, para mejorar la productividad de los proyectos de construcción. Con el estudio y análisis de la filosofía “Lean Construction”, se elaboró el marco

teórico del cual se obtuvieron los recursos conceptuales para el desarrollo de la investigación.

Estableciendo que es una nueva forma de ver la gestión, no un modelo o pasos establecidos que se deban seguir y es a partir de sus principios y determinación de sus ventajas frente a los procedimientos de gestión tradicionales, que se plantean estrategias y herramientas que mejoren el desempeño de los trabajos de planificación y diseño de los proyectos. Las ventajas de la implementación de la filosofía “Lean Construction” en la etapa de planificación y diseño de los proyectos es que se programan las actividades con anticipación teniendo claras las limitaciones o restricciones que se deben resolver. De esta forma se optimiza el rendimiento de cualquier tipo de proyecto sea grande, pequeño, público o privado. Con la investigación de campo se pudieron identificar los puntos críticos de productividad de los proyectos de empresas públicas y privadas de Cuenca y Loja, siendo los principales aquellos que tienen que ver con la falta de procedimientos claros y el desconocimiento de los mismos en la planificación y diseño de proyectos. Y pese a la diversidad de indicadores según lo investigado, se determina que las causas desembocan en la falta de coordinación de procesos y de personal involucrado en el trabajo. La situación actual de la forma como se llevan a cabo los proyectos en Cuenca y Loja, en la etapa de planificación y diseño es breve, no se evalúan lo suficiente las alternativas y se saltan pasos, como no realizar a profundidad el diseño conceptual de los proyectos, lo cual permite reflexionar y dedicar tiempo a la aplicación de nuevos conocimientos que ayuden a mejorar la productividad del proceso de planificación y diseño, y la rentabilidad económica de los proyectos. Por ello, tanto en Cuenca como en Loja se requiere integrar conceptos innovadores y de emprendimiento que insistan en la cualidad diferenciadora y valor agregado de los proyectos en la etapa de planificación y diseño de los proyectos, para que éstos sean ejecutables y cumplan con calidad de demandan los proyectos. Pues los problemas con la calidad del diseño y de la

documentación que se genera en un proyecto, seguirán teniendo un impacto significativo en la eficiencia de la industria de la construcción. Conociendo como se llevan a cabo algunos procedimientos de planificación y diseño de proyectos, se puede decir que modificar la estructuración de los trabajos y dar secuencia y más control a las actividades es la propuesta Lean que se presenta y apoya la generación de nuevos procesos organizados y coordinados a través de los cuales se pueda mejorar el diseño y planificación de los proyectos. Pues, la indefinición de procesos pone en evidencia la obsolescencia de las prácticas de la gestión pública y privada y son las deficiencias identificadas el punto de partida para la elaboración de los lineamientos de planificación y diseño no en base a generalidades si no en base a realidades locales, con principios fundamentados en la filosofía Lean Construction. Las herramientas propuestas en este documento constituyen la aplicación de los principios teóricos de la filosofía “Lean Construction” y son el punto de partida para llevar a la realidad este pensamiento a la forma de planificar y diseñar los proyectos, mejorando el flujo de trabajo y la producción del diseño. Es así que los procesos planteados tienen que ver fundamentalmente con la coordinación y altos estándares de comunicación que permitan una definición clara de las necesidades de los clientes y los atributos de diseño. La implementación de los mismos ayudará sin duda, a cumplir con los costos, plazos y calidad de los proyectos y a mejorar la productividad y rentabilidad de las empresas u oficinas de diseño y construcción. Además, a obtener indicadores más confiables de evaluación de los proyectos, reduciendo así la incertidumbre asociada con el diseño y la planificación de los mismos. Asimismo, el estudio incluye a l multidisciplinariedad como requisito indispensable para la formación de los equipos de trabajo y es muy importante para mejorar la práctica actual de planificación en donde el valor se puede encontrar en el intercambio de ciencias, diferencias y aportes de cada miembro del equipo de diseño. También, se establece

que incorporar a la ciudadanía para resolver sus necesidades específicas en un proyecto público es indispensable. De esta forma, los proyectos se diseñan en base a realidades y no a supuestos, lo cual constituye un reto en la planificación y diseño de los proyectos. Y al mismo tiempo, incluir a las personas que podrían resultar beneficiadas o afectadas por un proyecto público o privado, aporta a la definición del diseño para lograr proyectos más pertinentes dentro de los contextos en donde se van a implantar. Considerando que las externalidades o impactos positivos y negativos de los proyectos ayudará a generar valor a los proyectos. Si bien los objetivos planteados en el trabajo se cumplieron, las reflexiones derivadas del estudio podrían ser el ser el punto de partida para la formulación de nuevos procedimientos que faciliten el desarrollo de proyectos en las etapas siguientes a planificación y diseño de los proyectos, así como explorar nuevas posibilidades de procesos y herramientas que se puedan ir incorporando a esta estructura de trabajo.

### **1.3.2 Antecedentes internacionales**

En base a los antecedentes **nacionales** tenemos que:

Por su parte **Fustamante Huamán M. (2014)**, en la tesis “**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO BIM - LEAN- GREEN (BLG) EN LA FASE DE DISEÑO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN** ”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Cajamarca, y cuyo principal objetivo es Integrar BIM, Lean y Green (BLG) como un sistema integrado e implementarlo en la fase de diseño de proyectos de construcción, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que la implementación del sistema desde fases tempranas produce un efecto positivo en términos de reducción de tiempo y costos, es decir, minimiza el tiempo y costo del

ciclo de vida de un proyecto de construcción debido a que los procesos de la generación de la información de diseño se aceleran gracias a la creación de un equipo BLG dentro de un ambiente de trabajo BLG, con uso de *modelos* BLG que las herramientas TIC modernas permiten realizar hoy en día.

De acuerdo a **Ancho Rojas G. (2019)**, en la tesis “**APLICACIÓN DE CONCEPTOS DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION Y LA PRODUCTIVIDAD EN LA OBRA CREACIÓN DE PISCIGRANJA PARA LA PRODUCCIÓN DE TRUCHAS**”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Peruana del Centro, y cuyo principal objetivo es determinar la relación que existe entre la aplicación de los conceptos de la filosofía Lean Construction y la productividad en la obra “Creación de piscigranja para la producción de truchas” en la localidad de Santa Rosa, distrito de Huaribamba, Tayacaja - Huancavelica, 2018 , y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que los resultados de la aplicación de los conceptos de la filosofía Lean Construction en la obra “Creación de piscigranja para la producción de truchas” en la localidad de Santa Rosa, distrito de Huaribamba, Tayacaja – Huancavelica en el 2018; fueron en promedio que el nivel de actividad real de los trabajadores de 62%, el promedio de coeficiente de participación de los trabajadores de 92% y el promedio del nivel de actividad relativo de los trabajadores de 57%.

Por su parte **Vásquez (2019)**, en la tesis “**APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA EJECUCION Y CONTROL DE PROYECTOS CIVILES**”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Peruana del Centro, y cuyo principal objetivo es determinar un modelo de gestión de productividad y control mediante la aplicación de la filosofía lean construction para optimizar

los recursos económicos en proyectos de infraestructura educativa en el sector público de la región Junín, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que se logró la gestión en productividad y control mediante la aplicación de la filosofía lean construction, generando una herramienta de gestión que optimiza los recursos económicos en proyectos de infraestructura educativa en el sector público. El modelo de gestión en la productividad mediante la aplicación de la filosofía lean construction y sus herramientas en las infraestructuras educativas, aumenta la productividad significativamente. El modelo de gestión en el control mediante la aplicación de la filosofía lean construction en las infraestructuras educativas optimiza los procesos, porque su control se desarrolla en una etapa de pre construcción.

Según **Arenas (2018)**, en la tesis **“MEJORA DE LA GESTION EN OBRA DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS CON LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION”**, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Peruana Los Andes, y cuyo principal objetivo es mejorar la Gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C mediante el empleo del “Lean Construction”, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que utilizar el Lean Construction mejoró la gestión de proyectos en la etapa de planificación, ejecución y seguimiento de obras en la especialidad de estructuras de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C, influyendo en costos, afectando el tiempo de programación y contribuyendo en la gestión de calidad de sus diferentes proyectos de construcción. Los trabajos no contributorios (TNC) son pérdidas y/o desperdicios generados en obra. El incremento de porcentaje en estas indica que se está empleado mayor horas hombre (hh) que no agrega valor a proyecto final. Puedo decir que el empleo de las herramientas Lean

Construction ayudaron a disminuir las horas hombre destinadas a estos tipos de trabajo, esto indico una influencia en 20%,50% y 60% en mejoras de costos en comparación entre el costo meta y el costo real en la construcción de la edificación de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C. Los procesos de planificación, ejecución y control en obra. Tiene un efecto considerable, ya que para la construcción del 1er piso se tuvo un tiempo programado de 20 días calendarios, el cual fue ejecutado en 15 días calendarios. Puedo decir que mejorar procesos afecta directamente al tiempo de programación que tendrá la especialidad de estructuras para la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C. El uso de las herramientas de sectorización, tren de actividades y Análisis de Restricciones contribuyen a ejecutar trabajos más limpios y ordenados, indicando que el procedimiento mejora y mostrando una calidad diferente, eso se vio reflejado en las no conformidades NO presentadas durante la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.

Por su lado **Collachagua (2017)**, en la tesis “**APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCION DE DEPARTAMENTOS MULTIFAMILIARES LA TOSCANA COMO HERRAMIENTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD**”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Continental, y cuyo principal objetivo es determinar cuan beneficioso resulta la aplicación de las herramientas Lean Construction para la mejora de la productividad en la construcción de los departamentos multifamiliares “La Toscana”, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que el resultado de las mediciones del Nivel General de Actividad realizadas para la etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares "La Toscana" (Trabajo productivo = 46%, Trabajo contributorio = 34% y

Trabajo no contributorio = 20%), se encuentran por encima de los resultados obtenidos en las mediciones hechas a las obras de Lima en el año 2006 (TP = 32%, TC = 43% y TNC = 25%); con lo cual se demuestra que la aplicación de la filosofía lean es beneficioso para mejorar la productividad porque permite tener una mejor distribución de los tiempos que busca aumentar el trabajo productivo, disminuir el trabajo contributorio y eliminar el trabajo no contributorio. Sin embargo, si hacemos una comparación con los resultados que presenta Virgilio Ghio de mediciones realizadas en Chile en el 2001 (TP = 47%, TC = 28% y TNC = 25%) nos damos cuenta que aún hay mucho por mejorar, la cual se logrará reduciendo las pérdidas de los procesos de construcción. La filosofía Lean Construction mediante sus herramientas de sectorización (división del trabajo en cantidades similares) y el tren de actividades (cuadrillas que realizan una sola labor), logra incrementar progresivamente la eficiencia con que se ejecutan los trabajos en obra, esto se da por el proceso de especialización de los trabajadores en las labores que realizan durante todo el periodo de ejecución de la obra. El uso del Last Planner System como una herramienta de planificación y control de la producción, permitió reducir considerablemente los efectos de la variabilidad en nuestro proyecto. Gracias a esto se logró cumplir con el plazo de ejecución que se había establecido para la etapa de casco de la obra (16-12-14). En esta parte es preciso mencionar la importancia de llevar un registro de las causas de incumplimiento ya que permiten establecer medidas correctivas y propuestas de mejora para poder cumplir con los plazos de ejecución del proyecto.

#### **1.4 Realidad Problemática**

En el Perú, en la zona de construcción, la pluralidad de compañías constructoras continúa laborando con métodos y técnicas constructivas ineficaces, lo que nos restringe como nación a

progresar con más rapidez. Al inferior grado de rendimiento, se adiciona el inconveniente de la seguridad laboral del grupo. Estos índices nos facultan avizorar el escaso progreso que ha obtenido el sector construcción en nuestro país. El sector construcción incrementó en 5,1% en los tres primeros meses a causa de la gran cantidad de ejecución de obras como caminos, carreteras, calles, edificios, viviendas y otras edificaciones del sector público y privado, de acuerdo a lo que informó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (Diario El comercio, 2018).



Figura 6. Evolución del índice de obras de concreto en el Perú 2017 – 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática



Figura 7. Índice de la Producción de la Construcción al 2020

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

La industria de la construcción tiene una estrecha relación con el cambio climático. Alrededor del 50% de los recursos materiales son usados por la construcción, la cual también produce el 50% de todos los desechos generados.

Asimismo, el 40% del consumo total de energía es usado en el medio construido (Vries 2006). La construcción contribuye en gran medida a los grandes problemas ambientales del mundo actual, como son el calentamiento global, el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación del aire, entre otros más. El diseño sostenible no ha tenido la debida importancia, limitándose sólo como un aspecto conceptual. Ante esta realidad hay una enorme necesidad de reducir todo tipo de desperdicios, maximizar y sostener todo tipo de recursos, entregando productos y servicios de la manera más eficiente y eficaz posible; así pues, esto permitirá a la

industria de la construcción ir a "verde" o "Sostenible" (Vries 2006, McGraw\_Hill Construction 2010, EPA 2014, GGGC 2014 y USGBC 2014).

Estos problemas son debidos a que la industria de la construcción no ha tenido, ni la capacidad, ni la posibilidad de simular las condiciones de trabajo antes de construir como sucede en la industria manufacturera para automatizar procesos y crear flujo y valor (Koskela 1992, Izadi 2013). En otras palabras, se ha mantenido imposible para los proyectistas/consultores de los proyectos de construcción, desde hace muchos años "simular procesos antes de construir", debido al tamaño y complejidad de los proyectos de construcción. Por otro lado, este problema puede también estar relacionado a la sola naturaleza de la construcción, como susceptibilidad al medio ambiente y diferentes requerimientos por diferentes partes involucradas en diferentes proyectos; es decir, la variabilidad de los proyectos de construcción hace esto extremadamente desafiante implementar algún nuevo método generalmente aceptado con el fin de mejorar los procesos.

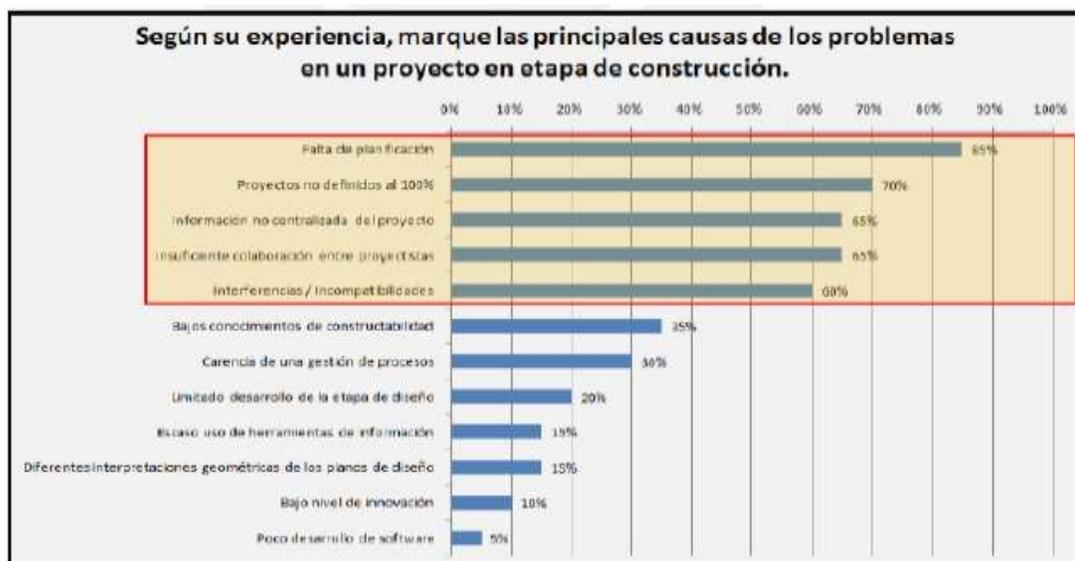


Figura 8. Principales causas de los problemas en un proyecto en etapa de construcción

Fuente: Gestión Lean de Proyectos de Ingeniería

## 1.5 Justificación

La presente investigación tiene como justificación el propósito de aportar información conceptual nutrida y consistente acerca de Implementar una Gestión de Costos utilizando el Sistema Integrado Green Lean para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019 , y así minimizar los conflictos suscitados en la fase de diseño manejando un enfoque distinto de gestión de la construcción , usando tecnologías y herramientas más idóneas, eficientes y eficaces que permitan optimizar procesos desde etapas tempranas del proyecto, mejorando el rendimiento de las partes; asimismo minimizar el creciente y desenfrenado impacto ambiental causado por las actividades materiales y procesos durante la fase de construcción y operación que se genera día a día. Cada día, son más las empresas y profesionales interesados en su implementación debido a los grandes beneficios de su uso. Sin embargo, esto se está aplicando en proyectos de gran envergadura, donde los presupuestos resisten los costos de implementación. Sin embargo, los proyectos de baja o mediana envergadura, no están adoptando esta tecnología debido a la incertidumbre de los propietarios con respecto a la sustentabilidad de los costos de implementación de Lean Green frente a los costos del proyecto. Por este motivo, es importante determinar la aplicabilidad de Lean Green en proyectos de baja o mediana envergadura. Así, el resultado de este análisis permitirá a los empresarios peruanos tomar una decisión informada al respecto, mejorando la gestión de costos de sus proyectos.

Este estudio cuenta con una **justificación teórica** porque resume el aporte teórico de los autores más importantes que hacen referencia a la implementación de un sistema, cuyos objetivos es la optimización de costos.

Así mismo tiene una **justificación practica** en la medida que ayuda a prevenir el problema que tiene muchas empresas a la hora den ejecutar un proyecto, mejorando su planificación para tener mejores resultados.

De igual manera presenta una **justificación económica** puesto que colabora con el ahorro y evita gastos económicos a las empresas por pérdidas de tiempo y recursos.

Igualmente presenta una **justificación social** en razón que se está trabajando con personas que pueden estar envueltas en una problemática similar.

También cuenta con una **justificación metodológica** porque se está aportando la implementación con un instrumento creado para este fin, como es el cuestionario realizado.

## 1.6 Planteamiento del problema

### 1.6.1 Problema general

¿De qué manera se podría optimizar la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019?

### 1.6.2 Problemas específicos

¿De qué manera se podría optimizar los costos para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños - Huaral 2019?

¿Cómo se pueden hacer más eficientes los procesos, minimizando desperdicios y deficiencias de diseño para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños - Huaral 2019?

¿Existe alguna integración que permita mayor eficiencia en la parte presupuestal del diseño y en las fases subsecuentes para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños - Huaral 2019?

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Elaborar la Implementación de una Gestión de Costos utilizando el Sistema Integrado Green Lean para la optimización de la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

Determinar utilizando el Sistema Integrado Green Lean, la optimización de los costos para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

Identificar la complementación de las metodologías Lean y Green para hacer más eficientes los procesos, minimizando desperdicios y deficiencias de diseño para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

Determinar los beneficios de la integración conceptual Green Lean en la fase presupuestal del diseño y en las fases subsecuentes para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Los conceptos y definiciones básicas, relevantes para esta experiencia profesional como:

### Proyectos de construcción

- **Definición de proyecto**

Hay una variada literatura que define a un proyecto desde diferentes enfoques tales como, organizaciones, institucionales, personales, etc. Esta investigación toma la siguiente definición:

*"Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único dentro de un de tiempo, costo y calidad limitados y específicos"* (PMI 2017).

Cuyas características son:

- Es Temporal (principio y final definidos).
- Es único (en naturaleza, cada proyecto es diferente de otro, pero con actividades y procesos repetitivos e idénticos).
- Tiene un fin u objetivo.
- Tiene impactos sociales, económicos y ambientales.
- Implica riesgo e incertidumbre.

- **Ciclo de vida de un proyecto de construcción**

El ciclo de vida de un proyecto de define como: *"el conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y/o superpuestas definidas con fines de gestión y control"*. El ciclo de

vida de un proyecto de construcción, independientemente de su tamaño y complejidad, configura la estructura general de un proyecto con las siguientes fases: *inicio, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre* (PMI 2017).

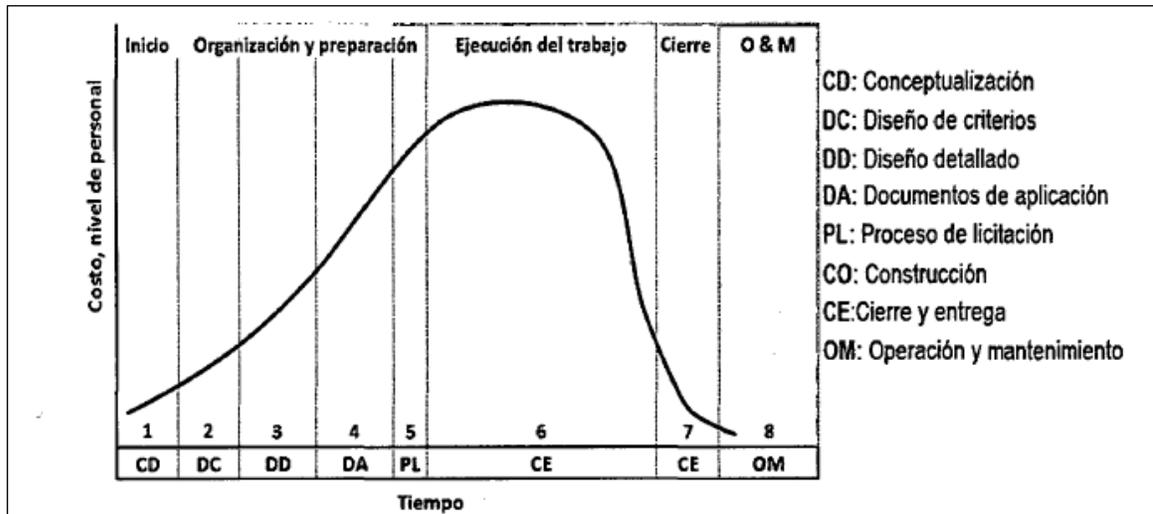


Figura 9. Estructura y niveles típicos de costo y dotación de personal durante el ciclo de vida del proyecto.

Fuente: Curva de Patrick Macleamy AIA 2014 y PMI 2017

Las características de la estructura genérica del ciclo de vida de un proyecto de construcción pueden resumirse como sigue:

Los niveles de costo y dotación de personal son bajos al inicio del proyecto, alcanzan su punto máximo según se desarrolla el trabajo y caen rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre.

La influencia de los involucrados, al igual que los riesgos y la incertidumbre son mayores al inicio del proyecto. Estos factores disminuyen durante la vida del proyecto (Figura N° 9).

La capacidad de influir en las características finales del producto del proyecto, sin afectar significativamente el costo, es más alta al inicio del proyecto y va disminuyendo a medida que el proyecto avanza hacia su conclusión.

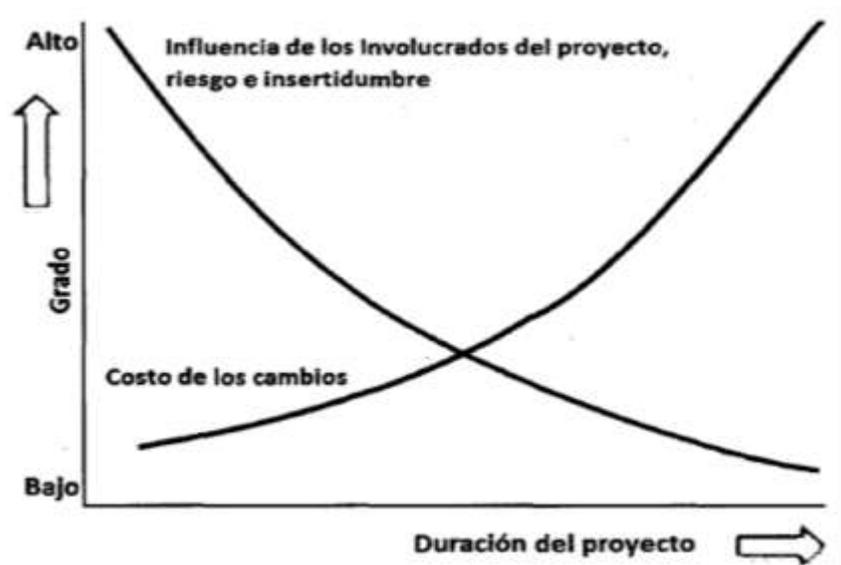


Figura 10. Impacto de la variable en función del tiempo del proyecto

Fuente: PMI 2017 y Curva de Patrick Macleamy AIA 2014

Además, se debe tener en cuenta que de acuerdo a la Figura N° 10 se ilustra la idea de que el costo de los cambios y de corregir errores suele aumentar sustancialmente según el proyecto se acerca a su fin.

- **Fases de un proyecto de construcción**

Un proyecto es dividido en subconjuntos lógicos secuenciales y/o superpuestos llamados fases o etapas, que son divisiones dentro del mismo proyecto, con el fin de facilitar eficientemente su gestión, planeamiento y control (PMI 2017). Autores y organizaciones

proponen diferentes modelos de división de fases del ciclo de vida. Esta investigación considera cuatro fases del ciclo de vida de un proyecto de construcción: concepción, diseño detallado, construcción o ejecución y la fase de operación y mantenimiento.

Morris (1994), presentó una modelización sesgada del ciclo de vida de un proyecto donde no se aprecia un cierre del ciclo, sino que considera el proyecto hasta su entrega final al cliente y su correspondiente operación y mantenimiento.

Así pues, las fases según esta idealización son 5: factibilidad, planeamiento y diseño, producción, y cierre y puesta en marcha del proyecto.

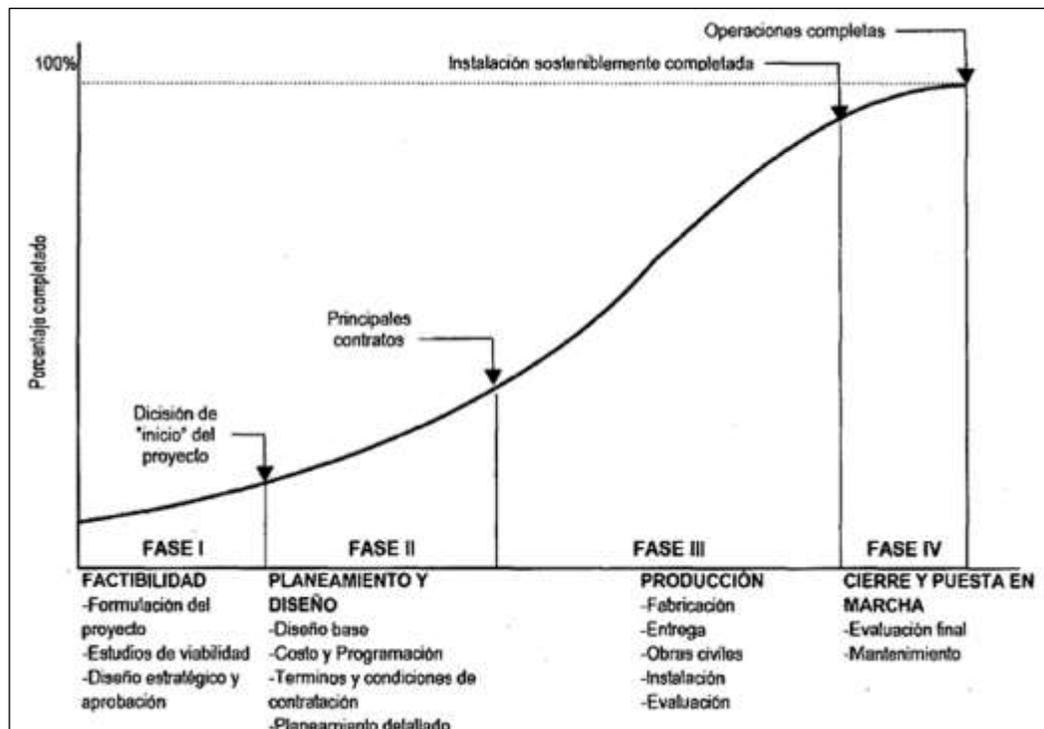


Figura 11. Ciclo de Vida de un proyecto de construcción

Fuente: PMI 2017 y Curva de Patrick Macleamy AIA 2014

Este modelo representado en la figura N° 11 es, por lo tanto, la división del ciclo de vida de un proyecto de construcción actual en el sector público en el Perú.

Finalmente, se puede acotar que a medida que las fases se desarrollan en el ciclo de vida del proyecto, se pueden encontrar que los componentes más influyentes son el costo y el tiempo, por lo que su control es vital para lograr los objetivos del proyecto como se indica en la Figura N°06 (PMI 2017).

- **Procesos de un proyecto de construcción**

Un proceso es un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por sus entradas, por las herramientas y técnicas que puedan aplicarse y por las salidas que se obtienen (PMI 2017).

La gestión eficiente de los procesos de un proyecto asegura que este avance de manera eficaz durante todo el ciclo de vida. Por ejemplo, el PMI (2017), define y agrupa cinco grupos de procesos: iniciación, planificación y diseño, ejecución, seguimiento y control, y procesos de cierre. Estos procesos incluyen las herramientas y técnicas involucradas en la aplicación de las habilidades y capacidades para lograr los objetivos del proyecto.

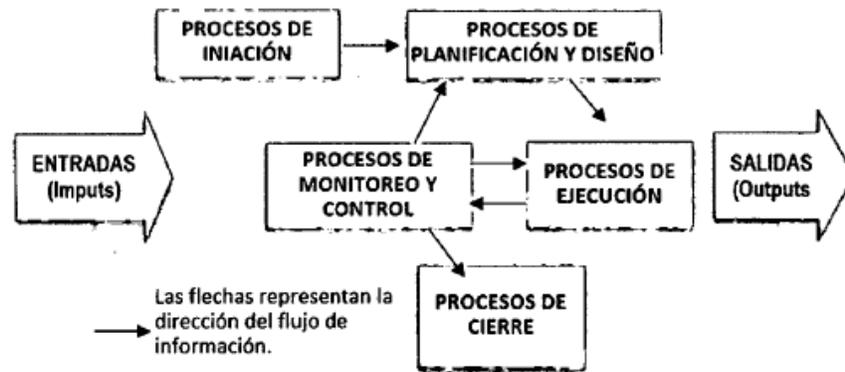


Figura 12. Relación entre Grupos de Procesos en una fase de un proyecto de construcción

Fuente: PMI 2017

Cabe señalar que una fase de un proyecto no es un grupo de procesos de un proyecto de construcción, sino que estos son un medio para lograr la entrada, desarrollo y finalización de una fase o etapa, estos procesos son dependientes e interactúan entre ellos dentro de la misma fase y tienen efecto en las demás fases del ciclo de vida del proyecto de construcción, de allí su importancia de asegurar la continuidad de los procesos (Koskela 1992 y 2000, Tjell 2010 y PMI 2017).

- **Involucrados o stakeholders**

Los "involucrados" o "stakeholders" son aquellos grupos o individuos que pueden afectar o verse afectados positiva o negativamente por un proyecto. Existe una gran cantidad de involucrados a lo largo el ciclo de vida de un proyecto, quienes se ven directa o indirectamente afectados (beneficios o pérdidas) como resultado del éxito o fracaso del proyecto durante las distintas fases. Cada agente involucrado en el proyecto tiene un rol y actividades definidas de las cuales dependen los roles y actividades de otros agentes involucrados, de allí la importancia de la comunicación, colaboración y transparencia entre estos (Tjell 2010 y Izadi 2013).

Los involucrados del proyecto según la Tabla N°13 pueden ser clasificados según intereses y funciones durante las fases de un proyecto. Los involucrados internos son aquellos que tienen un contrato legal con el cliente, y los externos son aquellos que tienen un interés directo en el proyecto. Además, los clientes internos pueden ser divididos según la oferta o demanda, y los externos en grupos privados y públicos.

FASE CICLO DE VIDA DEL PROYECTO	INTERNOS		EXTERNOS	
	Clientes /Propietarios /Usuarios	Proveedores	Privados	Públicos
	-Financistas -Usuarios -Beneficiarios (población beneficiaria)	-Consultores o Proyectistas (Arquitectos, Ingenieros, etc.) -Especialistas de estudios complementarios -Proveedores de insumos y servicios	-Usuarios finales (población beneficiaria) -Ambientalistas -Conservadores -Arqueólogos -Sociólogos	-Agentes reguladoras (UF, OPI, OP,DGPM, GL, GR, GN, Sectores Productivos) -Gobiernos Locales(GL) -Gobiernos Regionales (GR) -Gobierno Nacional (GN)

Figura 13. Principales involucrados durante el ciclo de vida de un proyecto de construcción

Fuente: Neyra 2006

## Gestión de proyectos de construcción

La gestión de proyectos de construcción como disciplina tiene una variada literatura que define a la Gestión de Proyectos de Construcción (GPC) desde diferentes perspectivas como el campo de aplicación, propósito dentro las instituciones u organizaciones, etc. Una definición típica es la del Instituto de la Gerencia de Proyectos (Project Management Institute, PMI) lo define como:

"La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas, técnicas y procesos de gestión a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo de manera exitosa" (PMI 2017).

Los componentes de la Gestión de Proyectos son:

- **Conocimientos:** para lograr la comprensión total y específica de los aspectos de un proyecto, esto es adquirido a través de la experiencia e investigación constante y especializada.
- **Habilidades:** para reducir el nivel de riesgo e incertidumbre dentro de un proyecto y por lo tanto mejorar su probabilidad de éxito, esto es adquirido a través de la experiencia.
- **Herramientas:** para mejorar la oportunidad de tener éxito. Estas pueden ser softwares de modelación, softwares de planeamiento, planillas, registros, checklists, etc.
- **Técnicas y Procesos:** para monitorear y controlar el tiempo costo, calidad y alcance en un proyecto. Ejemplos incluyen gestión del tiempo, gestión de costos, gestión de calidad, gestión de riesgo e incertidumbre, etc.

La gestión de un proyecto por lo general implica:

- Identificar requisitos, necesidades, inquietudes y expectativas de los involucrados durante la concepción, diseño y construcción del proyecto.
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que se relacionan, entre otros aspectos, con: el alcance, la calidad, el cronograma, el presupuesto, los recursos y el riesgo.

La relación entre estos factores es tal que, si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro se vea afectado. Por ejemplo, un adelanto en el cronograma a menudo implica aumentar el presupuesto, a fin de añadir recursos adicionales para completar la misma cantidad

de trabajo en menos tiempo. Si no es posible aumentar el presupuesto, se puede reducir el alcance o la calidad, para entregar un proyecto en menos tiempo por el mismo presupuesto. Los involucrados en el proyecto pueden tener opiniones diferentes sobre cuáles son los factores más importantes, lo que crea un desafío aún mayor (PMI 2017).

- **Métodos de gestión de proyectos de construcción**

La variedad de metodologías para la GPC son bastantes y es materia de investigación, por lo que esta tesis se limita a explicar brevemente algunos de los principales enfoques; sin embargo, no se debe considerar que una u otra es la mejor, sino más bien tratar de entender el enfoque de cada una, estudiar sus técnicas y herramientas y decidir cuál se adapta mejor a los proyectos.

**a) Enfoque Lean Construcción (LC)**

Koskela (1992), en su tesis doctoral publicada por el CIFE en el Reporte Técnico N°72 titulado "*Application of the New Production Philosophy to Construction*", argumentó que Gestión de la Construcción es una filosofía basada en la transformación (conversión), donde la atención se centra en la transformación de las entradas a las salidas con lo general hay un manejo del proceso de transformación en sí. Además, afirmó que la incongruencia entre los modelos conceptuales de la gestión de la construcción y la realidad observada en los proyectos resalta la falta de solidez en las construcciones existentes de la Gestión de la Construcción y señaló la necesidad de una teoría global de la gestión de la producción en la construcción.

Koskela (1992), concibió un paradigma de gestión de la producción más general para los sistemas de producción basados en los proyectos y presentó la teoría de la producción de la TFV (Transformación, Flujo y Valor) en la que la producción se conceptualiza en tres formas complementarias, a saber, como una transformación (T) de las materias primas en las estructuras permanentes, como un flujo (F) de la materia prima y la información a través de diversos procesos de producción, y como valor (V) la generación y creación para los propietarios a través de la eliminación de la pérdida de valor (objetivo realizado versus lo mejor posible).

Por lo tanto, en contraste con Koskela y el Instituto de la Construcción Sin Pérdidas LCI (Lean Construction Intitute), se considera que luego de una entrada, el proceso no es tan directo como una simple transformación que entrega un resultado, sino que existen muchas otras actividades inherentes denominadas flujos, que generan desperdicios como: transporte, esperas y trabajos rehechos, que no agregan valor al cliente.

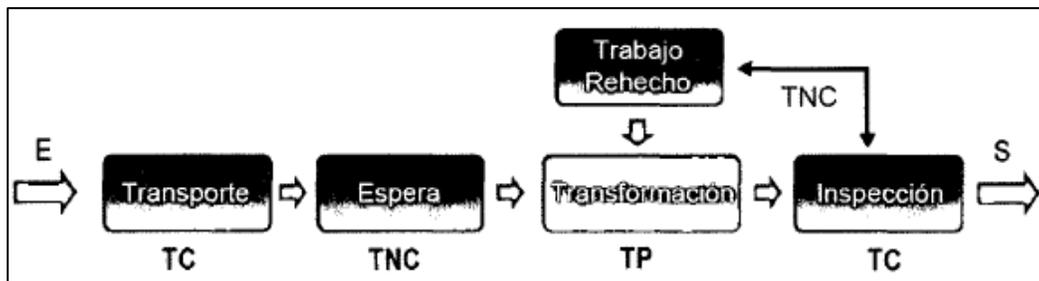


Figura 14. El Enfoque Lean Construction

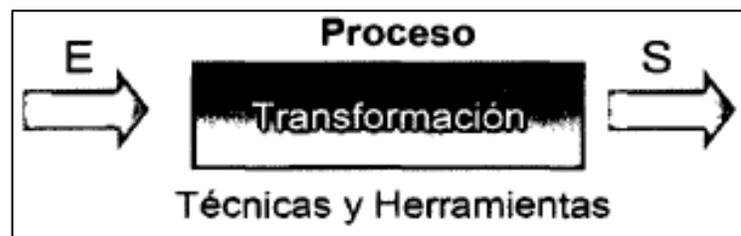
Fuente: Adaptado de Koskela 1992

La filosofía de gestión propuesta, se basa en maximizar el valor para el cliente, minimizando lo más que se pueda las pérdidas de recursos; para ello, recomienda diferentes técnicas y

herramientas que se enfocan en la información extraída del Sistema Último Planificador LPS (Last Planner System), de manera tal que aquello que realmente se llega a hacer es un resultado optimizado de lo que se debe hacer contra lo que se puede hacer (Ballard 2000 y Koskela 2000).

#### **b) Enfoque del Instituto de Gerencia de Proyectos (Project Management Institute PMI)**

El Instituto de Gerencia de Proyectos, PMI (Project Management Institute), afirma que un proyecto se puede descomponer en pequeñas partes, cada una de las cuales tiene unas entradas, un proceso y unas salidas. Entonces, según este enfoque, descompone un proyecto en una red de procesos, cuyas entradas, salidas, técnicas y herramientas están plenamente identificadas y conectadas, de tal manera que se hace una gerencia sobre una cadena planificada y controlada de procesos (PMI 2017).



*Figura 15.* Enfoque del PMI (E: Entradas, S: Salida)

Fuente: Adaptado de PMI 2017

Estos procesos se ubican dentro de una matriz de cinco grupos de procesos:

Inicio, Planificación, Ejecución, Control y Cierre, que para ser gestionados requieren de diversos conocimientos que se agrupan en diez áreas del conocimiento como se muestra en la figura adjunta.

ÁREAS DE CONOCIMIENTO	GRUPO DE PROCESOS				
	Inicio	Planificación	Ejecución	Control	Cierre
1. Integración					
2. Alcance					
3. Tiempo					
4. Costos					
5. Calidad					
6. Recursos Humanos					
7. Comunicaciones					
8. Riesgos					
9. Procura (Adquisiciones)					
10. Involucrados o Stakeholders					

*Herramientas, técnicas y mecanismos aplicados a las entradas para crear las salidas.*

Figura 16. Matriz de procesos y áreas de conocimientos para la gestión de proyectos

Fuente: Adaptado de PMI 2017

- **Gestión de la información en la construcción**

La Gestión de la Información, es la recopilación y gestión de la información de una o más fuentes y la distribución de esa información a una o más destinatarios. Esto implica algunas veces a aquellos quienes tienen un interés o un derecho a esa información. Gestión significa la organización y el control sobre la planificación, estructura y organización, control, procesamiento, evaluación y presentación de informes de las actividades de información con el fin de cumplir con los objetivos del cliente y permitir funciones corporativas en la entrega de la información. Con las últimas herramientas disponibles las tareas se tornan cada vez más

complejas, hardware y software, convirtiendo así a la gestión de la información en un recurso poderoso, costoso, así como riesgoso para muchas organizaciones. El desafío de la gestión de la información está básicamente enfocado ahora a (i) la reducción de las necesidades de procesamiento de información y (ii) al aumento de la capacidad de procesamiento de información de la organización.

La gestión de la información además de los elementos tradicionales, involucra ahora las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en la organización, almacenamiento, y recuperación de información. En este contexto, los profesionales deberán, además de poseer la competencia de archivistas, tener competencias en áreas relacionadas con las TIC tales como, redes de computadores, administración de sistemas operativos y servidores, etc.

- **Diseño y Construcción Sin Perdidas (Lean Design and Construction LEAN)**

Esta investigación analiza los principios fundadores de Lean Construction. Este es un gran tema de discusión y necesita más espacio que el asignado aquí. Por lo tanto, el papel se limita a la discusión de los conceptos y beneficios de Lean, apoyados en ejemplos de la industria de la construcción, tanto para el propietario y para el contratista.

Lean Construction es una nueva filosofía de producción para la construcción basada en Lean Production (Koskela 2000 y Ballard 2000). Uno de los elementos centrales de Lean es la reinterpretación de la forma en que se entiende la producción en construcción, modificando el conocido "modelo de conversión". "El modelo de conversión" básicamente representa un proceso de producción donde los insumos o entradas son transformados en productos o salidas, donde el cambio de substancias de las entradas en salidas es tratado como una "caja negra".

Koskela (1992), sugiere las siguientes limitaciones para el modelo de conversión: (i) No diferencia entre las actividades de proceso (actividades que agregan valor) y las actividades de flujo (actividades que no agregan valor). Este modelo considera que todas las actividades agregan valor; (ii) Una de las premisas fundamentales del modelo, estima que el costo total del proceso puede reducirse minimizando los costos de cada subprocesso, ignorando los efectos producidos por la interdependencia entre subprocessos, la variabilidad de los resultados y los trabajos rehechos; y (iii) No existe preocupación por el impacto que produce en el producto final, la mala calidad de los recursos, la variabilidad y la incertidumbre. Koskela (1992), propone el modelo de flujos como pilar fundamental de Lean Construction, donde se distinguen explícitamente los flujos (o actividades que no agregan valor) y las conversiones (actividades que agregan valor).

- **Definición Lean**

"Lean" en la industria de la construcción puede ser entendido como "Lean Design and Construction" (Diseño y Construcción Sin Perdidas) es *"un enfoque basado en la gestión de producción hasta la entrega del proyecto, una nueva manera de diseñar y construir la infraestructura de un proyecto. Aplicado al diseño y entrega, cambios de Lean la forma de trabajo se realiza durante todo el proceso de entrega del proyecto. Lean Construction se extiende desde los objetivos del sistema de Lean Production a maximizar el valor y minimizar los desperdicios, mediante técnicas específicas, y los aplica en un nuevo proceso de entrega del proyecto"* (LCI, 2014). Esta es la definición más acertada, la cual esta investigación acoge.

Es fundamental tener en cuenta que mientras que Lean Construction es idéntico a Lean Production en esencia, la diferencia está en cómo es concebido y cómo es practicado.

Implementar Lean Construction tiene sus beneficios no sólo para el contratista (creencia popular), sino también para el arquitecto y propietario, quienes pueden obtener los beneficios con esta práctica.

- **Principios Lean**

Los diferentes principios fueron establecidos inicialmente por Koskela (1992 y 2000). Estos principios permiten sistematizar las aplicaciones de Lean Construction en diversas dimensiones de gestión en los proyectos de construcción. La Tabla N°12 muestra los principios Lean durante el ciclo de vida.

FASE	CRITERIO	PRINCIPIOS ORIGINALES
DISEÑO-PLANIFICACION- CONSTRUCCION	Mejorar los procesos	Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor
		Enfocar el control de los procesos al proceso completo
		Introducir el mejoramiento continuo de los procesos
		Referenciar permanentemente los procesos para realizar una evolución por comparación (Benchmarking)
	Reducir perdidas	Reducir la participación de actividades que no agregan valor
		Reducir la variabilidad
		Incrementar la flexibilidad de las salidas
		Reducir los tiempos de ciclo
		Minimizar los pasos de manera de simplificar el proceso
	Valor-cliente	Incrementar la transparencia de los procesos
Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente		

Figura 17. Principios básicos originales de Lean Construction en ciclo de vida de un proyecto de construcción

Fuente: Koskela 1992

Estos principios fueron posteriormente revisados por el Profesor Rafael Sacks *et al.* (2010), cuando desarrollo una matriz para analizar la sinergia entre BIM y Lean, incluyendo 4 principios adicionales que se muestran en la figura N° 18.

FASE	CRITERIO	PRINCIPIOS
DISEÑO-PLANIFICACION-CONSTRUCCION	Flujo de procesos	Reducir la variabilidad
		Reducir los tiempo de ciclo
		Reducir el tamaño de los lotes (procurar el flujo de una sola pieza)
		Incrementar la flexibilidad
		Seleccionar un enfoque apropiado del control de la producción.
		Estandarizar
		Instituir la mejora continua
		Usar la gestión la visual
		Diseñar el sistema de producción por flujo y valor
		Proceso de generación del valor
Centrarse en la selección de concepto		
Asegurar el requerimiento a medida que desarrolla el procesos de producción		
Verificar y validar		
Solución de problemas	Ir y ver por uno mismo	
	Decidir por unanimidad y considerar todas las opciones	
Desarrollo de la confianza	Cultivar una amplia la red de colaboradores	

Figura 18. Principios Lean Construction revisados por Sacks et al. (2010) en el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

Fuente: Sacks *et al.* 2010

- **Productividad en la construcción**

La productividad es la eficiencia en el uso de recursos, es decir la relación entre los recursos empleados y el trabajo producido (Ecuación N°1). Este puede ser expresado en unidades de mano de obra (hh/kg, hh/m<sup>3</sup>, etc.), materiales (kg/cm<sup>3</sup>, etc.) y equipos (\$ /mí, etc.)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Recursos}}{\text{Trabajo}}$$

*Ecuación 1.* Concepto de productividad

Fuente: Sacks *et al.* 2010

El mayor enemigo de la productividad en la construcción es la variabilidad, lo cual se debe a varios factores como; información deficiente, rotación de personal, deficiente planificación, relaciones de corto plazo con proveedores, falta de competencias del personal (IPMA 2006 y 2011), disposición inadecuada de las instalaciones de faena, etc., que llevan a incurrir en gastos no planificados, disminuyendo la rentabilidad esperada.

La productividad en obra se puede medir fácilmente en función de las actividades o trabajos que realizan, pudiendo ser estas de tres tipos:

- a) **Trabajo Productivo (TP).** - Definimos trabajo productivo al que aporta de forma directa a la producción. Por ejemplo, en las actividades para levantar un muro de albañilería, la colocación de cada bloque.
- b) **Trabajo contributorio (TC).** - El trabajo contributorio lo definimos como el trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad necesaria, pero que no aporta valor. En el mismo ejemplo del muro de albañilería el TC sería, la preparación del mortero y traslado de material.
- c) **Trabajo no contributorio (TNC).** - Trabajo que no genera valor y no contribuye a otra actividad; por lo tanto, se considera como actividad de pérdida.

Análogamente, como trabajo no contributivo se considera los son inevitables en la obra, pero pueden ser reducidas para mejorar la productividad en la fase de diseño del proyecto. En el mismo ejemplo, el TNC, es las esperas, viajes, etc.

Un cambio en el enfoque de gestión significa minimizar o tratar de eliminar las pérdidas dado que los niveles de desperdicio en la industria de la construcción son elevados. Estudios realizados en Chile, Perú y Colombia muestran que una tercera parte de la producción en las obras de construcción está compuesta por desperdicios.

- **El concepto de valor y desperdicio**

Lean es crear valor para el cliente y eliminar desperdicio. Según la filosofía Lean, todo lo que no es valor para el cliente es desperdicio que puede ser eliminado o minimizado.

- a) **Valor:** El concepto de valor es basado en la relación entre la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente y los recursos requeridos para ello. Buscar un mejor balance entre la satisfacción de las necesidades y los recursos (IVM, 2014).

$$\text{Valor} = \frac{\text{Satisfacción de necesidades y expectativas}}{\text{Uso de recursos}}$$

*Ecuación 2. Concepto de Valor*

Fuente: IVM 2014

Valor en la construcción es igual que el valor de cualquier negocio: se trata de un retorno de su inversión (ROI). Adoptar los principios Lean es una inversión en el

futuro del proyecto, que va a cosechar los beneficios y dar un sólido retorno de inversión (ROI).

- b) Desperdicio:** Desperdicio o pérdidas en construcción es, toda aquella actividad humana que absorbe recursos pero no crea valor, por lo tanto no suma a la producción por ejemplo; retrabajos, esperas, movimientos, transportes, bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente, esperas de información, retrabajos, procesos de diseño redundantes, realizar trabajos paralelos (planeamiento y programación basadas en planos 20 para asegurar que nada falte), no compartir información relevante entre el equipo del diseño del proyecto, etc. (Koskela 1992 y Vicosoftware 2014). Según el enfoque Lean los desperdicios o pérdidas producidas a lo largo de la producción son:
- *Pérdidas por flujo:* procesos que se detienen por falta de información, recursos o directivas.
  - *Pérdidas en los procesos:* Exceso de la cantidad de recursos, mano de obra, equipos en el proceso, etc.

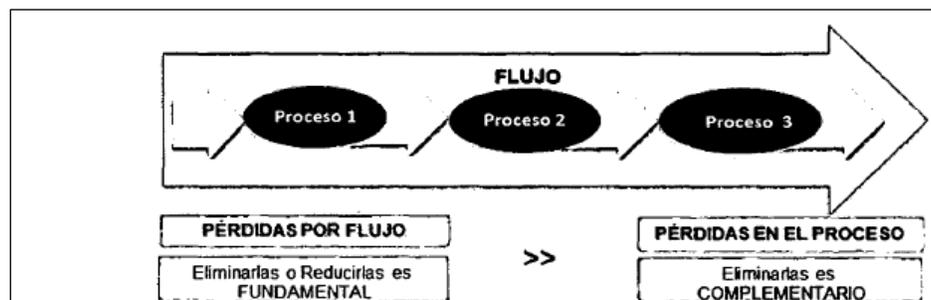


Figura 19. Pérdidas en los procesos de producción de un producto

Fuente: Adaptado de Koskela 1992 y 2000 y Ballard 2000

- **Sistema de Entrega de Proyectos Sin Perdidas (LPDS)**

El Sistema de Entrega de Proyectos Sin Perdidas (Lean Project Delivery System LPDS) desarrollado por Ballard (2000) y mejorado luego (2007) está orientado a la implementación Lean a los sistemas de producción de proyectos de construcción. El LPDS está estructurado, controlado, y mejorado que busque maximizar el valor para el cliente y la confiabilidad del flujo de trabajo en obras de construcción, además ofrecen una visión global de conjunto de todas las fases del proyecto, desde el enfoque Lean. El LPDS se define como un marco conceptual colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de éste; alienando objetivos, recursos y restricciones, control de la producción, estructuración del trabajo y el aprendizaje (que ocurre continuamente a lo largo de todo proyecto).

El LPDS fue desarrollado como un conjunto de funciones interdependientes (el nivel de sistemas), las reglas para la toma de decisiones, los procedimientos para la ejecución de las funciones, y como ayudas y herramientas de implementación, incluyendo softwares cuando sea apropiado. La Figura N°19 ilustra el LPDS como una serie de triadas que se solapan, y dentro de cada tríada hay diferentes procesos para ser realizados. Las triadas y los procesos contenidos dentro de ellos son interconectados mediante fases que se extienden desde la definición del proyecto (concepción), diseño (diseño detallado), abastecimiento y ensamble (construcción) y uso (Operación y Mantenimiento) además incluye otros dos módulos de control de la producción y el módulo de estructuración del trabajo, ambos se extienden a través de todas las fases del proyecto, y el módulo de evaluación post-ocupación, el cual vincula el final y el inicio de un proyecto (ciclo de mejora continua). Las fases y proceso son:

**Definición del Proyecto (*The Project definition*):** consta de los módulos: aquí se definen Necesidades y Valores de Determinación, Objetivos, Criterios de Diseño, y Diseño Conceptual. El equipo de diseño, compuesto por arquitectos, ingenieros, constructores, y propietarios se reúnen juntos en un ambiente colaborativo para definir el propósito y traducirlo a requisitos específicos. En esta fase se define en base al costo disponible del cliente (máxima cantidad de inversión), costo esperado (lo que se espera que el proyecto cueste) y costo objetivo (logrado a través de objetivos adicionales, factibilidad, ejecución, flexibilidad, sostenibilidad, duración, calidad, etc.)

$$\text{Costo disponible} \geq \text{Costo esperado} \geq \text{Costo objetivo}$$

Los involucrados es de todas las fases del ciclo de vida deben estar involucrados en esta fase inicial, incluidos los miembros del equipo de construcción, consultores y proyectistas y el cliente para la alineación de valores, conceptos y criterios.

- **Diseño Sin Perdidas (*Lean Design*):** consiste en el Diseño Conceptual, Diseño de Procesos y Diseño del Producto. En esta fase se crea múltiples alternativas con base en los requisitos de diseño, limitaciones del proyecto, y costo objetivo. El objetivo es encontrar la mejor alternativa de diseño que mejor se ajuste al propietario con la máxima entrega posible de valor al cliente. Además, en esta fase se desarrolla el Plan Maestro y del Diseño de Procesos. La estrategia basada en una visión de conjunto empleada en el diseño Lean permite a los diferentes especialistas interdependientes avanzar de una forma más segura dentro de los límites del conjunto de alternativas actuales.

- **Suministro Lean (Lean Supply):** consiste en el Diseño del producto, Ingeniería de Detalle, y Fabricación/Logística. En esta fase se requiere que el diseño del producto y procesos este realizado con el objetivo que el sistema conozca con detalle lo que debe producirse y en qué momento se debe entregarse. Los planes de la cadena de suministro están diseñados para facilitar la entrega Just-in-Time de materiales en obra. El sistema del último planificador (LPS) ha demostrado ser una herramienta que contribuye al suministro *Just-in-Time*, eleva el nivel de estabilidad y por lo tanto reduce la variabilidad respecto a las condiciones iniciales, los flujos de trabajo estables permiten eliminar muchos tipos de desperdicio durante el ciclo de vida.
- **Instalación Lean (Lean Assembly):** consiste en la Fabricación/Logística, instalación in situ, y Evaluación/Facturación. Durante esta fase el LPS se utiliza para controlar la producción y mantener el flujo continuo de materiales e información a lo largo de la ejecución que avanza según el sistema *Pull* que jala la planificación y a la programación.
- **Fase de Operación y Mantenimiento (Use):** La ejecución concluye cuando el cliente tiene el cliente tiene la instalación en operación que por lo general es después de la entrega y puesta en marcha.
- **Control de la Producción (Production Control):** Control de producción abarca la ejecución de los planes y se extiende a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. El "Control" primero que todo los significa que causa un futuro deseado en lugar de identificar las diferencias entre lo planeado y lo ejecutado. Control de la producción consiste en el control de flujo de trabajo y el control de la unidad de producción. El control de flujo de trabajo logrado principalmente a través del proceso *dellookahead*. El

control de la unidad de producción se lleva a cabo principalmente a través de la planificación del trabajo semanal. *El sistema último planificador LPS* es fundamental para el proceso de planificación de la producción y el control.

- **Estructuración de Trabajo y Evaluación Post-Ocupación (Work Structuring and Post-Occupancy):** indica el desarrollo de operación y procesos de diseño en alineación con el diseño de producto, la estructura de la cadena de suministro, la asignación de recursos, y posibles oportunidades de fabricaciones fuera de obra. El propósito de estructurar el trabajo es hacer que las operaciones del sitio fluyen de una manera confiable y rápida, mientras agrega valor el cliente/propietario (Ballard 2000).

En esencia, la estructuración de trabajo toma parte activamente en el proceso de producción del diseño del producto. La estructuración de trabajo puede ser alcanzada usando una gran variedad de herramientas tales como BIM, Costo Objetivo, Diseño basado en modelos, simulación CPM, etc. Este nivel se puede lograr fácilmente mediante una disposición de diseño/construcción, donde el arquitecto y el trabajo del contratista en el cumplimiento del espíritu de la estructuración de trabajo, que es pensar en la producción durante el diseño.

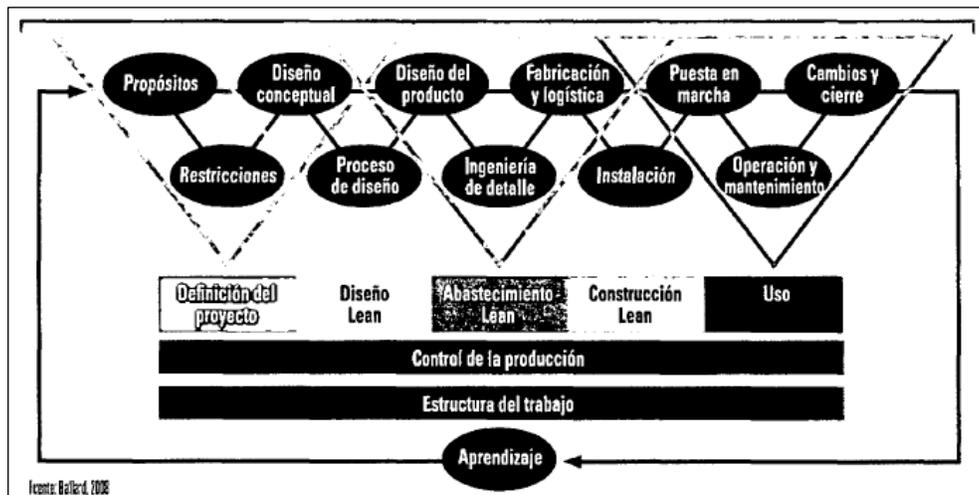


Figura 20. Sistema de Entrega de Proyectos Sin Pérdidas o Lean Project Delivery System (LPDS)

Fuente: Adaptado de Ballard, 2007.

En resumen, este modelo promueve un alto grado de colaboración entre los involucrados y retroalimentación (mejora continua), enfocándose a un objetivo principal, satisfacción del propietario y cliente. Las características esenciales de LPDS incluyen:

- El proyecto es estructurado y gestionado como un proceso que genera valor.
- Agentes implicados fases subsecuentes participan en la planificación y el diseño a través de equipos multidisciplinarios.
- El control del proyecto debe ser una herramienta de ejecución durante todo el ciclo de vida del proyecto en lugar de la identificación los hechos.
- Los esfuerzos de optimización de se centran en hacer que el flujo de trabajo confiable en lugar de mejorar la productividad.
- Técnicas *Pull*/ (jalar) se utilizan para regular el flujo de materiales e información a través de redes de especialistas cooperativos.

- La capacidad e inventario de Buffers (mecanismos para amortiguar la intensidad de un problema) son utilizados para absorber la variabilidad.
- Ciclos de mejora continua son incorporados en cada fase, que apuntan a un rápido ajuste del sistema; es decir, el aprendizaje continuó.

Como se representa el LPDS en la Figura antes presentada, cada fase del proyecto se superpone con las fases adyacentes que indica la necesidad de incorporar los intereses de las fases posteriores. Esta es la principal separación del LPDS de los sistemas de entrega de proyectos tradicionales, donde los detalles de la construcción están pensados sólo después de que el proyecto ha sido licitado.

Las diferentes fases de LPDS proporcionan diferentes áreas de mejora dentro de un sistema de entrega del proyecto. Aunque todas las fases son cruciales para el éxito de un proyecto Lean, el corazón de las LPDS se encuentra en la Estructuración de Trabajo y Control de Producción.

- **Diseño y Construcción Sostenible (GREEN Design and Construction)**

El criterio de "*Diseño y Construcción Sostenible*" o simplemente "*Green*", ha ido ganando popularidad en todo el mundo durante última década, mayormente en aplicado a edificaciones. El diseño y construcción sostenible adquiere la calificación llamada "LEED" (Leadership in Energy & Environmental Design), que traducido al español sería, Liderazgo en Diseño de Energía y Medio Ambiente. Los beneficios del sistema de calificación LEED son proporcionar un enfoque estructurado para el diseño y la construcción de proyectos sostenibles. En esta

investigación describe esta tendencia además proporciona definiciones y terminología comunes para impulsar los criterios de sostenibilidad como una cultura responsable en la industria de la construcción.

Los conceptos de diseño y construcción Green, y a mayor escala, "*la sostenibilidad*", son ideas que escuchamos todo el tiempo. Estos dos conceptos, sin embargo, rara vez son adecuadamente comprendidos. "*La sostenibilidad es un concepto sistémico, en relación con la continuidad de los aspectos económicos, sociales, institucionales y medioambientales de la sociedad humana, así como el medio ambiente no humano. Se pretende que sea un medio para configurar la civilización y de la actividad humana, para que la sociedad, sus miembros y sus economías sean capaces de satisfacer sus necesidades y expresar su máximo potencial en el presente, mientras que la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas naturales, la planificación y las medidas de capacidad de mantener estos ideales para un tiempo muy largo. La sostenibilidad afecta a todos /os niveles de organización, desde el vecindario local a todo el planeta*" (EPA 2014).

En resumen, el concepto de sostenibilidad se refiere a pensar de manera holística acerca de cómo todo lo que hacemos afecta a todo lo que nos rodea. Es un intento de minimizar el impacto de cada persona en el mundo.

- **Definición Green**

La Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) define al Diseño y Construcción Sostenible o Green como la práctica para crear estructuras y usar procesos que sean ambientalmente responsables y recursos eficientes a lo largo del ciclo de vida de un proyecto

desde la concepción, extendido al diseño detallado, construcción, operación, mantenimiento, renovación y demolición. Esta práctica extiende y complementa /as preocupaciones clásicas de diseño tales como economía, utilidad, durabilidad y confort, Green es también conocer un funcionamiento eficiente y/o sostenible de una instalación (EPA 2014 y USGBC 2014).

Martínez *et al* (2009), indica que existen tres pilares fundamentales sobre los cuales se apoya el Diseño y Construcción Sostenible de la Industria de la Construcción estos son: *el reciclaje y conservación de /os materiales y recursos; el mejoramiento de la durabilidad de /as estructuras; y el uso y aprovechamiento de /os sub-productos de la misma u otras industrias (residuos).*

Green está diseñado para reducir el impacto total del entorno construido en la salud de los seres humanos y medio ambiente mediante:

- Uso eficiente de energía, agua y otros recursos.
- Protección de la salud de los ocupantes y mejorar la productividad de los mismos.
- Reducir los residuos, contaminación y degradación del medio ambiente.

Por ejemplo, Green puede incorporar materiales sostenibles en las construcciones (reutilización, reciclaje, fabricación con recursos renovables) crear ambientes interiores saludables con mínimas productos o emisiones contaminantes (reducir las emisiones de algunos productos) y/o características paisajísticas que reduzcan el uso de agua (mediante el uso de plantas nativas que sobrevivan sin riego extra).

- **Historia Green**

Las prácticas, tales como el uso materiales locales y renovables se remontan a miles de años atrás, cuando los hombres han utilizado materiales locales renovables y procedimientos constructivos que no dañen el medio ambiente. Los aumentos de los precios del petróleo en la década de 1970 estimulo la investigación y la actividad significativa para mejorar la eficiencia de energética y encontrar fuentes renovables de energía. Esto combinado con el movimiento ecologista de los años 1960 y 1970 llevó a la aplicación de los primeros métodos y sistemas sostenibles en la construcción contemporánea.

El campo del Diseño y Construcción Sostenible empezó a concretizarse formalmente en la década de 1990 uno pocos años incluye hechos tales como:

AÑO	HECHOS IMPORTANTES
1970	Se establece la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protección Agency EPA) para la investigación, monitoreo, estandarizar y aplicar las practica de actividades para asegurar la protección del medio ambiente, en los US.
1989	El Instituto Americano de Arquitectos (American Institute of Architects, AIA) forma el Comité del Medio Ambiente.
1992	El AIA publica la Guía de Recursos Ambientales (Environmental Resource Guide)
1993	Se funda en los US el Consejo de la Construcción Sostenible (United States Green Building Council, USGBC)
1998	El USGBC lanza su programa piloto de certificación Liderazgo en Diseño de Energía y Medio Ambiente (Lidership in Energy & Environmental Design, LEED)

*Figura 21.* Revisión histórica del desarrollo del Diseño y Construcción Sostenible

Fuente: (USGBC 2003 y EPA 2014)

- **Impacto del entorno construido en el medio ambiente**

La EPA (2014), muestra según un estudio que en los Estados Unidos la construcción tiene un gran impacto en el medio ambiente:

- 36% del uso del total de la energía.
- 12% del consumo total de agua.
- 65% del consumo de total de electricidad.
- 30% de las emisiones totales del dióxido de carbono.
- 30% del uso materias primas.
- 30% de desperdicios (136 millones de toneladas por año).

El entorno construido tiene un gran impacto en el medio ambiente, la salud de las personas, y la economía (EPA 2014). Por una adopción los criterios del diseño y construcción Green, esta investigación plantean maximizar las condiciones económicas y medioambientales, dejando de lado el paradigma que la sostenibilidad implica mayores inversiones de capital baja calidad estética. Los métodos de diseño y construcción Green pueden ser integrados dentro de las construcciones en todas las fases del proyecto, pero deben ser planteadas desde la concepción y diseño, lo cual implica el compromiso temprano de los principales involucrados clientes, proyectistas/construtores y constructores.

El propósito de lo anterior es la minimización del uso de recursos, de modo de evitar o prevenir el agotamiento de los recursos naturales, prevenir la degradación ambiental, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior como en el entorno de las construcciones. Estos últimos pueden ser considerados como los criterios más importantes sobre

los que se debe sustentar una industria de la construcción sustentable, sin dejar de lado los aspectos económicos y sociales.

IMPACTOS DE LA CONSTRUCCIÓN			
Fases de un proyecto	Consumo	Efectos ambientales	Efectos finales
•Concepción	•Energía	•Desperdicio	•Daño a la salud de las personas
•Diseño	•Agua	•Contaminación del aire	•Degradación del medio ambiente
•Construcción	•Materiales	•Contaminación del agua	•Perdidas de los recursos
•Operación y Mantenimiento	•Recursos Naturales	•Contaminación interior	
•Renovación		•Islas urbanas calientes	
•Demolición		•La escorrentía de aguas pluviales	
		•Ruido	

Figura 22. Impactos del entorno construido en el medio ambiente

Fuente: EPA 2014

- **Rompiendo el mito que un diseño sostenible siempre es más costoso**

Mientras muchos materiales y tecnologías sostenibles cuestan más, ha sido demostrado que muchas estrategias y tecnologías sostenibles de hecho cuestan lo mismo o incluso menos que los materiales o tecnologías tradicionales no sostenibles (EPA 2014 y USGBC 2014). Por lo tanto, es posible realizar tener proyectos verdaderamente sostenibles que cuestan lo mismo que un proyecto convencional. Frecuentemente la clave para un diseño y construcción sostenible radica dentro de las interrelaciones y costo asociado y el desempeño de las ventajas y desventajas que existe entre los diferentes sistemas de construcción.

- **Decisión, obstáculos y objetivos del diseño y construcción Green**

Es crítico hacer decisiones para un diseño y construcción Green o sostenible en etapas tempranas en los procesos de diseño con el fin de maximizar el potencial Green, minimizar el rediseño, y asegurar un completo éxito, y la viabilidad económica de los elementos Green de un proyecto de construcción. Hacer un compromiso para realizar el diseño y construcción Green y establecer los objetivos sostenibles debe ser realizado tan temprano como sea posible porque las oportunidades de incorporación de tecnologías y soluciones de diseño Green se convierten menos disponibles y elevadamente costosas de implementar conforme los procesos de diseño y construcción se desarrollan. Idealmente, la decisión para el diseño y construcción Green debería ser hecho antes que el lugar sea seleccionado, como muchos de los criterios son afectados por las características del lugar y algunos lugares son inapropiados para ciertos proyectos Green.

Una vez hecha la decisión, uno de los primeros pasos en el diseño Green, es establecer los objetivos Green o sostenibles para el proyecto. Esto es frecuentemente realizado durante una reunión en una "*Sala de Reuniones*" colaborativa e interdisciplinaria o "*Big Room*". Durante esta sesión es importante hacer objetivos medibles para aspectos como eficiencia energética, conservación del agua, tratamiento de agua de lluvia, manejo de materiales y recursos, manejo de los desperdicios de producción, y la asignación de las responsabilidades para conocer los objetivos de los miembros del equipo de diseño. Cada objetivo necesita un responsable quien va a ver qué objetivos hasta el final. Si la construcción va a ser construida acorde con la certificación LEED, será de gran ayuda revisar los requerimientos LEED como parte de los objetivos del proyecto.

- **Metodología específica del Sistema Integrado LG**

En esta sección se presenta la creación de una plataforma de trabajo multidisciplinaria y sostenible gracias a las sinergias existentes entre Lean y Green en la fase de diseño de proyectos de construcción, creando así un ambiente de trabajo donde las capacidades de estos dos aspectos puedan ser utilizadas al máximo. Para esto, se establece un "*Sistema Integrado*" que agrupa principios de la filosofía Lean y criterios de diseño y construcción sostenibles Green, pero lo más importantes es que los dos aspectos apuntan a minimizar desperdicios y agregar valor, durante el ciclo de vida del proyecto construcción de Piscigranja comunal San José de Baños - Huaral 2019.

- **La conexión entre Lean-Green**

La idea de realizar un análisis para revelar la conexión entre Lean y Green; es establecer una estructura transparente y completa donde sus componentes puedan complementarse entre ellos de tal manera que se pueda crear un ambiente donde exista un alto grado de comunicación, coordinación, colaboración, transparencia, y flujo de procesos, agregando valor al cliente. Los dos conceptos pueden trabajar de forma independiente, pero es la sinergia entre Lean y Green integrado como un sistema, lo que logrará descubrir todo su potencial y experimentar sus beneficios para sacar a flote el proceso deficiente de diseño y la productividad en la fase de construcción.

Las aplicaciones de un *Sistema Integrado LG*, van a centrarse en la interoperabilidad, integración, y fomentar la comunicación y la colaboración personas y procesos en el diseño, que aseguren resultados eficientes, eficaces de alta calidad, con criterio realmente sostenibles y no como un aspecto conceptual a nivel de mitigaciones únicamente.

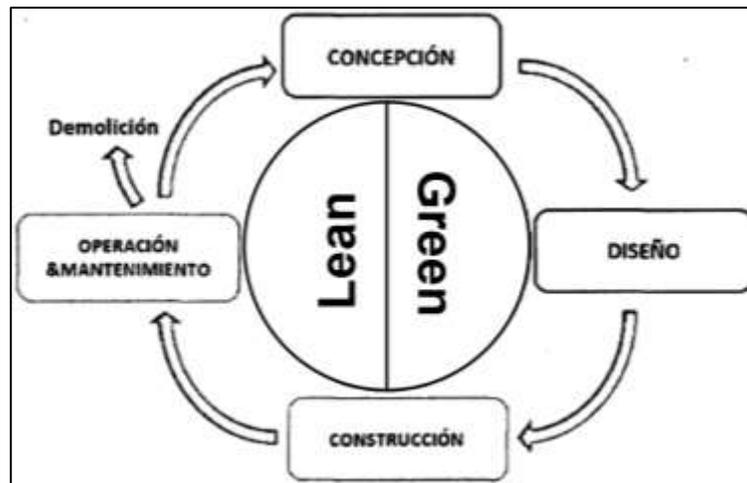


Figura 23. Descripción de la relación entre Lean y Green, como un sistema integrado implementado dentro de la fase de concepción y diseño de un proyecto de construcción

Fuente: Fustamante, 2014

La integración entre Lean y Green, está realizada a un nivel conceptual y, por lo tanto, cualitativa. Se ha optado por usar los criterios y directrices generales que estas con metodología que proporciona efectuar un análisis e integración racional y coherente de los enfoques de gestión, metodología y cultura, basándose en criterios lógicos, eventos comprobados y aquellos ya existentes

Las principales relaciones de interacción (sinergias) se muestran en la figura N° 23.

- **Relaciones de interacción**

Como resultado del análisis de principios Lean y criterios de sostenibilidad Green se pudo encontrar 10 relaciones de interacción las cuales se muestran en la figura N° 24

N°	CRITERIO	RELACIÓN
FASE DE CONCEPCION - DISEÑO	1 Estructurar y planificar la fase de diseño desde etapas tempranas.	Diseño del sistema de producción
	2 Integrar personas y procesos (trabajo en equipo)	Integración
	3 Comunicación mutua, para la toma correcta de decisiones y reducir errores de diseño	Colaboración
	4 Visualización, variedad de alternativas, análisis y simulación de procesos antes de construir	Diseño basado en modelos
	5 Establecer el presupuesto real del proyecto	Costo objetivo
	6 Crear una cultura responsable con el medio ambiente	Diseño y construcción sostenible
	7 Facilitar el control y la mejora continua	Transparencia de procesos
	8 Incentivar la investigación en la industria de la construcción	Creatividad, innovación y procesos de mejora continua
	9 Planificar y programar	Constructabilidad
	10 Crear una cultura Educación de Gestión de Proyectos de Construcción	Gestión del Diseño basado en competencias

Figura 24. Relación de interacción entre Lean y Green

Fuente: Fustamante, 2014

Ante la ineficiencia del modelo tradicional de diseño, es necesario plantear un nuevo *Sistema Integrado de Entrega de Proyectos de Construcción*, que genere mecanismos internos (procesos) eficientes y dinámicos, gracias a la existencia de una estructura que permite relaciones de interacción entre los componentes (Lean y Green), en el entorno de acción (fase de diseño). Lean y Green pueden complementarse entre ellos para ser aplicados en la mejora del proceso de diseño, los mismos que hagan del sistema de gestión de proyectos una herramienta completa en la industria de la construcción y obtener beneficios de ello.

La esencia de este nuevo Sistema Integrado planteado radica en crear un mecanismo de autorregulación, y para esto se incluye los aspectos de innovación, creatividad y el proceso de mejora continua para identificar debilidades del sistema y plantear de estrategias de mejora. En

otras palabras, podríamos argumentar que los aspectos anteriormente mencionados serían la base de este nuevo *Sistema Integrado LG*, que para lograr su implementación exitosa hay una sola cosa que hacer: *"crear cultura"* esta solo será lograda a través de la Educación. *"Así que se debe plantear, por lo tanto, un agresivo programa de La Educación de la Gestión de Proyectos de Construcción basado en competencias, para asegurar que esto suceda"*

### **Diseño del sistema de producción en el Sistema Integrado LG**

El Diseño del Sistema de Producción es un aspecto relacionado sobre cómo estructurar la fase de diseño con el fin de reducir los desperdicios, reduciendo o eliminando aquellas actividades no productivas, que no agregan valor al cliente o impiden el normal funcionamiento del flujo de procesos de diseño, como por ejemplo, esperas de información, retrabajos, procesos de diseño redundantes, realizar trabajos paralelos (planeamiento y programación basadas en planos 2D para asegurar que nada falte), no compartir información relevante entre el equipo del diseño del proyecto, etc.

Un insuficiente diseño gestionado convencionalmente causa la mayor parte de los errores, lo que causan a su vez retrabajos. Una manera de enfrentar y reducir este tipo de desperdicios es como sugiere la filosofía Lean que es involucrar a las personas con competencias acerca de la factibilidad de construcción, materiales, costos, plazos, etc. desde etapas tempranas del proyecto (fases de concepción y diseño), lo que significa que los contratistas y subcontratistas tienen que ser considerados antes de ejecutar para plantear la mayor cantidad de alternativas de diseño y planes de construcción, además los criterios de sostenibilidad van a ser considerados.

Las competencias de los involucrados tendrán un impacto positivo, sólo si éstos actúan desde etapas tempranas del proyecto. Este aspecto está plenamente en consonancia tanto con la filosofía Lean y la comprensión actual de cómo se establecen los criterios de diseño y construcción sostenible Green.

La figura N° 25 ilustra la influencia de la intervención de los contratistas y subcontratistas en etapas tempranas de un proyecto. La Figura N°25 consisten de cuatro gráficos diferentes más tarde se refirió a éste como La Curva Mac Leamy.

La línea verde representa cómo los cambios fáciles pueden ser incorporados en un proyecto de acuerdo al momento en que se está produciendo; la línea roja representa el impacto económico de un cambio. La línea azul representa cuando se consolida el conocimiento sobre la factibilidad de construcción en un proyecto tradicional, que no es antes de después del proceso de diseño ha terminado. La línea amarilla muestra cómo se supone que el conocimiento debe consolidarse en un proyecto basado en Lean, para utilizar eficazmente Green.

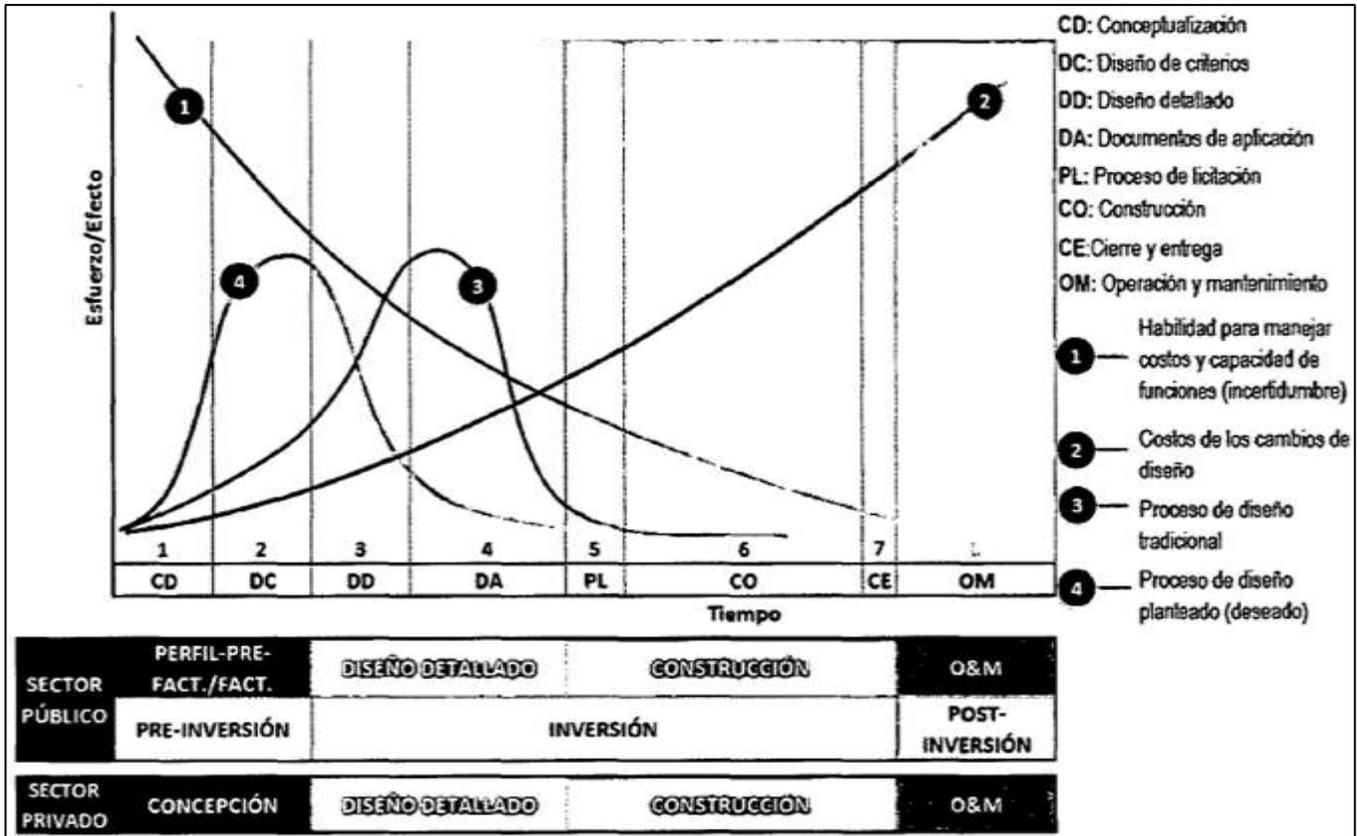


Figura 25. La curva MacLeamy

Fuente: AIA 2014

La Figura N° 25 ilustra claramente la ventaja de contar con un equipo de diseño que tenga competencias, antes de iniciar la fase de ejecución, para hacer menos cambios al final del proceso, donde la incorporación de los cambios es más costosa.

Es la participación temprana de los involucrados con competencias e integración, lo que ayudará a reducir estos porcentajes de retrabajos, y se espera que incluso puedan ser eliminados.

Expresamente las razones serían:

- Primero, el diseño se convierte más fiable ya que las personas que tienen que construir la instalación, cuentan con toda la información completa e interoperable que se ha realizado por los proyectistas desde la concepción y han suministrado la información en el modelo (modelo LG).
- Segundo, si el contratista es responsable de las fases de diseño y construcción lo que implica que estarán más comprometidos con el diseño, ya que tienen una mejor comprensión del porqué de las diferentes soluciones de diseño que se han decidido y presentado al cliente.
- Tercero, como consecuencia de las dos vinculaciones mencionadas, el costo objetivo es más probable que sea menor que el costo disponible de un proyecto gestionado tradicionalmente, a pesar de que el costo de diseño inicial pueda ser en algunos casos más alto.

### **Integración en el Sistema Integrado LG.**

Este aspecto se refiere a establecer un equipo de diseño formado por arquitectos, ingenieros, consultores, contratistas, subcontratistas y el cliente en un único ambiente de trabajo, "Sala de Reuniones" o "Big Room", en la fase inicial de diseño para combinar el conocimiento más allá de las operaciones individuales con el fin de entregar un proyecto integrado sin ambigüedades ni conflictos. El problema radica en describir la mejor manera de estructurar un equipo deseado para implementar un diseño LG. Un aspecto interesante propuesto por la LCI y AIA, es por ejemplo la utilización de la curva MacLeamy que se representa en la figura N° 26 que ilustra las respectivas ventajas de Lean, así como incluir el diseño sostenible basado en los criterios Green, ya que, si se desea que un proyecto sea realmente sostenible, entonces es aquí

donde se debe discutir la consideración y la selección de estos criterios. Los términos de sostenibilidad para un proyecto deben ser discutidos en conjunto con el equipo de diseño, construcción y propietarios, de tal manera que pueda darse un mutuo entendimiento desde fases tempranas del ciclo de vida del proyecto. El objetivo de esta interacción es alinear intereses, objetivos y prácticas, a través de un enfoque basado en el trabajo en equipo, decidir por unanimidad y considerar todas las opciones.

El trabajo en equipo dentro de un ambiente de trabajo llamado "*Sala de Reuniones*" o "*Big Room*" a través de reuniones diarias o semanales logrará: (i) una verdadera comunicación, colaboración y transparencia entre los principales involucrados, (ii) visualización de conjunto de todo el proceso de la construcción desde la concepción hasta la demolición del proyecto; (iii) identificación temprana de errores y falencias y (iv) la toma confiable de decisiones durante el ciclo de vida de un proyecto. Así pues, esta investigación está preocupada por crear conciencia en estudiantes y profesionales para educar a la población hacia un cambio de mentalidad responsable con el uso de los recursos públicos y privados y la protección del medio ambiente, mediante una agresiva Educación de la Gestión de Proyectos de Construcción en todo el país.

### **Colaboración en el Sistema Integrado LG**

La discusión temprana de los requerimientos del cliente en etapas tempranas del proyecto, desafía la configuración del proyecto, así como el enfoque de la gestión en relación con la forma de estructurar el flujo de la coordinación, la comunicación, y el intercambio entre todos los actores que tradicionalmente recibieron y no participan en el diseño de la información. De acuerdo con la colaboración, aspecto de la filosofía Lean, es importante que todos los equipos deben saber todo el proceso y que entiendan por qué se toman las decisiones, para así se pueda

comprender lo que crea o no crea valor y eliminar los desperdicios. Para crear un ambiente de diseño colaborativo, en el que cada integrante del equipo sepa lo que está haciendo y por qué, se debe empezar primero por integrar dos culturas muy diferentes pre-construcción y construcción, para que luego los aspectos del diseño puedan ser discutidos íntegramente en un ambiente de trabajo llamado "Sala de Reuniones" o "Big Room".

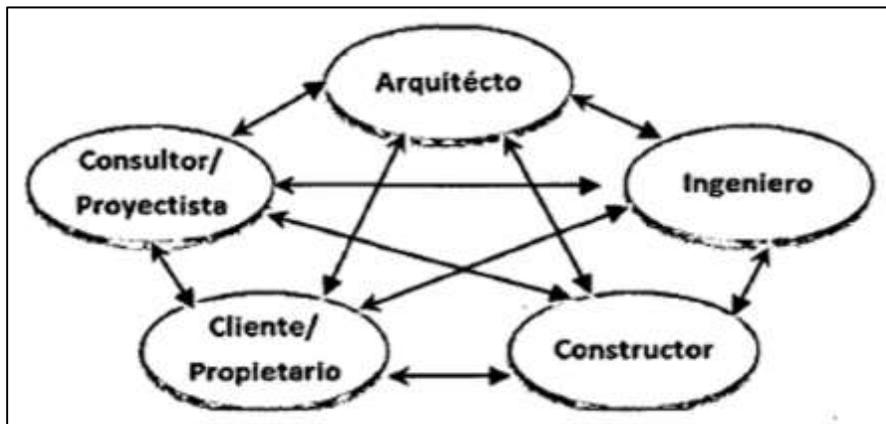


Figura 26. El concepto de colaboración en un ambiente de trabajo "Big Room"

Fuente: Fustamante, 2014

En un contexto de diseño relacionado a un ambiente de trabajo se convierte en una plataforma de colaboración, donde pueden tener lugar las discusiones y decisiones sobre el diseño entre todos los involucrados (Figura N° 26). Hay muchos tipos diferentes de reuniones que tienen lugar en un ambiente de trabajo colaborativo "Sala de Reuniones" o "Big Room". En estas reuniones intervienen todos los miembros del equipo y se toman las decisiones generales de diseño. Para aprovechar plenamente el ambiente *de trabajo "Sala de Reuniones"* donde las

alternativas de diseño se pueden discutir entre varias especialidades, se necesita un facilitador para sistematizar, visualizar y almacenar esa información.

La comunicación ha sido identificada como una de las mayores y únicas razones de éxito o fracaso de un proyecto. Es esencial que exista una comunicación eficaz dentro del equipo del proyecto, entre el director del proyecto, los miembros del equipo y los interesados externos. La transparencia en la comunicación permite el trabajo en equipo y conduce a un alto desempeño. Mejora las relaciones entre los miembros del equipo del proyecto y crea una confianza mutua.

### **Diseño basado en modelos en el Sistema Integrado LG**

El diseño determinado con base en modelos, marca una diferencia muy grande y se aleja del proceso de diseño convencional 2D. Esto es gracias a que el Sistema Integrado LG permite la discusión de variedades diferentes de alternativas de diseño, basándose en el criterio de que entre más soluciones de diseño están siendo desarrolladas, mejores decisiones de inversión pueden ser consideradas para asegurar la entrega de valor al cliente con el cumplimiento de sus requerimientos incluso más allá de sus expectativas.

Tradicionalmente, en un proceso de diseño, todas las decisiones referentes a las soluciones de diseño son realizadas antes que el diseño de detalle esté comenzando. Esto significa que aquellos que son responsables del diseño de detalle están a menudo "*siguiendo*" decisiones anteriores de diseño, incluso cuando la solución no puede ser la que vaya a entregar el mayor valor al cliente.

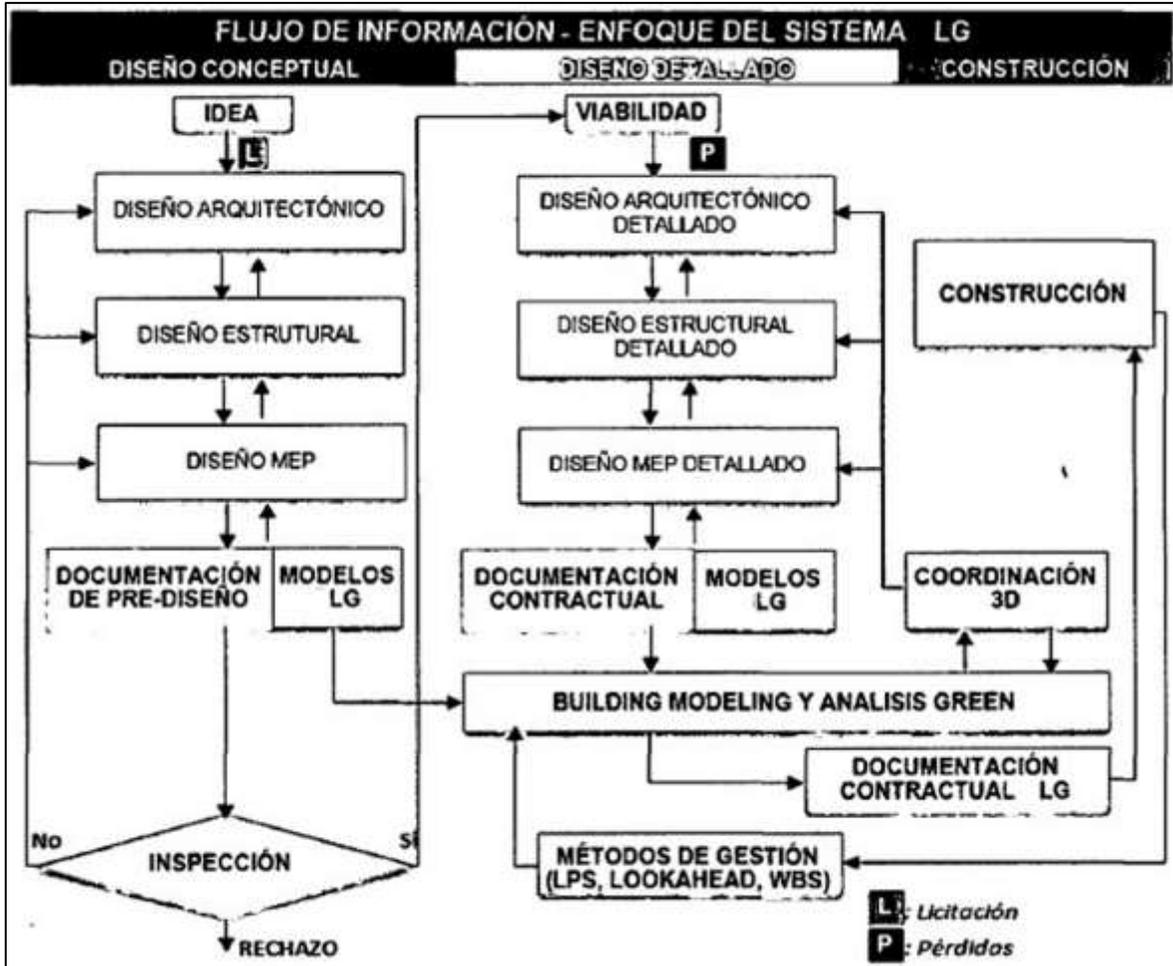


Figura 27. Diseño basado en modelos

Fuente: Fustamante, 2014

En la Figura N° 27 el concepto de diseño basado en modelos, se ilustra oponiéndose al enfoque tradicional. El enfoque tradicional es un enfoque "lineal", ya que la solución general de diseño se decide al inicio de la fase de diseño y todos los involucrados más allá del diseño se limitan a seguir el diseño realizado en este punto particular. El diseño tradicional muestra cómo un concepto de diseño factible en un proyecto tradicional se desarrolló normalmente. Al principio de la etapa de diseño, todos se conforma con un concepto global de diseño y de allí a

todo el mundo está a la caza de ese concepto en particular, independiente de que el concepto de diseño podría no ser el concepto que ofrecerá el mayor valor para el cliente.

El diseño determinado con base a modelos en Figura N° 27, se opone al diseño tradicional esperando tomar una decisión con respecto al concepto de diseño hasta "el último momento planificador". En lugar de optar por un concepto de diseño desde el principio, varias propuestas de diseño paralelo se están desarrollando al mismo tiempo.

Cada uno de estos conceptos de diseño paralelo individuales contienen diferentes ventajas y sólo por un concepto de desarrollo casi lleno, el impacto de cada uno se puede estimar, y posiblemente, algunas de las soluciones pueden desafiarse unos a otros para lograr aún más valor que si se hubiera desarrollado una única solución.

Esto significa que la decisión sobre qué concepto de diseño para seleccionar ocurre mucho más tarde en oposición a un proyecto tradicional. Este modo de espera hasta que todas las alternativas sean conocidas para tomar correcta decisión, similar a la espera en las tareas de planificación en la construcción hasta el momento en el que realmente se puede planificar lo que de acuerdo con el LPS (Último Momento Planificador). Por lo tanto, "el último momento planificador" del diseño puede ser definido como el punto en el que se anula la selección de alternativas de conceptos de diseño.

Lean proporciona un método para desarrollar y evaluar varias soluciones, es por eso que los dos conceptos se complementan entre sí eficazmente. El enfoque sobre el uso del diseño basado en modelos en el sector manufacturero, ha demostrado ser una manera más rápida para

producir automóviles, pero todavía necesitan ser probados en el diseño de las construcciones, con el objetivo de automatizar la construcción.

### **Costo objetivo en el Sistema Integrado LG**

El Costo objetivo, es un elemento importante en el concepto de diseño Lean. En el sistema de entrega de proyectos tradicional luego que un proyecto es diseñado, los contratistas pueden competir por la obtención de la buena pro, y el contrato normalmente se inclina por la oferta más baja de los contratistas. En un proyecto convencional tanto el costo y el contenido del proyecto tienen que ser evaluados, y por lo tanto el costo se convierte en un factor que a menudo determina quién se lleva la buena pro del proyecto. El costo objetivo del diseño está cambiando este concepto al revés, comenzando por decir cuál es el presupuesto para el proyecto y luego esperar que los contratistas desarrollen la mejor propuesta económica dentro de ese presupuesto. *"Diseñar hacia un costo objetivo es una práctica de desarrollo de producto que convierte al costo en un criterio de diseño en lugar de un resultado de diseño".*

Entonces, el valor del proyecto es lo que *está* siendo discutido y no el costo, ya que el costo ya está definido. Además, cuando el presupuesto del cliente es conocido anterior al proyecto, todo el equipo es más probable que se comprometan hacia este presupuesto a lo largo de todo el proceso. Aspectos que impactarán al costo total pueden y con frecuencia van a ser discutidos a lo largo del proceso, así que el cliente al final del proyecto no está recibiendo la mala noticia acerca de retrasos o excesos de presupuesto. El costo tanto de la alternativa individual, así como de su impacto en todo el proyecto puede ser realizado, documentado y compartido entre los involucrados del proyecto.

## **Diseño y construcción sostenible en el Sistema Integrado LG**

Este aspecto se refiere a crear una cultura responsable con el medio ambiente. El Diseño y Construcción sostenible Green esta rápidamente transformando el diseño y la industria de la construcción en todo el mundo, apoyándose y complementándose con los principios Lean.

El diseño sostenible puede ayudar a los equipos de diseño de proyectos lograr una variedad de soluciones y resultados de productos sostenibles. El Diseño y Construcción Sostenible va a ser usado mayormente para simular un análisis de toda la construcción, optimizar el consumo de energía, y trabajar para la creación de diseños en fases tempranas del proceso como la fase de concepción y diseño.

Los arquitectos e ingenieros actualmente juegan un papel muy importante en impulsar la adopción del diseño y construcción sostenible de los proyectos, pero creando más demanda para la inversión mediante dos factores claves:

- Promover mayor educación acerca de cómo LG ahorra tiempo y dinero en el diseño y en los procesos de construcción, y un incremento en la habilidad para usar eficientemente LG durante la fase de operación y mantenimiento de una construcción sostenible, más que sólo durante el diseño y construcción.
- El uso incrementado de LG entre los arquitectos e ingenieros, constructores, como herramienta vital para el diseño sostenible, que permita a los usuarios realizar varias alternativas de diseño y su respectivo análisis y modelamiento del impacto del funcionamiento de las construcciones Green.

Finalmente, el concepto sostenible debe extenderse más allá del ahorro de energía y agua, para que se dé un enfoque sostenible, involucra la incorporación de la naturaleza tanto como sea posible dentro de la construcción, pero desde la concepción del proyecto, enfrentando los obstáculos actuales:

- Desconocimiento del diseño sostenible y por lo tanto poca demanda de los propietarios.
- Paradigma de la construcción de que al implementar este modelo de diseño es muy complicado y costoso.
- Falta de la disponibilidad de herramientas interoperables para la funcionalidad requerida al implementar Green.
- Demanda de proyectistas con experiencia en proyectos Green.
- Hacer el lugar de la construcción segura y sostenible.
- Falta de la toma de conciencia ante el impacto ambiental.

### **Transparencia de procesos en el Sistema Integrado LG**

La transparencia de procesos como lo indica Koskela (1992), permitirá identificar errores e incrementar la motivación por implementar mejoras, ya que en su falta induce al error y opaca la visibilidad de los errores en el proceso. La transparencia de procesos facilitará un fácil control de los procesos y su mejor continua. Esto se puede lograr haciendo el proceso directamente observable a través de medios organizativos o físicos, medidas, y la exhibición pública de la información, prácticamente mediante reuniones de diseño en un ambiente colaborativo planteado como "Sala de Reuniones" o "Big Room".

Esta práctica puede ser lograda mediante:

- Reuniones colaborativas de diseño en fases tempranas de diseño en una sala de reuniones con los principales involucrados (Cliente-Consultor-Constructor).
- Información pública de los flujos de información a través de modelos, para la participación activa y crítica de los involucrados.

Un Sistema LG, permitirá que la información en un proyecto sea tan clara, que no dé lugar a dudas, sino más bien a ideas que mejoren el proyecto involucrando no solamente al proyectista sino de todos los involucrados (stakeholders) del Proyecto.

### **Creatividad, innovación y procesos de mejora continua en el Sistema Integrado LG**

El camino de la creatividad, innovación, y los procesos de la mejora continua, son aspectos muy importantes de la producción del diseño que postulan en esta investigación. La creatividad o pensamiento creativo, es la generación de nuevas ideas o conceptos, o de nuevas asociaciones entre ideas y conceptos conocidos, que habitualmente producen soluciones originales. Innovación significa literalmente "*novedad*" o "*renovación*" (*Lean, y Green*), el concepto se utiliza de manera específica en la construcción en el sentido de nuevas propuestas, inventos y su implementación económica.

En el sentido estricto, en cambio, se dice que de las ideas sólo pueden resultar innovaciones luego de que ellas se implementan como nuevos productos, servicios o procedimientos, que realmente encuentran una aplicación exitosa, imponiéndose en el mercado a través de la difusión (Sistema Integrado LG). El proceso de mejora continua es un concepto que pretende mejorar los productos, servicios, y procesos. Es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Algunas de las

herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes (Figura N° 28). Estos son los pilares sobre los cuales descansa el Sistema Integral LG planteado en esta investigación.



Figura 28. Pilares del Sistema Integrado LG

Fuente: Fustamante, 2014

El aspecto de estar tratando constantemente hacer las cosas mejor, es la parte más esencial de la filosofía Lean, y también el aspecto más difícil de explicar, ya que no existe ninguna herramienta tangible o método que se utilizará para la creación como un aspecto aislado. Un ambiente de aprendizaje es algo que viene de las personas involucradas en un proyecto. Se trata de querer saber más para hacer las cosas mejor y con ganas de compartir el conocimiento, en lugar de tener miedo de compartirlo.

Los errores en cierto grado son aceptados, porque a través de los errores, el sistema está aprendiendo y se pueden plantear mejoras, así como ayuda a desarrollar los conceptos de creatividad e innovación. A veces, en la gestión según el enfoque Lean se permite incluso

imponer una ruptura mediante la colocación de un "elemento defectuoso" en la línea de producción para saber cuándo y cómo se detecta el error, con el fin de que los trabajadores sean comprometidos y preocupados por el producto final. Cuando un trabajador busca o descubre un error, él o ella se animan a cerrar toda la línea de producción y decir "*me equivoqué o he encontrado un error*", para corregir el error lo antes posible, y para minimizar la cantidad de artículos defectuosos del sistema.

Por ejemplo, en la Producción de la compañía de automóviles Toyota, las personas que comete errores están siendo recompensados, porque son el uno de las pruebas del sistema y realmente asegurarse de que el producto final es tan bueno como se puede conseguir. El beneficio de crear un ambiente donde los empleados no tienen miedo de cometer errores, es que más innovación está teniendo lugar, porque la gente no tiene miedo de perder sus puestos de trabajo.

En la construcción, la forma en que las mejoras incrementales se han estructurado "*Ciclo de control de Calidad*". Aquí el enfoque es que un sistema o método tiene que ser desarrollado para prevenir que los errores sucedan. Cuando un error ocurre, es importante que se detecte rápida y tempranamente para ser capaz de corregirlo y reducir al mínimo la influencia negativa de éste. Cuando se detecta que es importante analizar la(s) causa(s) raíces que lo provocaron para evitar que se produzca de nuevo.

El diseño consiste en tomar decisiones acerca de algo que se va a realizar. Por tanto, una manera de mejorar el diseño es encontrar formas de mejorar el proceso de toma de decisiones.

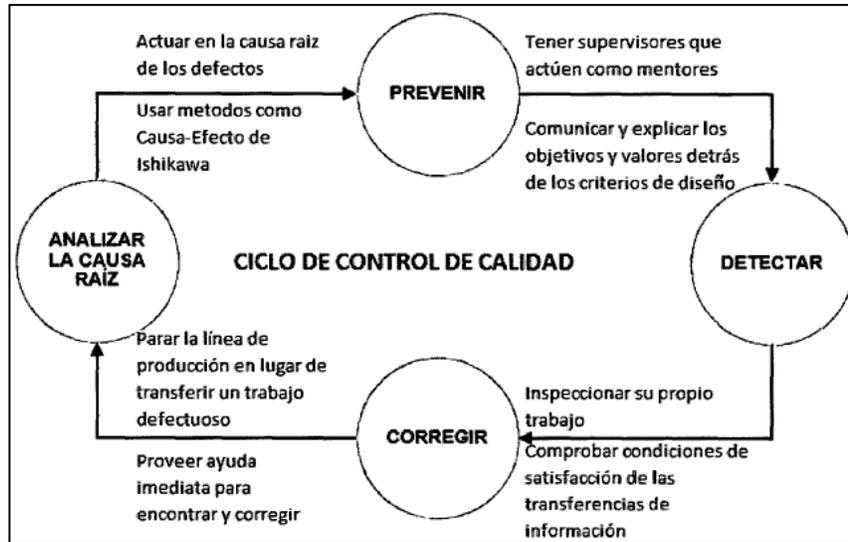


Figura 29. Ciclo de control de calidad

Fuente: Fustamante, 2014

El Ciclo Deming es otra de las tantas metodologías que aplica la lógica y hace las cosas de forma ordenada y correcta. Su uso no se limita exclusivamente a la implantación de la mejora continua, sino que se puede utilizar, lógicamente, en una gran variedad de situaciones y actividades para la mejora de procesos.

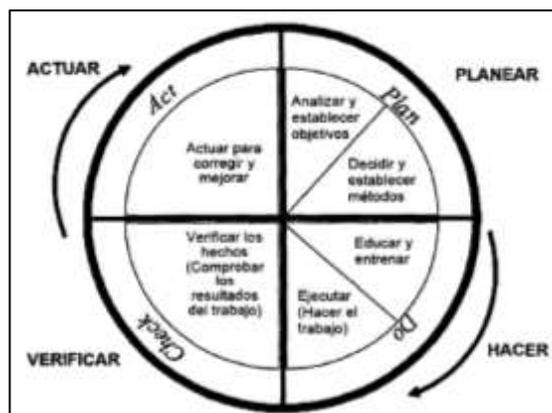


Figura 30. Ciclo de Deming

Fuente: Tjell 2010

## Constructabilidad en el Sistema Integrado LG

Esta relación se logra ahora gracias a que es posible simular el flujo de procesos de las actividades de la construcción en la fase de diseño haciendo el uso de modelos virtuales, de tal manera que se tenga una visualización de conjunto. El control es eficaz las decisiones son efectivas.

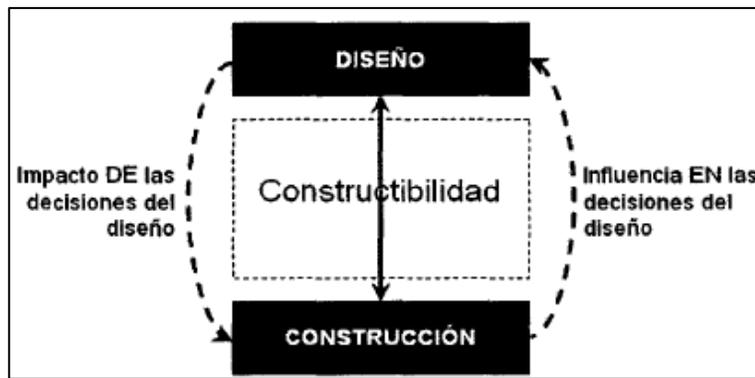


Figura 31. Constructabilidad como elemento de unión entre la fase de diseño y construcción

Fuente: Fustamante, 2014

Esta sinergia es debida a que los aspectos del sistema integrado LG comparten muchos fundamentos en común, como, por ejemplo:

- *Integración:* La Constructabilidad debe de ser una parte integral del plan del proyecto, y esto es logrado según la relación de "integración" del sistema LG
- *Conocimiento constructivo:* El plan del proyecto debe contar con conocimiento y experiencia constructiva.
- *Equipo experto:* El equipo debe de ser experto y de composición apropiada.

- *Objetivos comunes:* La constructibilidad aumenta cuando el equipo consigue el entendimiento del cliente y los objetivos del proyecto.
- *Recursos disponibles:* La tecnología de la solución diseñada debe de ser contrastada con los recursos disponibles.
- *Factores externos:* Pueden afectar al coste y/o programa del proyecto.
- *Programa:* El programa global del proyecto debe ser realista, sensible a la construcción y tener el compromiso del equipo del proyecto.
- *Métodos constructivos:* El proyecto de diseño debe de considerar el método constructivo a adoptar.
- *Asequible:* La constructibilidad será mayor si se tiene en cuenta una construcción asequible en la fase de diseño y de construcción.
- *Especificaciones:* Se aumenta la constructibilidad cuando se considera la eficiencia constructiva en su desarrollo.
- *Innovaciones constructivas:* Su uso aumentará la constructibilidad.
- *Retroalimentación:* Se aumenta la constructibilidad si el equipo realiza un analysis de post-construcción.

### **Gestión del diseño basado en competencias en el Sistema Integrado LG**

La Gestión del diseño basado en competencias, es un enfoque holístico, basada en la integración total frente a un concepto o situación de la gestión de proyectos de construcción que propone un aprendizaje basado en desarrollo de las competencias, impartir la construcción de un Sistema de Educación y Desarrollo competitivo que aumente el conocimiento y lograr la implementación de las competencias de los miembros del equipo de diseño. *La única manera de*

*conservar la ventaja competitiva es asegurarse de que su organización aprenda con mayor rapidez que los demás.* Este aspecto puede relacionarse con el aspecto de innovación, creatividad y el proceso de mejora continua, ya que ambos aspectos imparten un aprendizaje continuo en la industria de la construcción.

Este desafío no está lejos del alcance de los equipos de diseño, sino más cerca de lo que comúnmente nos imaginamos, ya que esta va a empezar en la mente de cada involucrado en el proceso como un cambio de cultura ante la manera como estamos aprendiendo. Para lograr este aspecto significa:

- Plantear una Educación de la Gestión de Proyectos de Construcción basada en competencias (habilidades conocimientos, experiencias, hábitos, actitud, métodos, técnicas y herramientas) que apoyan la implementación de nuevos enfoques de gestión para ser implantados desde la fase de diseño de los proyectos de construcción.
- Creación de una cultura de cambio en los involucrados que identifique errores y deficiencias para mejorarlas a través de la innovación, creatividad y mejora continua.

Finalmente, cuando se habla de competencias en la gestión de proyectos estas implican el desarrollo de:

- **Conocimientos (conocer):** de los hechos al entendimiento conceptual formación, educación, actitud y comportamiento demostrados en el desempeño de la profesión. Conocer métodos, técnicas y herramientas (TIC) que puedan ayudar a un mejor desarrollo del diseño.
- **Habilidades (saber):** del seguimiento de escritos a resolución de problemas complejos.

- **Hábitos (hacer):** de la posibilidad de actuar a las acciones.
- **Actitudes (querer):** de estar abierto a tener una visión del mundo.
- **Experiencias (obtener):** de simplemente reaccionar a ser proactivo en aplicación de las mejores prácticas, evidenciadas conforme a los estándares definidos.
- **Métodos, técnicas y herramientas** que soporten la aplicación de los conocimientos y experiencias.

## **El Sistema Integrado LG**

*El Sistema Integrado LG* puede llamarse como tal, dado que cumple con los requisitos necesarios para llevar acabo los mecanismos de un sistema, ya que su estructura realiza relaciones de interacción entre los diferentes componentes del sistema (Lean y Green) y existen mecanismos de procesos que plantean innovación, creatividad, y mejora continua en la fase de diseño de los proyectos de construcción. La gestión y ejecución integrada del proyecto desde la perspectiva LG, es un enfoque de la ejecución de proyectos que integran personas, sistemas, estructuras y prácticas empresariales en un proceso que aprovecha colaborativamente el talento y las opiniones de todos los involucrados para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el cliente, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en todas las fases de concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

El Sistema Integrado LG se basa en la colaboración, que a su vez se basa en la confianza, efectivamente estructurada, insta a las partes a centrarse en los resultados del proyecto en lugar de sus objetivos individuales. Sin la colaboración basada en la confianza, el Sistema Integrado LG se tambalearía y los participantes se mantendrían en las relaciones adversas y antagónicas

que plagan la industria de la construcción hoy en día. LG promete mejores resultados, pero estos no van a cambiar a menos que las personas responsables de la entrega de los resultados cambien también.

### ✧ **Fundamentos**

Los fundamentos del Sistema Integrado LG, apuntan a que sistema propuesto no sea reactivo en un punto en el ciclo de vida, con mecanismos que hagan de la innovación, la creatividad y la mejora continua como una de las herramientas claves para la mejora de procesos, no solamente los del diseño sino todos los procesos del ciclo de vida.

Los fundamentos del Sistema Integrado LG, se pueden aplicar a una amplia variedad de acuerdos contractuales. Los equipos LG pueden incluir miembros que van más allá de la tríada básica: propietario, proyectista y constructor. En todos los casos, los proyectos integrados se distinguen de forma única por la colaboración altamente eficaz entre el propietario, el equipo de diseñadores y el contratista principal, que comienzan a colaborar al principio del diseño y continúan a través de todo el ciclo de vida del proyecto.

FUNDAMENTO	FUNCIONALIDAD
<b>Confianza</b>	El cliente, el equipo de consultores/proyectistas, especialistas independientes, el constructor principal, los subcontratistas y los proveedores entienden el valor de la colaboración y se comprometen a trabajar en equipo en beneficio mutuo del proyecto.
<b>Beneficio mutuo</b>	Todos los involucrados en el proceso se benefician de la adopción de BLG, debido a que el proceso integrado requiere la participación temprana de más partes interesadas, las estructuras de compensación de BLG reconocen y premian la participación temprana. La compensación se basa en el valor añadido para la organización y premia las formas de pensar basadas en "lo que es mejor para el proyecto".
<b>Innovación y creatividad y proceso de mejora continua</b>	La innovación y creatividad es estimulada cuando las ideas se intercambian libremente entre todos los participantes. En ambiente BLG, las ideas son juzgadas por sus méritos, y no en función del rol o estatus de su autor. Las decisiones claves son evaluadas por el equipo del proyecto y, adoptadas por unanimidad, considerando todas las opiniones.
<b>La participación y toma de decisiones temprana</b>	Los principales participantes están involucrados desde el momento más temprano y práctico posible. La toma de decisiones mejora mediante la afluencia de conocimientos y experiencia de todos los participantes claves. Su conocimiento y experiencia combinado es más potente durante las primeras etapas, donde las decisiones informadas tienen el mayor impacto.
<b>Definición temprana de objetivos y estrategias</b>	Los objetivos del proyecto se han desarrollado en una fase temprana y han sido acordados y respetados por todos los participantes. La perspicacia de cada participante se valora en una cultura que promueve e impulsa la innovación y el rendimiento excepcional, manteniendo los resultados del proyecto en el centro por encima de los objetivos y valores individuales.
<b>Planificación intensificada</b>	El enfoque BLG reconoce que un mayor esfuerzo en la planificación da como resultado una mayor eficiencia y ahorro durante la ejecución del proyecto. Así, la idea clave del enfoque BLG aparte de reducir el esfuerzo de diseño, es mejorar en gran medida los resultados del diseño, racionalizando y reduciendo el esfuerzo de construcción, que es mucho más caro
<b>Comunicación, colaboración y transparencia</b>	El enfoque BLG en el rendimiento del equipo se basa en la comunicación, colaboración y transparencia abierta, directa y honesta entre todos los participantes. Las responsabilidades están claramente definidas en una cultura de "no identificar culpables" que lleva a la identificación y solución de los problemas más que a la determinación de los responsables. Los litigios se reconocen cuando ocurren y se resuelven rápidamente. La información es compartida, todos deben conocer lo que se está haciendo.
<b>Selección de tecnología</b>	Las tecnologías de vanguardia se especifican al inicio del proyecto para maximizar la funcionalidad, la generalidad y la interoperabilidad. El intercambio de datos de manera abierta e interoperable basado en estructuras de datos disciplinadas y transparentes es esencial para apoyar el sistema integrado BLG. Debido a que los estándares abiertos permiten mejores comunicaciones entre todos los participantes, la tecnología que cumple estos estándares se utiliza siempre que sea posible.
<b>Organización y liderazgo</b>	El equipo del proyecto es una organización en sí misma y todos sus miembros están comprometidos con los objetivos y valores del equipo. El liderazgo se adopta por el miembro del equipo que está más capacitado. Los roles específicos se determinan necesariamente sobre una base de proyecto por proyecto, claramente definidos, sin crear barreras artificiales que enfrien la comunicación abierta y la adopción de riesgos
<b>Gestión de proyectos de Construcción basada en competencias</b>	A través de La Educación de la Gestión de Proyectos de Construcción basada en "competencias", que significa impulsar un cambio en la cultura de las organizaciones e instituciones públicas y privadas como las universidades, hacia un aprendizaje continuo en base a competencias (habilidades conocimientos, experiencias, hábitos, actitud, métodos, técnicas y herramientas).

Figura 32. Fundamentos del Sistema Integrado LG

Fuente: Fustamante, 2014

## **El Ambiente LG**

La parte más importante acerca de plantear un sistema integrado que actué a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, principalmente en las fases de concepción y diseño, es que se puede hacer mejora las cosas, mejorando gradualmente hacia la perfección, a pesar de que no existe tal cosa como la perfección, ya que siempre habrá algo que se pueda hacer mejor. Las herramientas tangibles y los métodos que se presentan en este capítulo son aspectos que ayudarán a hacer mejor las cosas y contribuir a crear un entorno LG, lo que significa crear un ambiente donde se impulse la creatividad, innovación, y el proceso de aprendizaje continuo. Además, un ambiente LG permitirá la colaboración, comunicación, y transparencia entre los principales involucrados en el proceso.

## **Equipo de diseño LG**

Los equipos de trabajo en los proyectos están beneficiándose de las comunicaciones cada vez más rápidas, computadoras móviles más pequeñas y potentes, herramientas de modelamiento digitales complejas y un cambio transformador hacia los procesos de entrega de proyectos integrados, basado en LG todo de los cuales están generando resultados positivos, eficientes e inimaginables beneficios, como: Incrementar la productividad, calidad, eficiencia, eficacia, y seguridad. Cumpliendo los aspectos claves como: Minimizar errores y omisiones, menos retrabajos y costos más bajos en la construcción y formando una cultura ambiental responsable. La clave del éxito de un sistema LG, es la creación de un equipo que esté comprometido con los procesos de colaboración y cuyos miembros sean capaces de trabajar juntos de manera efectiva desde etapas tempranas del proyecto. Las funciones que deben desempeñar los miembros del equipo LG para lograr el éxito del proyecto son las siguientes:

- Identificar en el momento más temprano posible los roles de los participantes que son más importantes para el proyecto.
- Precalificar a los miembros (individuos y empresas) del equipo.
- Tener en cuenta los intereses comunes y buscar la participación de partes adicionales seleccionadas, como funcionarios de la administración, empresas locales de servicios públicos, compañías de seguros y otras partes interesadas.
- Definir de manera mutua y comprensible los valores, intereses, metas y objetivos de los actores participantes.
- Identificar la estructura organizativa y de negocio que mejor se adapte al sistema LG de manera que sea coherente con las necesidades y limitaciones de los participantes. La elección no debe estar sujeta estrictamente a los métodos tradicionales de entrega de proyectos, sino que debe adaptarse de forma flexible al proyecto.
- Desarrollar acuerdos del proyecto para definir las funciones y responsabilidades de los participantes.

El sistema integrado LG trata de unir la triada más común en los proyectos de construcción, caracterizado por:

**a. El Cliente/Propietario en el Sistema Integrado LG.**

En el sistema LG, el cliente/propietario asume un papel mucho más activo en la evaluación e influencia de las opciones de diseño desde etapas más tempranas que lo habitual en un proyecto tradicional, quienes ayudarán a resolver los problemas que se plantean en el proyecto, ya que como miembro activo del órgano

de decisión, el cliente estará involucrado en más detalles relacionados con el proyecto y la obligación de actuar con rapidez en este sentido para que el flujo de procesos fluya en el proyecto.

#### **b. Consultores/proyectistas en el Sistema Integrado LG**

Dado que el sistema LG se basa principalmente en un proceso de diseño exhaustivo y minucioso que incorpora la entrada y la participación de otros miembros del equipo, incluyendo constructores, durante la fase de diseño. Por lo tanto, el proceso de diseño adquiere una mayor importancia, ya que los demás miembros del equipo llegan a entender cómo funciona el proyecto integrado y cómo va a ser completado. Como miembro del equipo, el diseñador o proyectista está necesariamente implicado en la definición de los procesos de diseño que se aplicarán al proyecto.

Un proyecto LG permitirá esfuerzos previos a la construcción más amplios, relacionados con la identificación y solución de conflictos potenciales de diseño que tradicionalmente no se descubren hasta la fase de ejecución. Como resultado, se requiere que los diseñadores lleven a cabo en una etapa anterior, determinados servicios que tradicionalmente se llevan a cabo más adelante en el proyecto. El avance resultante de los servicios de más partes interesadas aumenta potencialmente el volumen de los servicios prestados en la fase de diseño. Interacciones frecuentes con otros miembros del equipo durante la fase de diseño requieren que los diseñadores ofrezcan numerosas iteraciones de sus documentos de diseño a otros miembros del equipo para su entrada y evaluación.

Estas interacciones derivan en una responsabilidad adicional en relación tanto a los documentos entregados a otros miembros del equipo como a los recibidos.

**c. Los constructores en el Sistema Integrado LG.**

La naturaleza del alcance de los servicios del constructor se ve afectada principalmente en LG por su pronta participación en el proyecto y su participación en el equipo integrado. En concreto, aumenta el papel del constructor de una manera significativa durante las primeras etapas de diseño, en el que los constructores ahora prestan servicios estratégicos tales como programación de la producción, estimación del costo, ajuste de las fases, evaluación de los sistemas, revisiones de constructibilidad, y programas tempranos de compras y adquisiciones. Los constructores se introducen en las fases iniciales del proyecto para aportar su experiencia y participar plenamente en el diseño del proyecto. El resultado es un mayor papel a la hora de comentar e influir en la innovación del diseño.

Los acuerdos del proyecto deben estar sincronizados para asegurar que las funciones y responsabilidades de las partes se definan de forma idéntica en todos los acuerdos y sean compatibles con los modelos organizativos y de negocio acordados. Las principales disposiciones relativas a la indemnización, la obligación y la asignación de riesgos deben estar claramente definidas y deben alentar la comunicación, la colaboración, y la transparencia.

### **Implementación del Sistema Integrado LG en la construcción**

Para la implementación exitosa del Sistema Integrado LG, se deben considerar aspectos como;(i) un nuevo enfoque de gestión, (ii) reconfiguración contractual, (iii) cultura, y (iv)

regulaciones e intervención del estado, adopción de herramientas tecnológicas TICs, deben ser considerados muy seriamente en los proyectos de construcción hoy en día, dado su impacto en términos de mejoras, en cómo los principales involucrados pueden hacer las cosas mejor, trabajar en equipo, tomar decisiones correctas, y tomar mayor conciencia acerca del impacto ambiental en la industria de la construcción.

Para hacer posible el desafío de una implementación eficiente mediante un nuevo sistema integral de entrega de proyectos, es necesario que algunas cosas mejoren y/o cambien y estos cambios y mejoras tienen que ser referente a:

- i. Nuevo enfoque de gestión integral de la construcción, con nuevas metodologías, métodos y herramientas que apoyan la implementación de LG desde la fase de concepción, tomando seriamente los criterios del diseño y construcción sostenible.
- ii. Reconfiguración contractual, para integrar los procesos de producción, que implica unir dos culturas diferentes pre-construcción y construcción.
- iii. Creación de una cultura que facilite, que las personas sostengan la implementación de este sistema integrado LG.

La figura N° 33 muestra un modelo de implementación LG a lo largo del ciclo de vida del proyecto o entre proyectos, enfatizando los componentes de innovación, creatividad, y mejora continua para el aprendizaje basado en competencias.

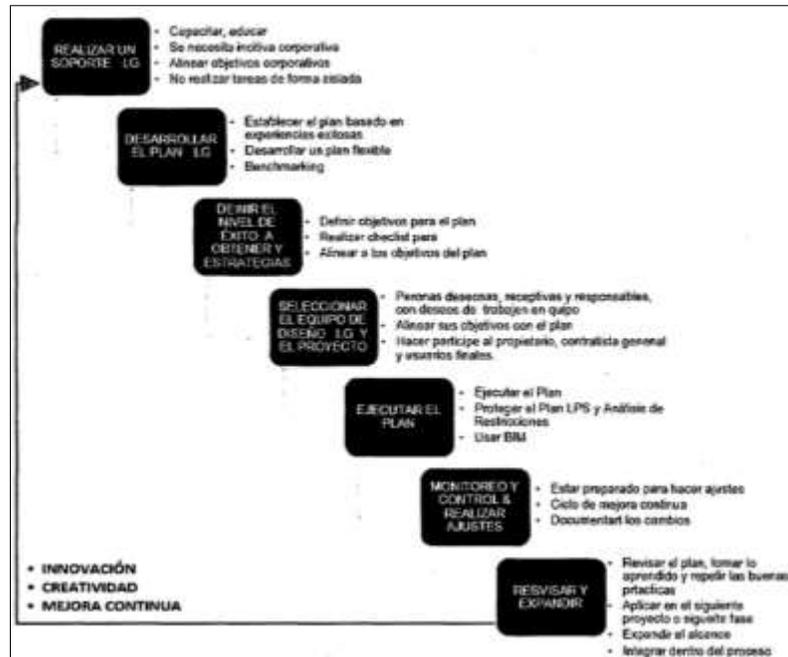


Figura 33. Implementación del Sistema Integrado LG, en proyectos o fases

Fuente: Fustamante, 2014

## El Sistema Integrado LG como nuevo enfoque de gestión

El nuevo enfoque de gestión integral está basado en los principios de la filosofía Lean y los criterios sostenibles Green en conjunto con los tres aspectos fundamentales de la filosofía Lean; transformación, flujo, y valor (TFV) los cuales en conjunto van a permitir una implementación realmente exitosa del Sistema Integrado LG. Esta idealización es gracias a que Lean va a contribuir a crear discusiones correctas en tiempos correctos, con el fin de realizar un mejor diseño, sin perdidas (Lean Design) agregando valor al producto.

Este nuevo enfoque va a ser diferente de los anteriores tipos de gestión de costo, ya que integra tres aspectos poderosos de la gestión de proyectos (Lean, y Green) que tradicionalmente

se han aplicado independiente, así como también considera los tres aspectos de la gestión Lean (*transformación, flujo, y valor*).

### **Reconfiguración contractual para la implementación del Sistema Integrado LG**

La consideración de realizar una revisión y reconfiguración en el actual sistema de entrega de proyectos, se fundamenta en las repetitivas deficiencias que ocurren proyecto tras proyecto. Esta realidad no sólo se observa en el país, sino que es un problema mundial, pero existen algunos paises como los Estados Unidos, El Reino Unido, entre otros, que están alejándose de los sistemas obsoletos de entrega de proyectos como el Diseño-Licitación Construcción.

El mayor desafío, para la realización de esto, es lograr la unión de dos culturas muy diferentes pre-construcción y construcción que originan problemas como la fragmentación y segmentación de procesos y como consecuencia se tiene productos de diseño y construcción deficientes, cuyo impacto en el costo, tiempo, y calidad son alarmantes.

Un contrato debe ser firmado entre el propietario, el consultor, y el constructor general. Las partes quienes firmen este acuerdo inicialmente tiene tres cosas que deben hacer. Primero, tienen que crear un grupo base para representar los intereses de las partes. Segundo, deben contratar a especialistas, profesionales, y otros involucrados con quienes van a formar el equipo. Tercero, llevar un estricto control del sistema de producción de diseño mediante las reuniones de diseño del realizadas semanalmente en una Sala de Reuniones, donde se tome las mejores decisiones de diseño apoyados en herramientas TIC para visualizar y evaluar distintas alternativas de diseño en base a modelos inteligentes e interoperables.

Entonces luego se puede hablar de mejoras en la construcción y en la fase de operación y mantenimiento que hoy en día se ven grandemente afectadas por diseños deficientes, debido a un sistema de entrega de proyectos que no ve sus propios defectos, no abraza nuevas ideas, y no impulsa la invocación, creatividad, procesos de mejora continua, y más generalmente el concepto de valor.



*Figura 34. Sistema semi – lineal de entrega de proyectos*

Fuente: Fustamante, 2014

Plantear una reconfiguración contractual según el enfoque del sistema Integrado LG va a permitir un alto grado de utilización de las potencialidades de los aspectos Lean, y Green comparado con las contrataciones contractuales actuales. Esta situación puede ser observada en la figura N° 34, que sugiere que los mayores esfuerzos por optimizar y compatibilizar el diseño y sus documentos deben surgir en la etapa de diseño, puesto que es en esta etapa donde hay un mayor control sobre cualquier cambio que pueda surgir en el proyecto, representando consecuentemente un costo mucho menor.

## **Cambio de cultural para la implementación del Sistema Integrado LG**

Este es un desafío aun mayor, dado que se intenta cambiar la mentalidad de cada involucrado en el proceso de diseño y aún más general a la sociedad en conjunto.

Es necesario Impulsar un cambio en la cultura de las personas, organizaciones, y especialmente en las universidades a través de la Educación de la Gestión Integral de Proyectos de Construcción, ya que es allí donde se gestan los futuros responsables directos del diseño y ejecución de los proyectos de construcción en el país, no solamente para lograr la adopción de nuevos enfoques de gestión que integre criterios de diseño y construcción sostenibles, sino para crear una mentalidad autocrítica, que busque resultados mejores a través de la innovación, la creatividad y haciendo usos efectivo de los procesos de mejora continua.

## **Regulaciones e intervenciones del estado para la implementación del Sistema Integrado LG**

Es necesaria la intervención de las regulaciones y la intervención del estado, replanteadas para asegurar una reconfiguración contractual para permitir que los cambios sucedan. Por lo tanto, el rol del estado en los proyectos tiene un alto nivel de influencia y muchas veces, las personas necesitan regulaciones de alto nivel para recién hacer mejor las cosas. Así pues, para una exitosa implementación del Sistema Integrado LG, va a estar apoyada en las regulaciones de estado (Figura N° 35).



Figura 35. Implementación del Sistema LG y Regulaciones de Estado

Fuente: Fustamante, 2014

### Adopción de herramientas tecnologías TIC en el Sistema Integrado LG

La tecnología será fundamental en los avances de la implementación del sistema LG en la construcción. Los ordenadores han jugado un papel clave en la mejora de rendimiento del proyecto desde hace muchos años por el aumento de la velocidad, la precisión y cantidad de datos que pueden ser procesados. El nuevo software está siendo constantemente desarrollado que puede mejorar el enfoque de los principios, prácticas y paradigmas en la construcción, tales como la construcción sin pérdidas. La tecnología no sólo hace que los principios Lean más posible, sino más fáciles de transportar, así, con ordenadores portátiles y otras herramientas de comunicación. La exitosa implementación de LG depende de varios aspectos tales como, software, hardware, conocimientos, educación, motivación, etc. Las capacidades de las

herramientas LG que se han desarrollado durante las 4 décadas pasadas y especialmente entre los últimos 10 años tienen aún una tarea por cumplir relacionados a:

- **Fácil interface de usuario:** Las interfaces en muchos de los programas de software son aún limitados y engorrosos de usar, incluso por usuarios quienes han aprendido a operar un programa. La operación de los programas debe ser más intuitiva. Los programas ahora incluso cuando alguien tiene un grado alto de dominio de los softwares, estos no son capaces de crear un objeto o no son capaces de crear un tipo particular de objeto con solamente ir a través de una variedad de menús, es también otro problema, los usuarios encuentran los programas demasiado pesados y engorrosos de operar.
- **Interoperabilidad:** El problema con los proveedores de softwares es que trabajan en diferentes plataformas y que sus programas de software no son capaces de interactuar sin problemas, los cuales en una situación ideal debe serlo, con el fin de exportar e importar archivos de un programa a otro para evitar perder información, o re-trabajos del mismo. Hoy en día estos problemas causan muchas deficiencias, ya que aún no es universalmente posible transferir una información del objeto o modelo que contiene de un programa a otro. Hay muchos intentos actuales para resolver estos problemas, tales como el formato IFC (Industry Foundation Classes). El formato IFC es un formato internacional que actualmente está ganando aceptación de todo el mundo, este es un formato de archivo que puede contener objetos y sus atributos (información). El problema es que el formato de archivo es nuevo y tiene que ser extenso, todavía hay algunos problemas de transformación, el formato IFC es claramente un paso en la dirección de tratar de resolver el problema de la interoperabilidad.

- **Nuevos procesos:** En comparación con el aspecto de desarrollo de software, la necesidad de nuevos procesos no recibe la atención necesaria. Esto es interesante, ya que independientemente de lo poderoso que una herramienta es, o puede llegar a ser; posiblemente nunca alcanzará su potencial si no se sabe cómo operarlo. Sin el reconocimiento de la necesidad de nuevos procesos de este nuevo paradigma, LG nunca alcanzará su potencial. Por lo tanto, este aspecto del Sistema Integrado LG necesita atención para alcanzar el siguiente nivel de implementación.

### **Beneficios Lean**

La entrega confiable del trabajo entre especialistas en el diseño, suministro e instalación aseguran valor al cliente y los desperdicios se reducen. Diseño y Construcción Lean es especialmente útil en proyectos complejos, inciertos y rápidos. Desafía a la creencia de que siempre debe haber un equilibrio entre el tiempo, costo, y calidad (LCI 2014).

Entre los principales beneficios citados por investigadores y compañías Lean se tiene:

- La infraestructura de un proyecto y los procesos de entrega están diseñados integralmente para una mejor visión y soporte de los propósitos del cliente.
- El trabajo está estructurado en todo el proceso para maximizar el valor de reducir los desperdicios a nivel de ejecución de los proyectos.
- Los esfuerzos para controlar y mejorar el rendimiento están dirigidos a mejorar el rendimiento total del proyecto, ya que esto es más importante que la reducción de los costos o el aumento de la velocidad de alguna actividad en particular.

- "Control" se redefine de "resultados de monitoreo" para "hacer que las cosas sucedan." El rendimiento de los sistemas de planificación y control se miden y se mejoran.
- Mejorar la planificación de la comunicación con el cliente, mano de obra, los contratistas y los proveedores con la visualización y la pantalla abierta de programación, diseño, y flujo de trabajo.
- Eliminar el desperdicio de materiales, la falta de comunicación, la duplicación de esfuerzos, y los errores de diseño.
- Mejorar la planificación de trabajo de la planificación temprana, con un enfoque en la mejora del flujo de trabajo, tareas realizables, distribución de la carga de trabajo, y un ámbito de trabajo claramente definido.
- Programación Lookahead con entregas justo a tiempo, el compromiso de todas las partes, la disponibilidad de recursos, el acceso al sitio, y la coordinación de otras dependencias:
- Planificar y coordinar fuera de las instalaciones de fabricación y las actividades de construcción, modular para reducir la congestión sitio, distribuir la carga de trabajo, reducir al mínimo la fuerza de trabajo de campo, y mejorar la entrega justo a tiempo.
- Crear un ambiente de trabajo limpio, seguro y eficiente, y comunicar la seguridad.

## **Criterios Green**

Persiguiendo el objetivo de definir un marco de análisis para la construcción sustentable, se puede establecer que los modelos internacionales de evaluación tendientes a determinar el desempeño ambiental de las estructuras de construcción (hasta ahora aplicados o diseñados principalmente en el área de edificaciones), consideran como base los siguientes criterios de evaluación: entorno, energía, calidad del ambiente interior, materiales y recursos, y eficiencia

del agua. La figura N° 36, define una estructura en base a criterios, principios y funciones del aspecto Green, durante el ciclo de vida del proyecto.

CRITERIOS		PRINCIPIOS Y FUNCIONES
<b>CICLO DE VIDA DEL PROYECTO</b>	<b>Diseño de un entorno sostenible</b>	<p>Minimizar la expansión urbana y la innecesaria destrucción paisajes, hábitats y espacios verdes (con un desarrollo urbano de alta densidad)</p> <p>Diseño con materiales y sistemas de energía que perduren en el tiempo</p> <p>Uso de modulación, prefabricación, pre ensamblaje, etc.</p> <p>Preservar recursos ambientales claves, examinando a detalle el entorno</p> <p>Conducir los procesos de diseño y construcción a minimizar la alteración del entorno, hábitats, y espacios verdes.</p> <p>Preservar, restaurar y regenerar hábitats valuosos, espacios verdes y ecosistemas asociados de vital importancia para una vida saludable.</p>
	<b>Eficiencia Energética y Energía Renovable</b>	<p>Maximizar el uso de fuentes energéticas renovables y otras fuentes energéticas de bajo impacto.</p> <p>Reducir el calentamiento de las islas urbanas mediante la remodelación de los patrones de crecimiento poblacional.</p>
	<b>Eficiencia en el consumo de agua</b>	<p>Preservar las fuentes naturales de agua y diseñar entornos y construcciones tales que imiten sistemas naturales hidrológicos pre-desarrollados.</p> <p>Retención o cosecha del agua de lluvia e infiltraciones y aguas subterráneas usando métodos que emiten a los sistemas naturales.</p> <p>Minimizar el uso de agua potable innecesario y maximizar la reciclación y el reuso de agua, incluyendo cosecha de agua de lluvia y aguas grises.</p>
	<b>Materiales, recursos y especificaciones ecológicamente preferibles</b>	<p>Minimizar el uso de los materiales no renovables y otros recursos tales como energía y agua a través de ingeniería, diseño, planificación y construcción y reciclaje de los escombros o residuos de construcción.</p> <p>Maximizar el uso de materiales de contenido reciclable, materiales eficientes modernos creados por la ingeniería, y sistemas estructurales compuestos de recursos eficientes.</p> <p>Maximizar el uso de materiales reusables, renovables y de manejo sostenible, así como procesos de diseño y construcción sostenible</p> <p>Recordar la creatividad del ser humano y la abundante fuerza de labor es quizá el máspreciado recurso renovable.</p>
	<b>Reducción de residuos</b>	<p>Evitar desechos sólidos y líquidos</p> <p>Reducir, reusar y reciclar los residuos generados en la construcción, renovación o demolición.</p>
	<b>Reducción de emisiones toxicas</b>	<p>Evitar productos y materiales emisiones toxicas o usar aquellos que son de bajas de emisiones toxicas</p> <p>Proporcionar herramientas de evaluación química y los conocimientos para educar acerca de la sustitución de productos altamente tóxicos.</p>
	<b>Calidad ambiental interior</b>	<p>Proveer un ambiente interior saludable, confortable y productivo para los ocupantes y visitantes de la instalación.</p> <p>Proveer un diseño, con las máximas condiciones posibles en términos de la calidad del aire interior, ventilación, confort térmico, acceso de ventilación natural y luz diurna, y control efectivo de los ruidos.</p>
	<b>Crecimiento inteligente y desarrollo sostenible</b>	<p>Educar en las prácticas eficientemente sostenibles, responsables con el medio ambiente.</p> <p>Minimizar los impactos adversos en el medioambiente (aire, agua, suelo y recursos naturales) a través del emplazamiento óptimo, diseño óptimo, selección de materiales, y un uso agresivo de medidas de conservación.</p> <p>Plantear soluciones ecológicas como plantación a gran escala diseñadas para ayudar a preservar los recursos y ecosistemas naturales.</p>

Figura 36. Criterios y principios Green, durante el ciclo vida de un proyecto de construcción

Fuente: USGBC 2003 v 2014 v EPA 2014

## **Necesidad de procesos integrados de diseño**

La construcción Green o sostenible no es sólo una cuestión de ensamblaje de la colección de las últimas tecnologías y materiales sostenibles. Más bien este es un proceso en el cual cada elemento del diseño esta primeramente optimizado y luego el impacto y la interrelación de varios elementos y sistemas diferentes dentro de la construcción y el lugar son reevaluados, integrados, y optimizados como parte de una solución general de la construcción. Por lo tanto, los aspectos claves de la sostenibilidad en la industria de la construcción necesitan desarrollar proyectos de una manera integral, esto obliga a los propietarios, diseñadores y constructores para colaborar en proyectos sostenibles desde etapas tempranas del proyecto.

El pensamiento actual en ingeniería refuerza esta idea en darse cuenta de que el pensamiento interdisciplinario y habilidades son elementos clave de la sostenibilidad. Tiene sentido que LEED es el más adecuado para equipos de proyectos totalmente integrados. Los miembros del equipo, tanto a los diseñadores y constructores, deben colaborar en todo el proceso. Los procesos integrados de diseño permiten a los arquitectos una gran visión sostenible para las construcciones no solo de componentes individuales sino de todo el proyecto.

Los proyectos Green se construyen mejor cuando el propietario es completamente comprometido a alcanzar un nivel de certificación deseada o los criterios sostenibles aceptados para su producto. Esto permite que los proyectos se mejoren la planificación y diseñen de una forma más colaborativa y eficiente.

Para lograr la implementación Green, el equipo completo de diseño y construcción o desde los clientes a los proyectistas o desde los proyectistas a los constructores deben compartir

el mismo objetivo (sostenibilidad) (McGraw-Hill Construction 2010, USGBC 2003 y 2014 y EPA 2014.).

## Limitaciones

Los factores nombrados son considerados de mucha importancia, ya que incidieron mucho en la ejecución del proyecto como:

- **La ubicación:** el lugar donde se ejecutó la construcción del proyecto está ubicado en una zona aislada alejada del poblado, aproximadamente a 3.5km y cuenta con una carretera de tipo trocha con pendiente pronunciada, ello hace una dificultad mayor en el transporte de materiales ya que eleva los costos del proyecto.
- **El clima:** Este factor juega un rol muy importante, porque que en la zona donde ejecutamos el proyecto hay lluvias de gran intensidad específicamente en las tardes a partir de las 3-4pm, esto hace que dificulte aún más el desarrollo del proyecto, para ello se tomó las acciones como iniciar labores muy tempranas, vaciados antes del mediodía y así tratar de reducir inconvenientes.
- **La comunicación:** En este aspecto se tuvo inconveniente, ya que en lugar donde se encuentra el proyecto es una zona que carece de señal telefónica, y ningún otro medio local que se da por la falta de energía eléctrica en el lugar.
- **El tiempo:** Para garantizar el cumplimiento del desarrollo de las actividades en el tiempo previsto se tomaron acciones de que la empresa dará todas las facilidades como alojamiento,

alimentación y movilidad al personal calificado durante la construcción. Asimismo, con el acopio de material en el tiempo planificado para el buen desarrollo del proyecto.

- **La mano de Obra:** En este aspecto tuvimos muchas carencias, ya que el poblado donde se ejecutaba el proyecto hidráulico no hay muchas personas que conozcan o practiquen el rubro construcción y en que en su mayoría existe personal no calificado, En este aspecto para garantizar la seguridad y calidad del proyecto hidráulico, se contrató y traslado personal calificado desde la ciudad de lima.
  
- **Los Materiales:** En la adquisición de los materiales como agregados, cemento y acero se tuvo que transportar desde Pasco, ya que para la zona es la más cercana al lugar de acopio y se encuentra aproximadamente a 5 horas del lugar del proyecto. Ello hace que dificulten aún más los trabajos y por ende se tiene realizar un cronograma más detallado de los materiales.

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

El Ingreso a la empresa Nealpe S.A.C. fue 03 de enero del 2016, debido a la búsqueda empleo y desarrollo profesional , la empresa estaba ofreciendo un puesto en el área de presupuestos, en aquel tiempo mi persona cursaba los últimos ciclos de mi carrera de Ingeniería Civil en la universidad, por ende necesitaba realizar prácticas profesionales con una empresa seria, entonces como a iniciativa propia decidí enviar mi curriculum vitae a la empresa, de tal manera que me aceptaron y asumí el cargo de asistente de ingeniería y realizar labores de costos y presupuestos en oficina ,también de seguimiento y control en obras que ejecutaba la empresa en ese entonces.

Durante el tiempo de mi estadía en la empresa Nealpe S.A.C. adquirí conocimientos y experiencias aprendidas. Asimismo, el avance y desarrollo de nuevos sistemas, hicieron posible proponer la implementación de una gestión de costos utilizando un sistema integrado Green Lean aplicando a un proyecto de construcción.

El conjunto de personas que participaron en la ejecución del proyecto de implementación de una gestión de costos utilizando el sistema green – lean para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

En diciembre del 2018 se realiza la licitación para la construcción de una piscigranja en la Comunidad Campesina San José de Baños, provincia de Huaral en el departamento de Lima, una de las tres empresas participantes era la empresa Nealpe S.A.C., la cual sale ganadora para la ejecución del proyecto.

#### **Personas involucradas en el proyecto:**

Para ejecución de este nuevo proyecto participo un equipo de profesionales y técnicos que venían de realizar proyectos con la empresa Nealpe S.A.C. como:

**Ingeniero Residente**, H. Percy Aguedo LLuque cual función es de supervisar el control del proyecto durante su construcción, para que se cumpla con el avance, seguridad y calidad con las especificaciones técnicas y normas según lo exige el proyecto.

**Ingeniera de Seguridad**, Andrea Crispín Rosales cuya función es de supervisar y vigilar el control de la seguridad, además teniendo en cuenta el cuidado del medio ambiente durante la construcción del proyecto.

**Bachiller Ing. Civil**, Willy Moises Apolinario Aguilar cuya función es de asistente de residente, labor que fue desarrollar la implementación de una gestión de costos utilizando el sistema integrado Green Lean para la construcción de piscigranja comunal en san José de Baños – Huaral 2019. Cuya finalidad es lograr optimizar recursos garantizando la calidad y las buenas prácticas constructivas durante la construcción del proyecto.

### **Descripción del Proyecto**

El Proyecto donde se desarrolló la implementación de una gestión de costos utilizando el sistema integrado green – lean para la construcción de piscigranja, está ubicado exactamente en la zona de Gayaj perteneciente a la comunidad de San José de Baños en un terreno de más de 10 Ha., al lado sur en el margen de río Quiles afluente del río Baños. La subcuenca de baños de acuerdo a la curva hipsométrica se ubica a una altitud media de 4500 msnm y cuenta con una superficie de 36,7 km<sup>2</sup>. La longitud de su cauce principal es de 9,7 km y tiene una pendiente media de 2,8%. El lugar del proyecto se presenta una precipitación promedio de 500 mm anuales, una temperatura promedio de 11°C, así mismo tiene una humedad relativa de 65% a 67%. Se caracteriza por sus precipitaciones regulares y temperaturas netamente

frías, las cuales, durante 5 meses al año (Mayo a Setiembre), descienden por debajo de los 0°C, intensas heladas.

Proyecto: Construcción de un Centro de Producción de Trucha en estanques

Lugar: Gayaj

Localidad: Comunidad Campesina de San José de Baños

Distrito: Atavillos Alto

Provincia: Huaral

Región: Lima

Periodo de ejecución: 100 días calendario

Costo: S/. 1,237,054.16

### **3.1 Desarrollo del proyecto**

#### **3.1.1 Gestión integral del Proyecto**

La Gestión del Proyecto “Construcción de un Centro de Producción de Trucha en estanques, en la zona de Gayaj de la comunidad campesina San José de Baños, distrito de Atavillos Alto, provincia de Huaral, región de Lima” fue integral gracias al modelo de contratación Cliente-Contratista EPC (Engineering, Procurement, and Construction), o también llamado Diseño-Construcción (Design-Construction) ; donde el contratista asumió las responsabilidades de la ingeniería, procura, y construcción del proyecto; esto permitió al contratista una gestión integral del proyecto para implementar de manera independiente, los aspectos como Lean, y Green, desde fases tempranas agregando el concepto de la entrega de valor al cliente y al mismo tiempo se logró un cierto grado de colaboración, comunicación y

transparencia entre los principales involucrados que se reflejó en resultados positivos al final del proyecto.

Aunque en este proyecto no se aplicó un Sistema Integrado LG, con sus características y potencialidades planteadas en esta investigación, se pudo apreciar que cada uno de estos aspectos tiene efectos positivos en el flujo de los procesos de generación de la información en la fase de diseño, aplicado desde fases tempranas y su impacto positivo en la fase de construcción.

### **3.1.2 Gestión del Diseño del Proyecto**

La Fase de Diseño Preliminar o Concepción fue realizada en paralelo con la Fase de Diseño Detallado, en coordinación con la Fase de Construcción, ya que empresa contratista tuvo el control de la ingeniería, procura, y construcción del proyecto. Esto permitió, establecer un cierto grado de coordinación, colaboración y transparencia en el proceso y empezar con la ejecución del proyecto antes de lo planeado gracias a una integración y traslape de fases (Diseño y Construcción).

El Sistema Integral fue clave en la generación de la información y se implementó desde la fase de pre-diseño creando así una plataforma de trabajo donde se pudo discutir una variedad de propuestas y criterios sostenibles de diseño, entre el equipo de diseño, el contratista, el cliente, y los usuarios finales.

Una vez discutida la solución esta fue mostrada a los usuarios finales quienes fueron su punto de vista en términos de mejoras, que fueron tomadas en consideración por el equipo de diseño para tener así un producto final, *"donde todos los involucrados del proyecto sabían lo que se estaba haciendo"*.

### 3.2 Objetivo del diseño del proyecto

Para el equipo de diseño el objetivo fue claro, "Diseñar una Piscigranja comunal" que incluya todos los componentes, servicios, y ambientes que lo caracterizan como tal.

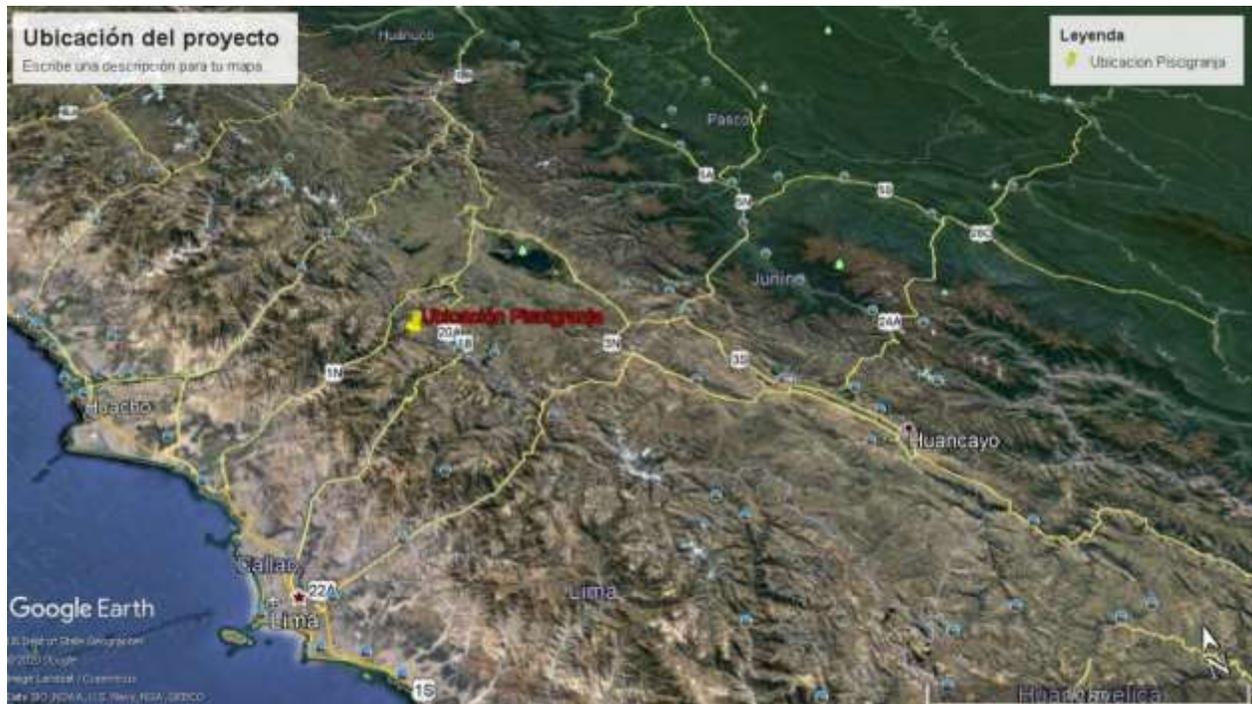


Figura 37. Ubicación del proyecto

Fuente: Google Earth



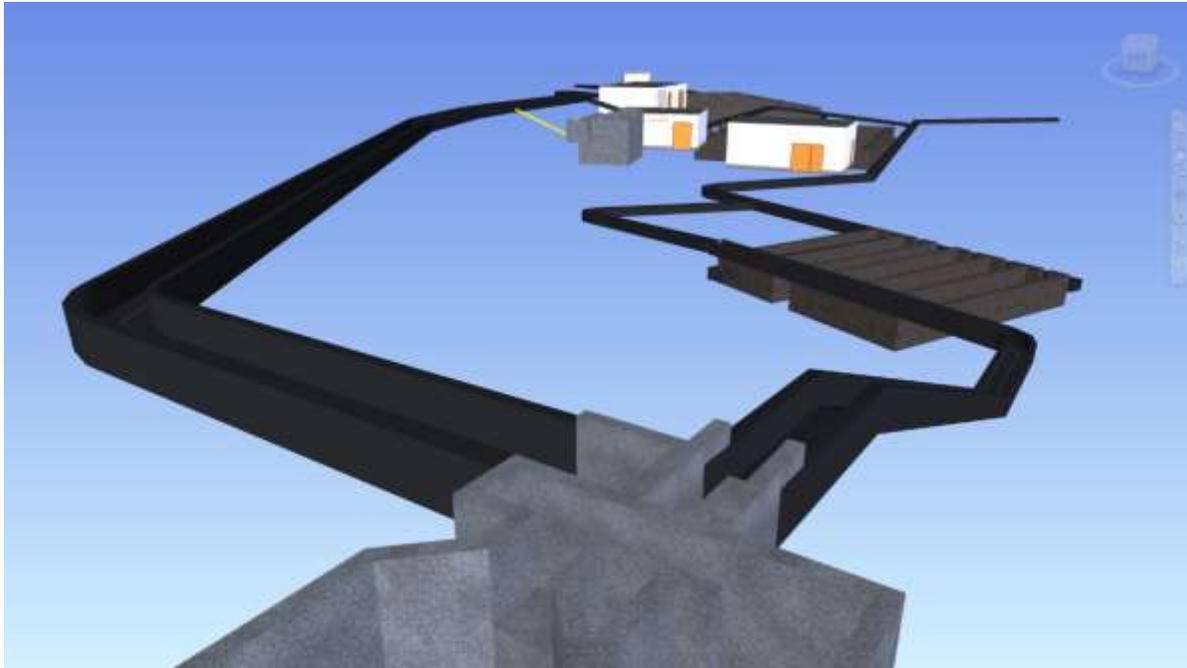
Figura 39. Zona donde se ejecutó el proyecto.

Fuente: Google Earth



Figura 38. Rio Quiles de donde se tomará el agua para la Piscigranja.

Fuente: Propia



*Figura 40.* Diseño Bim de Proyecto Piscigranja Comunal

Fuente: Propia

### **3.2.1 Bim, Lean y Green en la fase de diseño del proyecto**

Con el objetivo de satisfacer los requerimientos del cliente y de los usuarios finales más allá de sus expectativas, el equipo de diseño tomó el diseño de usar primeramente Bim en el proyecto para la generación rápida de alternativas de diseño en base a modelos, consideración criterios sostenibles Green para la presentación al cliente y usuarios finales. Así pues, los aspectos de la metodología Bim, criterios sostenibles Green fueron considerados y finalmente ya en el proceso final se emplearon herramientas de gestión Lean el LPS para asegurar el inicio satisfactorio del plan de la fase de construcción en el diseño.

### 3.2.1.1 BIM en el diseño del proyecto

Muy temprano en el proyecto se implementó la Metodología BIM que ayudó a concretar los objetivos de diseño del proyecto, mediante la aplicación de BIM a través de: *Visualización, generación, y evaluación rápida de múltiples alternativas de diseño*: Mediante el uso de herramientas de diseño BIM, se pudo generar una gran variedad de propuestas de diseño, que fueron presentadas al cliente y a los usuarios finales. Pero para que los usuarios finales comprendan qué se estaba haciendo y qué es lo que se les ofrecía, para lograr este objetivo se tuvo que realizar modelos 3D-BIM donde el aspecto de visualización fue una gran ayuda para el mutuo entendimiento entre contratista-cliente-usuarios finales.

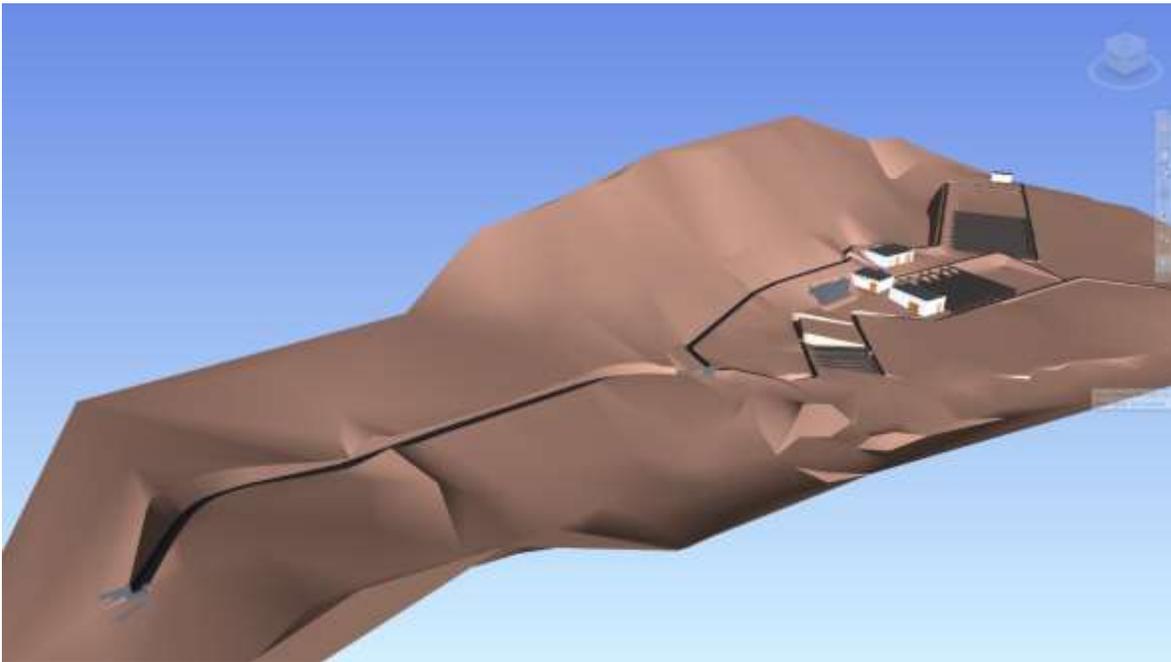


Figura 41. Modelado Bim del Proyecto Piscigranja Comunal

Fuente: Propia

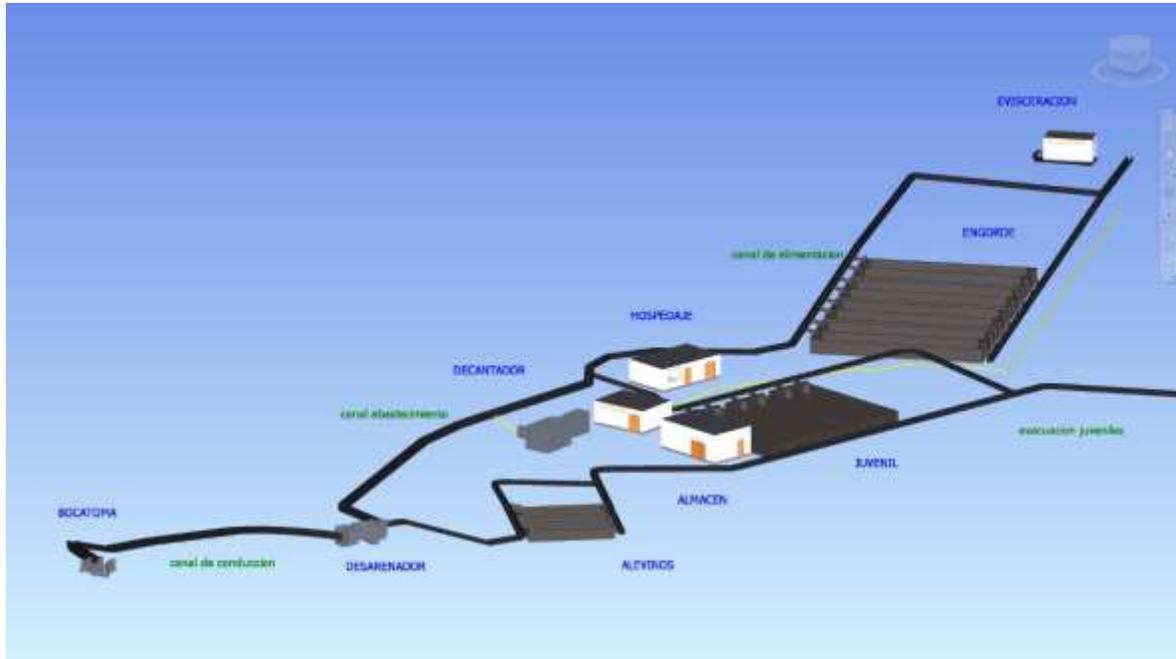


Figura 43. Diseño Bim del Proyecto Piscigranja Comunal presentado al cliente

Fuente: Propia



Figura 42. Diseño Bim del Proyecto Piscigranja Comunal presentado al cliente

Fuente: Propia

- **Mantenimiento de la información y modelo de diseño integral y generación**

**automatizada de la información (planos y documentos):** Toda la información fue almacenada en un modelo integral de donde se obtuvieron, la mayor parte de los documentos contractuales o de ingeniería tales como, metrados, costos, planos, especificaciones y otros, que permitieron una rápida generación del presupuesto y especificaciones del proyecto. Esto fue gracias a que se emplearon modelos paramétricos multidisciplinarios. Además, la información integral en un modelo inteligente, paramétrico y multidisciplinario lograron una rápida detección de interferencias, compatibilización y coordinación entre especialidades de arquitectura, estructuras, y MEP, con el objetivo de no realizar cambios de diseño e inesperados en la fase de construcción, reduciendo así el retrabajo y la omisión de diseño.

- **Colaboración entre las fases de diseño, construcción:** Esto se dio debido a que los equipos de diseño y construcción coincidieron para la discusión de soluciones tanto de diseño como de construcción, en una Sala de Reuniones (Big Room).



*Figura 44. Ingeniería concurrente (Big Room)*

Fuente: COSAPI

**- Generación y evaluación rápida de múltiples alternativas del plan de construcción:**

Dado a una visualización en conjunto del proyecto en base a modelos, que permitieron el equipo de producción tener muy en claro cuál era el plan de acción para afrontar la fase de construcción desde la fase de diseño, ahorrando tiempo y dinero.



*Figura 45. Múltiples alternativas del plan de construcción*

Fuente: SUMA BIM

### **3.3 Green en el diseño del proyecto**

Los criterios Green de sostenibilidad en el proyecto fueron tomados en cierto grado, y estuvo más inclinado hacia el entorno paisajístico. Para la construcción de la Piscigranja en el proyecto, se consideró, entorno y emplazamiento, criterios de diseño sostenibles para la distribución de ambientes y áreas.

### 3.3.1 Diseño de un entorno sostenible

Se consideró el criterio de maximizar de las áreas verdes, esto con el fin de minimizar el impacto, preservar las áreas verdes, minimizando la alteración del entorno, hábitats y espacios verdes.



*Figura 46.* Proyecto Piscigranja Comunal

Fuente: Gobierno Regional de Lima

### 3.3.2 Mitigación Ambiental: Con el fin de realizar un Plan de Mitigación

Ambiental (PMA) se tuvo que identificar de las variables ambientales que podrían ser afectadas por el proyecto, así como determinación de sus características y las circunstancias que las harían susceptibles a los efectos ambientales previstos durante la ejecución y operación del

proyecto sobre el entorno durante la construcción tomando en consideración 3 aspectos de evaluación; Medio Físico, Medio Biológico y el Medio Socioeconómico Cultural. Por otra parte, fue necesario la identificación de los aspectos e impactos ambientales del proyecto se consideraron los criterios de diseño adoptados en la ingeniería del proyecto, los procedimientos operativos para la ejecución de las actividades previstas, los requisitos establecidos en la normativa técnica y ambiental, y las características de las variables ambientales en el área de influencia del proyecto.



*Figura 47.* Estado natural del terreno antes de la construcción.

Fuente: Propia



*Figura 48.* Proyecto Piscigranja Comunal; Objetivo Alcanzado

Fuente: Gobierno Regional de Lima

### 3.3.3 Lean en la fase de diseño

La participación de Lean fue realizada a lo largo de la fase de diseño mediante la implementación del Sistema Ultimo Planificador LPS, inclinado más al planeamiento de la construcción. Aquí se puede identificar los siguientes principios Lean intervinientes que influyeron en el proceso de diseño, tales como:

- **Reducción de la variabilidad:** dado que se conocía que es lo que se estaba haciendo y hacia donde se quería llegar, identificación temprana del plan de construcción. El riesgo fue controlado desde la fase de diseño.

- **Incremento de la flexibilidad:** El plan de acción era flexible, permitiendo realizar cambios que no afectaran los procesos de diseño y constructivos.
- **Gestión visual:** La producción fue analizada a media que el diseño llegaba a su fin y los planes ya formados ayudaban a plantear la visualización en conjunto de la ejecución planteando la constructibilidad en la fase de diseño.
- **Diseñar el sistema de producción por flujo y valor:** Dado el sistema de contrato EPC, el contratista tuvo el control de las actividades de diseño y construcción y ambos sistemas fueron diseñados para agregar valor al cliente.
- **Asegurar la captura completa de los requerimientos** y el desarrollo de los mismos a medida que se desarrollaba los procesos de producción de diseño.
- **Decidir por unanimidad y considerar** todas las opciones dado que Lean crea un ambiente colaborativo y esto se dio desde la fase de diseño (equipos de diseño y producción con miras hacia un mismo objetivo), donde cada una de las opiniones y sugerencias fueron tomadas en consideración.

#### **-Gestión de la fase de construcción del proyecto**

La gestión integral de la fase de construcción fue en base al:

- *Enfoque de la Filosofía Lean Construction mediante el uso del Sistema Último Planificador LPS.*
- *Enfoque Green.*

Estos dos enfoques fueron combinados para formar una herramienta eficiente y sostenible de planeamiento y programación, cuyo control fue realizado mediante "*Rutinas de Programación*" semanales; primero entre el Equipo de Producción para ver debilidades y

fortalezas del propio, equipo; segundo entre el Equipo de Producción, la Oficina Técnica de Control del Proyecto, y el Gerente del Proyecto para soportar los puntos débiles del proyecto a nivel macro; y finalmente entre los representantes del contratista y los representantes del cliente para soportar la relaciones y confianza del que el proyecto está siguiendo su curso previsto.

### **3.4 Tipo y diseño de la investigación en la experiencia**

#### **3.4.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada de naturaleza descriptiva causal explicativo, debido a que en un primer momento se ha descrito las variables de estudio, posteriormente se ha medido el grado de influencia entre las variables propuesta de una gestión de costos utilizando el sistema integrado Green lean para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños, Huaral – 2019.

#### **3.4.2 Diseño de investigación.**

La Investigación tiene diseño no experimental y es de carácter transversal.

“Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variable. Es decir, se trata de estudio donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables” (Sampieri, 2010, p.149).

“Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede.”

(Sampieri, 2010, p.151).

El diseño se denota gráficamente.

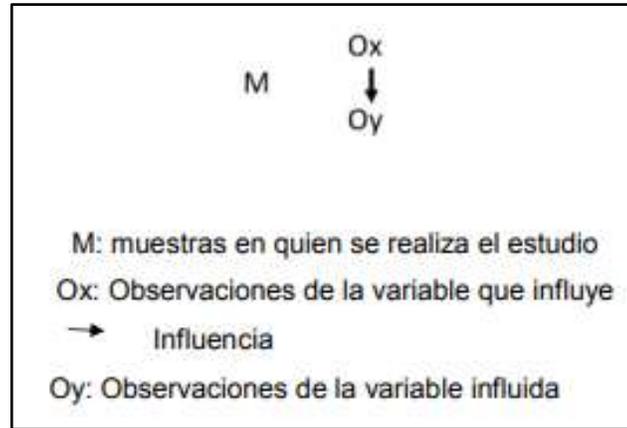


Figura 49. Diagrama de diseño descriptivo causal explicativa

Fuente: Hernández, Fernández y Bautista (2010)

Donde:

M = Muestra

Ox = Variable 1 (Propuesta de una gestión de costos utilizando el sistema integrado Green Lean)

Oy = Variable 2 (Para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños Huaral 2019)

<b>Variabes</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Variable Independiente</b> Propuesta de una gestión de costos utilizando el sistema integrado Green Lean.	Planificar la Gestión de Costos	Plan para la dirección del proyecto Acta de constitución del proyecto Herramientas, técnicas y salidas
	Estimar los Costos	Plan de gestión de los costos Herramientas y técnicas Estimación de los costos de las actividades
<b>Variable Dependiente</b> Para la construcción de Piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.	Determinar el presupuesto	Línea base del alcance Herramientas y técnicas Línea base de costos
	Controlar los costos	Plan para la dirección del proyecto Herramientas y técnicas Información de desempeño del trabajo

*Figura 50. Variables de la investigación*

Fuente: Propia

### 3.5 Material de Estudio

#### 3.5.1 Población

Según Hernández (2006), la población es el conjunto de los casos que concuerda con determinadas características.

La población para la presente investigación está constituida por 50 (cincuenta) ingenieros civiles colegiados expertos en construcción y habiendo participado por lo menos dos veces en obras de construcción de Piscigranja en San José de Baños, Huaral 2019.

### 3.5.2 Muestra

En la presente investigación, por la uniformidad en las particularidades de los investigados, el tamaño de la muestra probabilística (n) es calculada basándose en formulas estadísticas establecidas para poblaciones finitas. La fórmula utilizada será la del muestreo aleatorio simple para determinar el tamaño óptimo de la muestra como lo manifiesta Hernández et al (2014), indicando que los factores que integran la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para la muestra, sin embargo, esto se obtiene de forma aleatoria de las unidades de muestreo (p.175). La fórmula que se utilizó se describe a continuación:

Donde:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

*Ecuación 3.* Fórmula para el cálculo de muestra en poblaciones finitas y conocidas

Z: Es una constante que obedece al nivel de confianza que asignemos.

Para la presente tesis se usará un nivel de confianza del 95% que corresponde un

$$Z = 1.96$$

\*p: Proporción de personal que afirma la premisa de la hipótesis (se asume P=0.5)

\*q: Proporción de personal que rechaza la premisa de la hipótesis (se asume Q= 0.5)

e: Margen de error (se asume 5%)

N: Población.

Unidad Muestral: Lista de ingenieros civiles colegiados pertenecientes al Consejo

Departamental de Lima.

n: Tamaño óptimo de la muestra.

Resolviendo la ecuación se obtiene que:

$$*n = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (50)}{((0.05)^2 (50-1) + (1.96)^2 (0.5) (0.5))}$$

\*n = 44 ingenieros civiles colegiados.

De acuerdo a estos datos se encuestarán de manera anónima 44 ingenieros civiles colegiados de la zona de Lima Metropolitana.

### 3.5.3 Técnicas e instrumentos

La presente investigación utilizó como técnica de recolección de datos la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario que se aplicó a los ingenieros civiles de la zona de San José de Baños, Huaral.

**Instrumento aplicar:** Cuestionario.

**Muestra:** 44 ingenieros civiles colegiados que laboran en la zona de San José de Baños, Huaral.

**Ámbito de aplicación del cuestionario:** ingenieros civiles colegiados que laboran en la zona de Lima Metropolitana.

**Duración:** De 15 a 20 minutos.

Ítems del cuestionario: El cuestionario consta de 40 ítems cada uno representa los temas materia de investigación y con cuatro dimensiones. El presente instrumento se ha utilizado la escala Likert con un rango de puntuación que oscila entre 1 y 5, donde 1 significa “muy desacuerdo” y 5 “muy de acuerdo”.

### 3.5.4 Recolección de datos

En la presente investigación para realizar la recolección de datos se aplica el instrumento de medición al personal técnico y contratistas de la obra. Se realizará el uso de la observación in-situ, llevándose a cabo la toma de datos para determinar su clasificación y ordenamiento para información de campo.

Tabla 1

*Distribución de los ítems del cuestionario*

<b>Dimensión</b>	<b>Tabla</b>	<b>Total</b>
Planificar la Gestión de Costos.	3, 4, 5, 6, 7 y 8	6.00
Estimar los Costos	9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15	7.00
Determinar el Presupuesto	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23	8.00
Controlar los Costos	24, 25, 26, 27, 28 y 29	6.00

Fuente: Elaboración propia

En este sentido los ítems están enmarcados por cuatro dimensiones las cuales son las siguientes: Planificar la Gestión de Costos, Estimar los Costos, Determinar el Presupuesto y Controlar los Costos.

Es importante destacar que la población a tomar es de 50 ingenieros civiles colegiados, mas según la ecuación del muestreo aleatorio simple, este será de 44 ingenieros civiles colegiados.

### 3.5.5 Validación del instrumento

Según Hernández (2010), “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”.

Debemos indicar que para Hernández et al. (2014) la validez, “es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se quiere medir, de acuerdo con expertos en el tema” (p.204).

La validez del instrumento elaborado se utilizó la prueba del juicio de expertos, para obtener el coeficiente de validez de 91% de Aiken.

Tabla 2

*Juicios Expertos*

Experto	Cargo
Ing. H. Percy Aguedo LLuque	Ingeniero Residente

Leyenda:

J1: Ing H. Percy Aguedo Lluque

### 3.5.6 Confiabilidad del método Alfa de Cronbach.

Según Hernández (2006), las preguntas (ítems) del instrumento de medición (cuestionario), “agrupados miden una misma variable y deben construir una escala para poder sumarse”, estas escalas deben demostrar sean confiables y medibles. Para este instrumento se usó el programa de análisis estadístico SPSS, el cual proporciona la medida de coherencia interna o Alfa de Cronbach (Hernández et al., 2006, p. 439). Para evaluar la confiabilidad de las preguntas o ítems es común emplear el coeficiente de alfa de Cronbach, cuando se trata de alternativas de respuestas policotómicas, como las escalas tipo Likert.

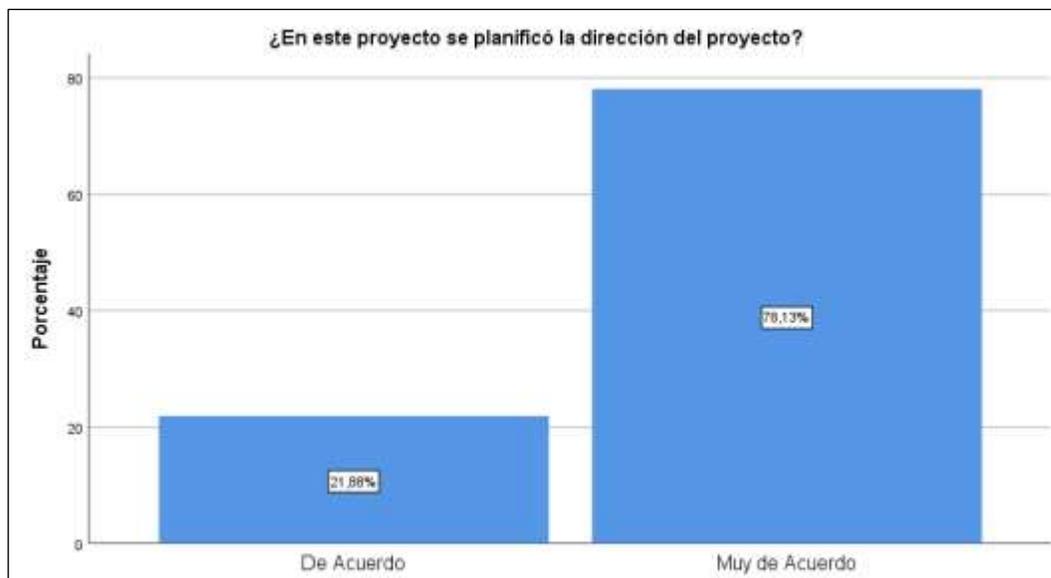
**Dimensión 1: Planificar la Gestión de Costos (Tablas 3,4,5,6,7 y 8).**

**Tabla 3**

*¿En este proyecto se planificó la dirección del proyecto?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	7	21.88%	21.88%	21.88%
	Muy de Acuerdo	25	78.13%	78.13%	100.00%
Total		32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 51: Planificación de la Dirección del Proyecto*

Fuente: Elaboración propia

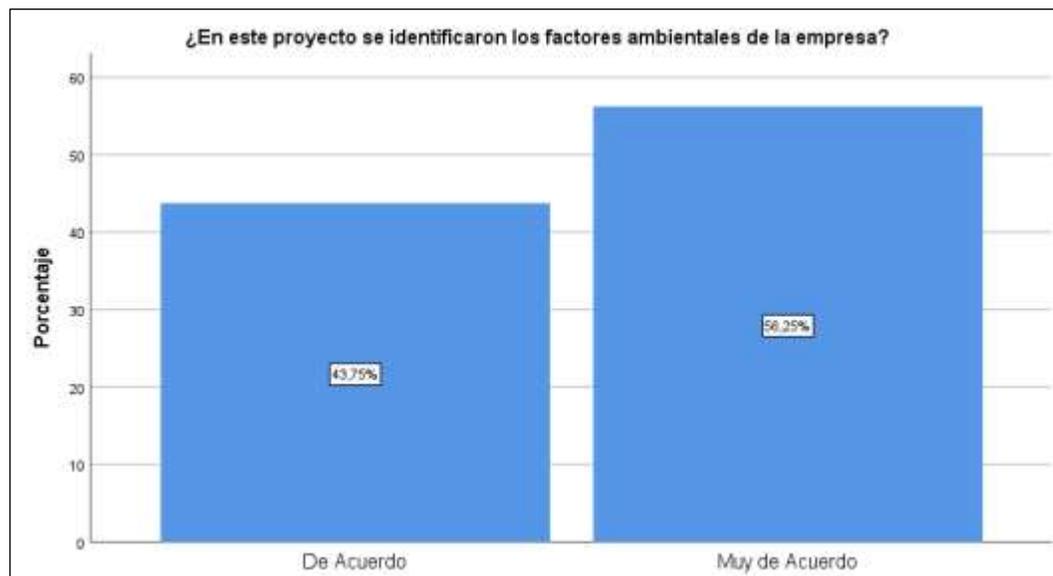
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 78.1% indicaron que están muy de acuerdo con que si se planificó la dirección del proyecto y el 21.9% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 4**

*¿En este proyecto se identificaron los factores ambientales de la empresa?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	14	43.7%	43.7%	43.7%
	Muy de Acuerdo	18	56.3%	56.3%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 52: Factores ambientales de la empresa*

Fuente: Elaboración propia

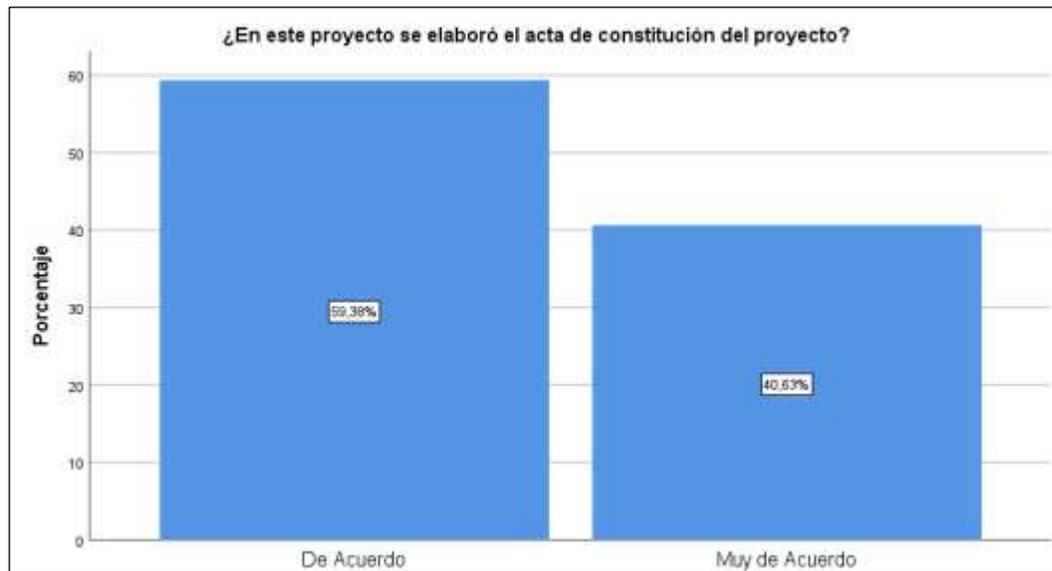
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 56.3% indicaron que están muy de acuerdo con que si se identificaron los factores ambientales de la empresa y el 43.7% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 5**

*¿En este proyecto se elaboró el acta de constitución del proyecto?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	19	59.4%	59.4%	59.4%
	Muy de Acuerdo	13	40.6%	40.6%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 53: Acta de constitución del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 59.4% indicaron que están muy de acuerdo con que si se elaboró el acta de constitución del proyecto y el 40.6% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 6**

*¿En este proyecto se identificaron los activos de los procesos de la organización?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	14	43.7%	43.7%	43.7%
	Muy de Acuerdo	18	56.3%	56.3%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 54: Activos de los procesos de la organización*

Fuente: Elaboración propia

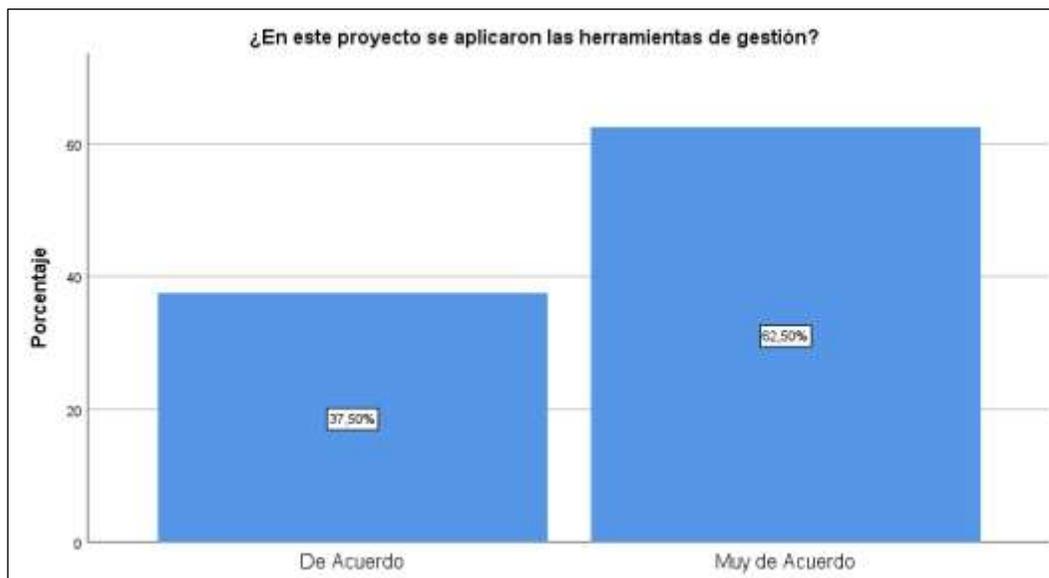
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 56.3% indicaron que están muy de acuerdo con que si se identificaron los activos de los procesos de la organización y el 43.7% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 7**

*¿En este proyecto se aplicaron las herramientas de gestión?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	12	37.5%	37.5%	37.5%
	Muy de Acuerdo	20	62.5%	62.5%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 55: Herramientas de Gestión*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 62.5% indicaron que están muy de acuerdo con que si se aplicaron las herramientas de gestión y el 37.5% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 8**

*¿En este proyecto se aplicaron las técnicas de gestión?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	16	50.0%	50.0%	50.0%
	Muy de Acuerdo	16	50.0%	50.0%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 56: Técnicas de Gestión*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 50% indicaron que están muy de acuerdo con que si se aplicaron las técnicas de gestión y los otros 50% indicaron que estuvieron de acuerdo.

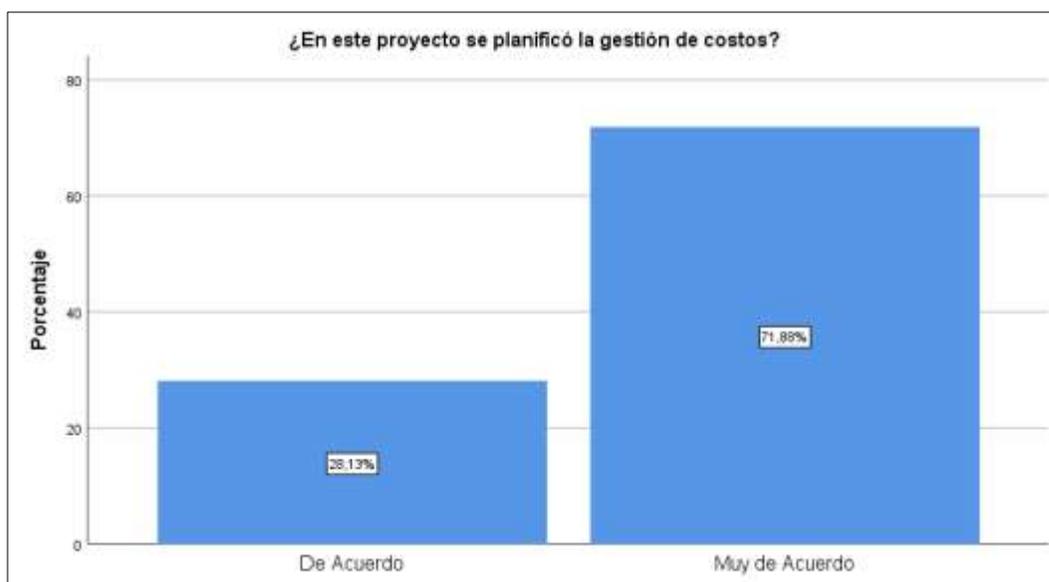
**Dimensión 2: Estimar los Costos (tablas 9,10,11,12,13,14 y 15).**

**Tabla 9**

*¿En este proyecto se planificó la gestión de costos?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	9	28.1%	28.1%	28.1%
	Muy de Acuerdo	23	71.9%	71.9%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 57: Planificación de la gestión de costos*

Fuente: Elaboración propia

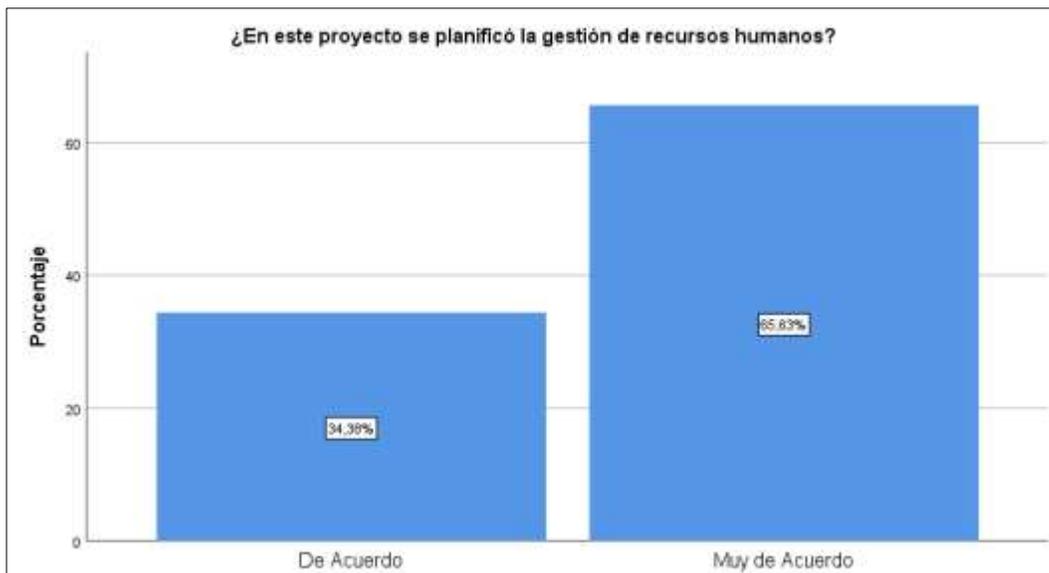
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 71.9% indicaron que están muy de acuerdo con que si se planificó la gestión de costos y el 29.1% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 10**

*¿En este proyecto se planificó la gestión de recursos humanos?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	11	34.4%	34.4%	34.4%
	Muy de Acuerdo	21	65.6%	65.6%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 58: Planificación de la gestión de recursos humanos*

Fuente: Elaboración propia

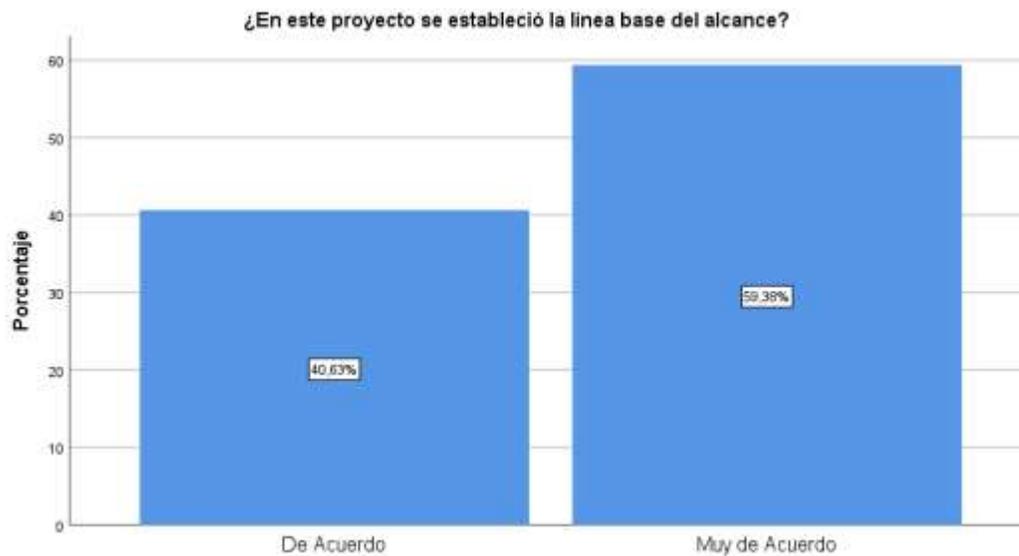
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 65.6% indicaron que están muy de acuerdo con que si se planificó la gestión de recursos humanos y el 34.4% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 11**

*¿En este proyecto se estableció la línea base del alcance?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	13	40.6%	40.6%	40.6%
	Muy de Acuerdo	19	59.4%	59.4%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 59: Establecimiento de la Línea Base del Alcance*

Fuente: Elaboración propia

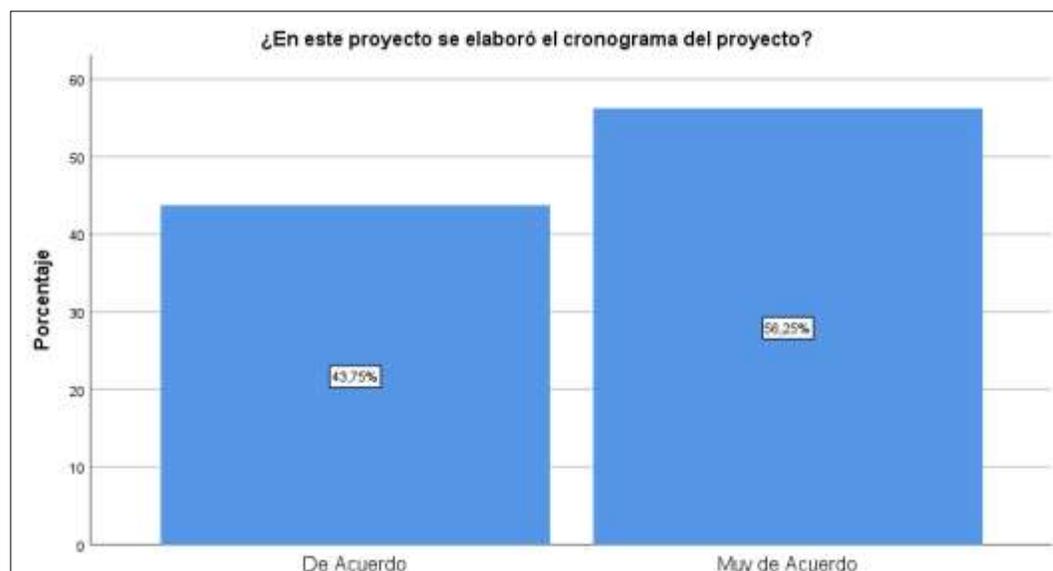
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 59.4% indicaron que están muy de acuerdo con que si se estableció la línea base del alcance y el 40.6% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 12**

*¿En este proyecto se elaboró el cronograma del proyecto?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	14	43.7%	43.7%	43.7%
	Muy de Acuerdo	18	56.3%	56.3%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 60:* Elaboración del cronograma del proyecto

Fuente: Elaboración propia

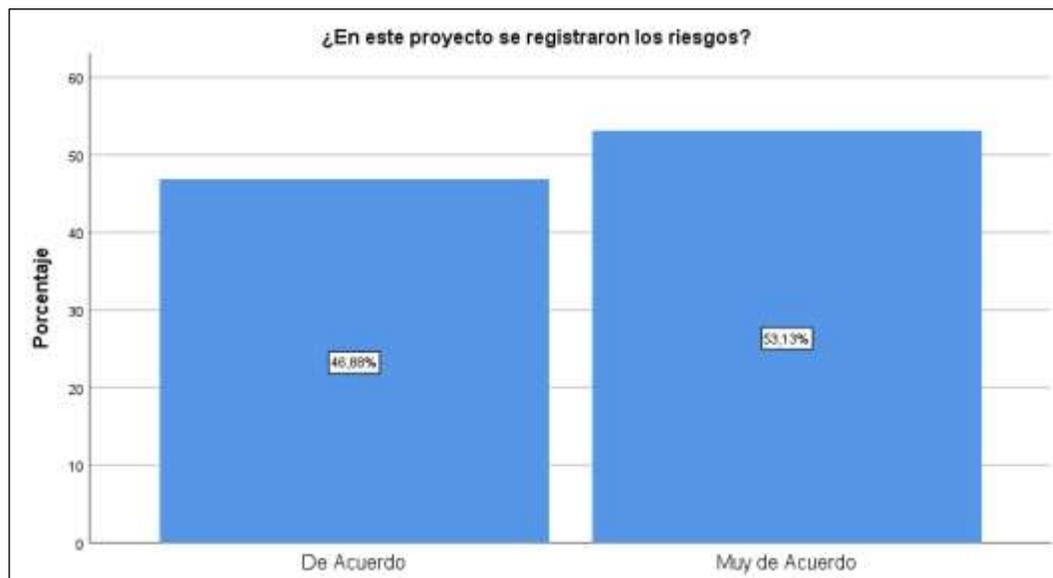
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 56.3% indicaron que están muy de acuerdo con que si se elaboró el cronograma del proyecto y el 43.7% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 13**

*¿En este proyecto se registraron los riesgos?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	15	46.9%	46.9%	46.9%
	Muy de Acuerdo	17	53.1%	53.1%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 61: Registro de riesgos*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 53.1% indicaron que están muy de acuerdo con que si se registraron los riesgos y el 46.9% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 14**

*¿En este proyecto se estimó el costo de las actividades?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	16	50.0%	50.0%	50.0%
	Muy de Acuerdo	16	50.0%	50.0%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 62: Estimación del costo de las actividades*

Fuente: Elaboración propia

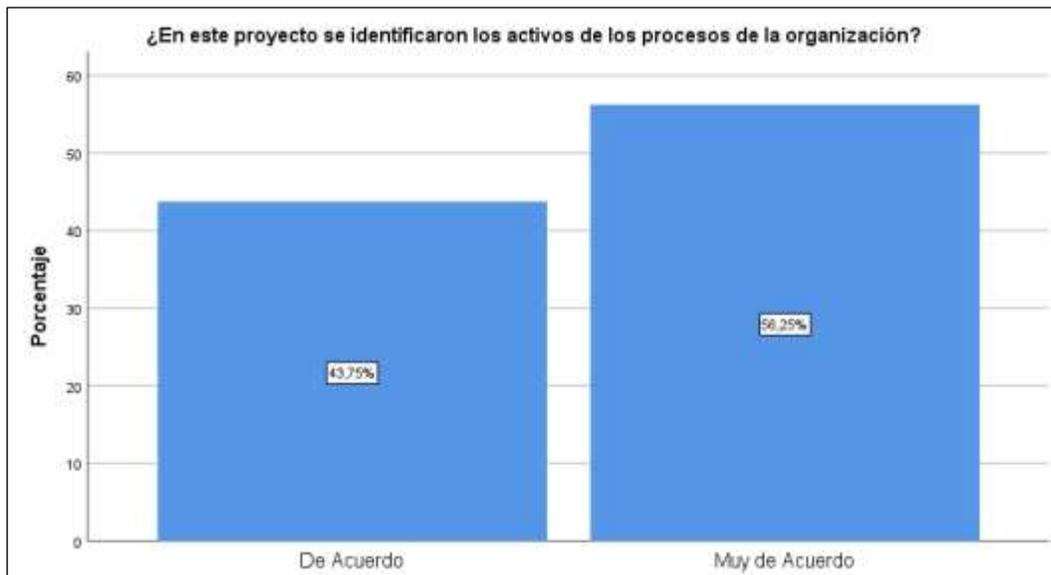
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 50% indicaron que están muy de acuerdo con que si se estimó el costo de las actividades y el otro 50% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 15**

*¿En este proyecto se identificaron los activos de los procesos de la organización?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	14	43.8%	43.8%	43.8%
	Muy de Acuerdo	18	56.2%	56.2%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 63: Procesos de la organización*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 56.2% indicaron que están muy de acuerdo con que si se identificaron los activos de los procesos de la organización y el 43.8% indicaron que estuvieron de acuerdo.

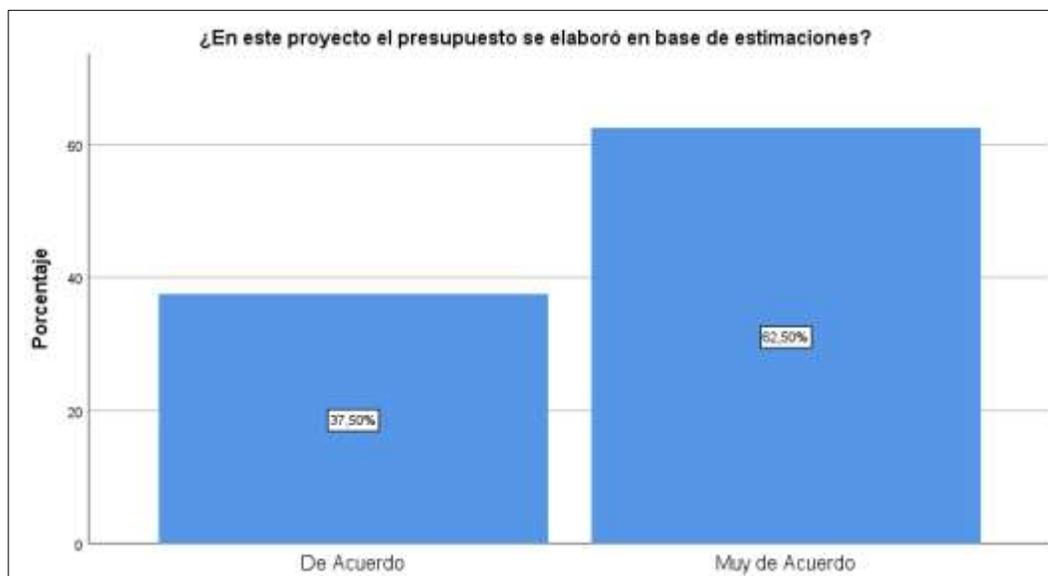
**Dimensión 3: Determinar el presupuesto (Tablas 16,17,18,19,20,21,23).**

**Tabla 16**

*¿En este proyecto el presupuesto se elaboró en base de estimaciones?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	12	37.5%	37.5%	37.5%
	Muy de Acuerdo	20	62.5%	62.5%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 64: Elaboración del presupuesto en base a estimaciones*

Fuente: Elaboración propia

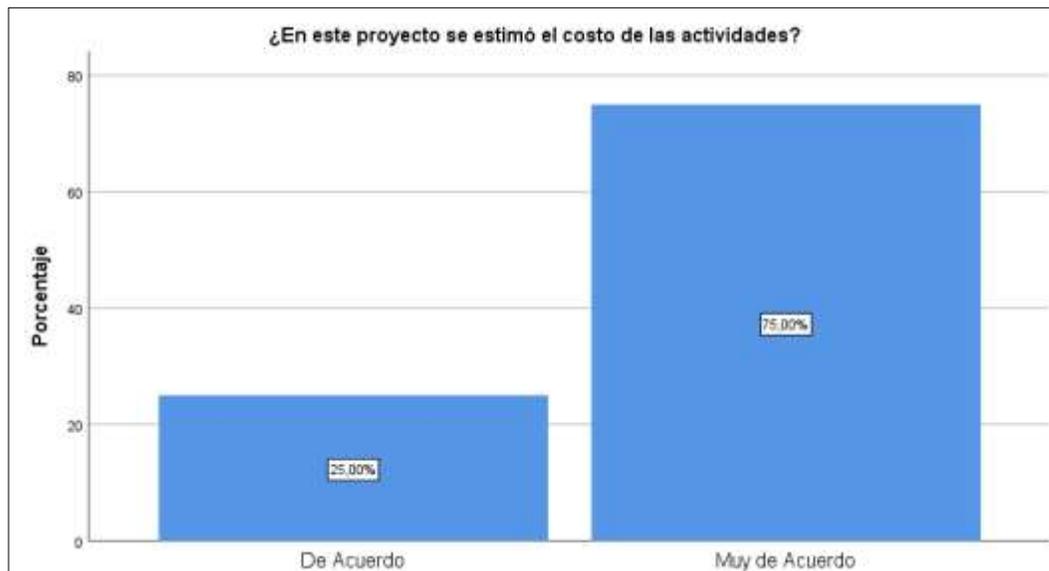
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 62.5% indicaron que están muy de acuerdo con que el presupuesto si se elaboró en base a estimaciones y el 37.5% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 17**

*¿En este proyecto se estimó el costo de las actividades?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	8	25.0%	25.0%	25.0%
	Muy de Acuerdo	24	75.0%	75.0%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 65: Estimaciones del costo de las actividades*

Fuente: Elaboración propia

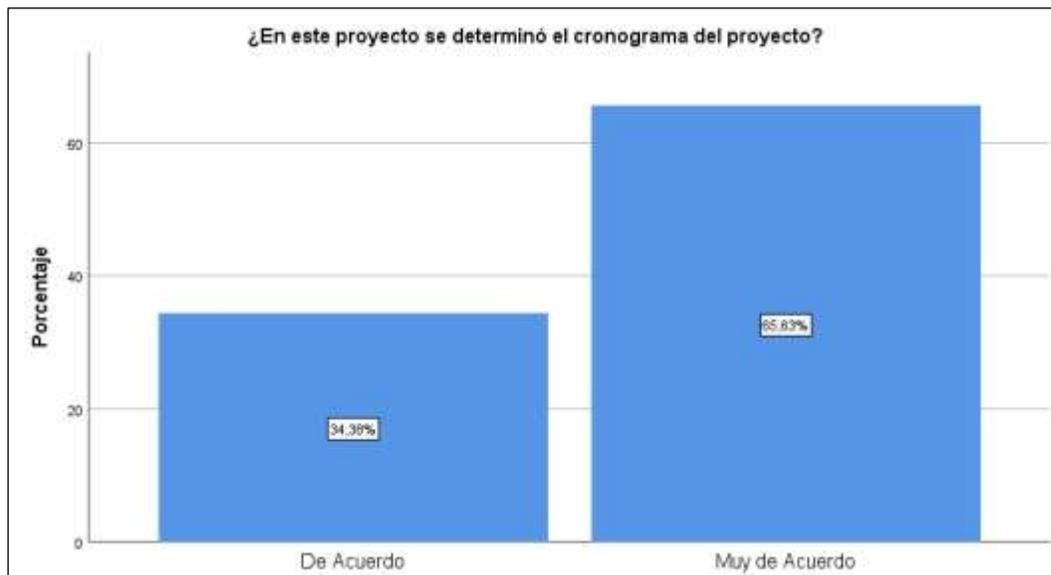
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 75% indicaron que están muy de acuerdo con que si se estimó el costo de las actividades y el 25% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 18**

*¿En este proyecto se determinó el cronograma del proyecto?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	11	34.4%	34.4%	34.4%
	Muy de Acuerdo	21	65.6%	65.6%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 66: Determinación del cronograma del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 65.6% indicaron que están muy de acuerdo con que si se determinó el cronograma del proyecto y el 34.4% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 19**

*¿En este proyecto se utilizaron herramientas y técnicas de gestión?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	16	50.0%	50.0%	50.0%
	Muy de Acuerdo	16	50.0%	50.0%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 67: Uso de Herramientas y técnicas de gestión*

Fuente: Elaboración propia

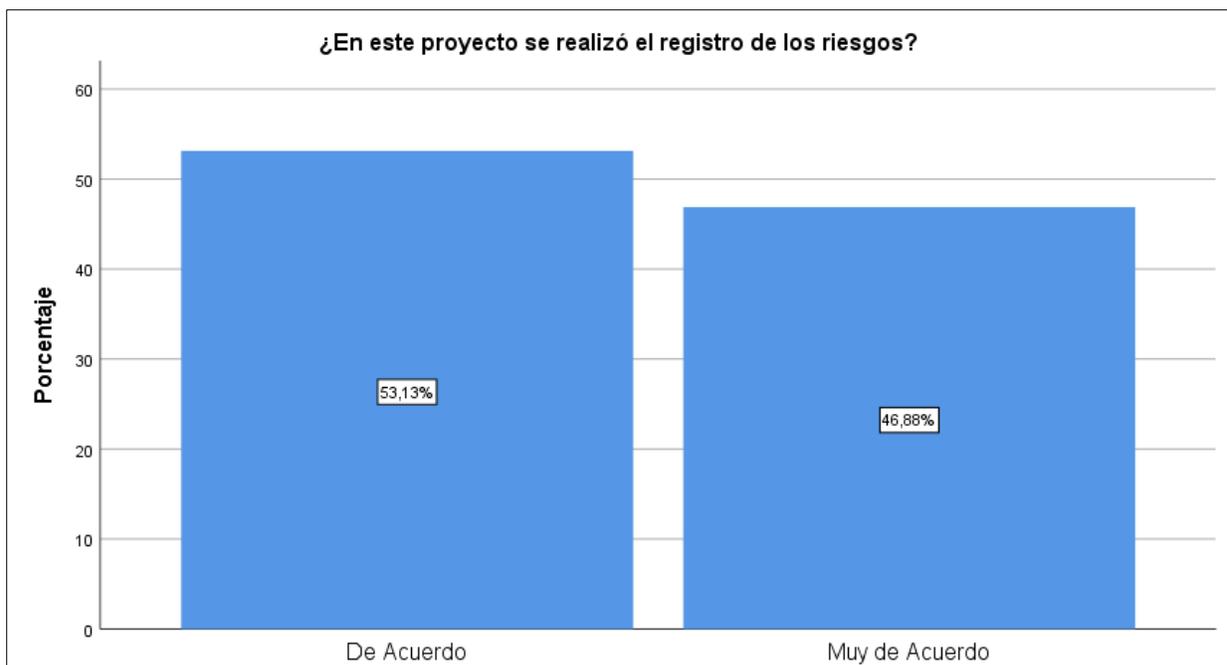
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 50% indicaron que están muy de acuerdo con que si se utilizaron herramientas y técnicas de gestión y el otro 50% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 20**

*¿En este proyecto se realizó el registro de los riesgos?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	17	53.1%	53.1%	53.1%
	Muy de Acuerdo	15	46.9%	46.9%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 68: Registro de los riesgos*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 46.9% indicaron que están muy de acuerdo con que si se realizó el registro de los riesgos y el 53.1% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 21**

*¿En este proyecto se determinaron los activos de los procesos de la organización?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	12	37.5%	37.5%	37.5%
	Muy de Acuerdo	20	62.5%	62.5%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 69: Activos de los procesos de la organización*

Fuente: Elaboración propia

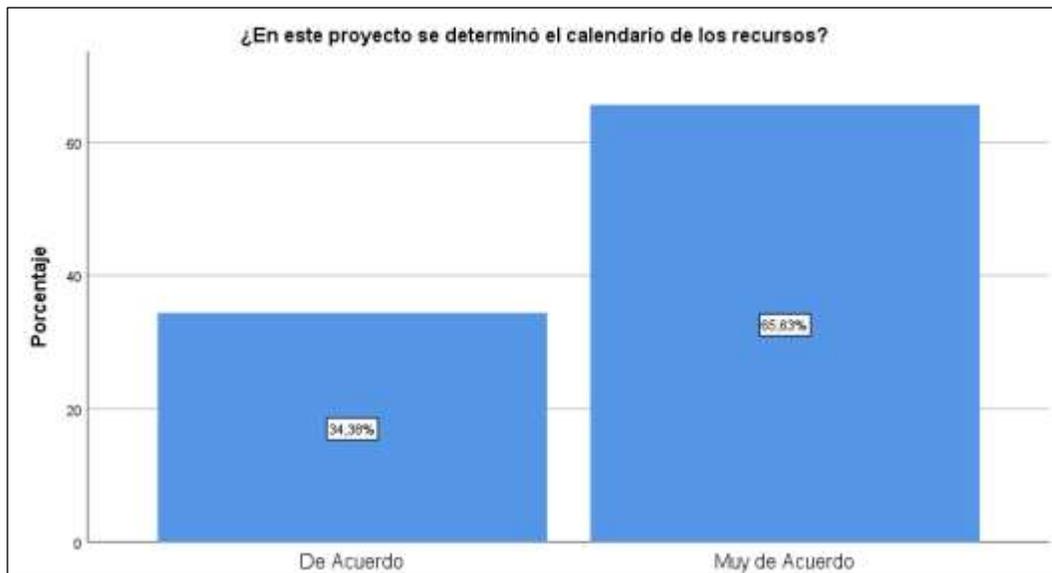
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 62.5% indicaron que están muy de acuerdo con que si se determinaron los activos de los procesos de la organización y el 37.5% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 22**

*¿En este proyecto se determinó el calendario de los recursos?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	11	34.4%	34.4%	34.4%
	Muy de Acuerdo	21	65.6%	65.6%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 70: Calendario de los recursos*

Fuente: Elaboración propia

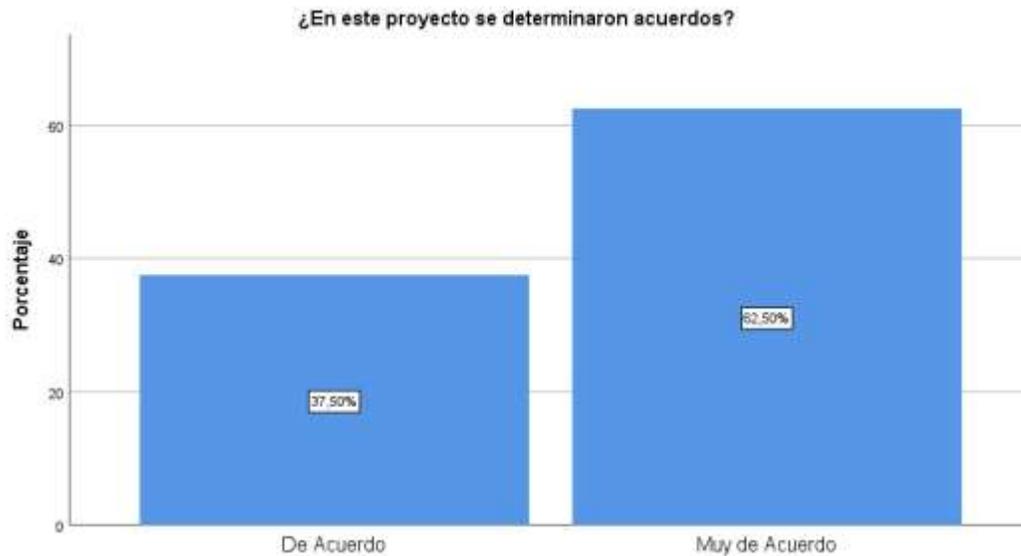
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 65.6% indicaron que están muy de acuerdo con que si se determinó el calendario de los recursos y el 34.4% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 23**

*¿En este proyecto se determinaron acuerdos?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	12	37.5%	37.5%	37.5%
	Muy de Acuerdo	20	62.5%	62.5%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 71: Determinación de acuerdos*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 62.5% indicaron que están muy de acuerdo con que si se determinaron acuerdos y el 37.5% indicaron que estuvieron de acuerdo.

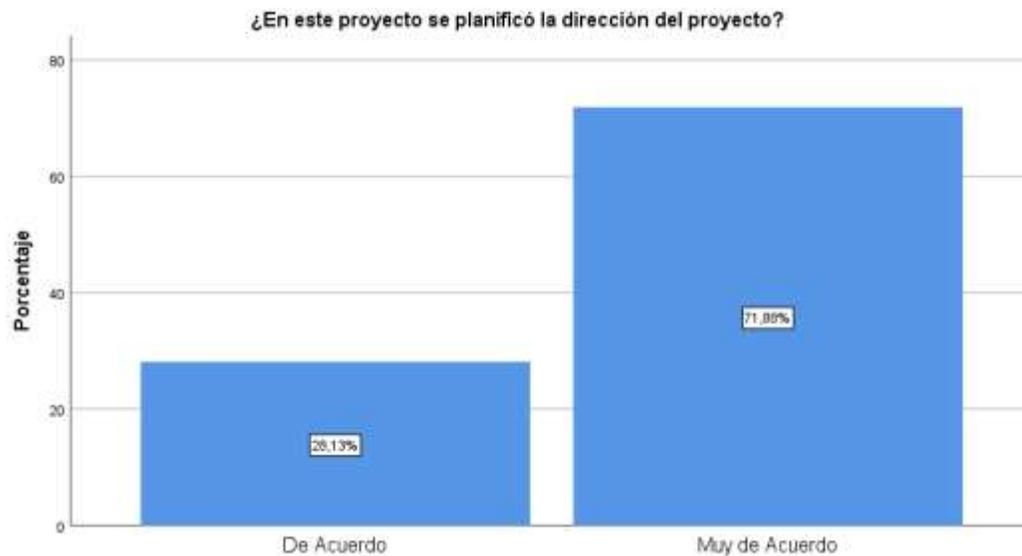
**Dimensión 4: Controlar los costos (Tablas 24,25,26,27,28 y 29).**

**Tabla 24**

*¿En este proyecto se planificó la dirección del proyecto?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	9	28.1%	28.1%	28.1%
	Muy de Acuerdo	23	71.9%	71.9%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 72: Planificación de la dirección del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 71.9% indicaron que están muy de acuerdo con que si se planificó la dirección del proyecto y el 28.1% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 25**

*¿En este proyecto se identificaron los requisitos de financiamiento del proyecto?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	16	50.0%	50.0%	50.0%
	Muy de Acuerdo	16	50.0%	50.0%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 73: Requisitos de financiamiento del proyecto.*

Fuente: Elaboración propia

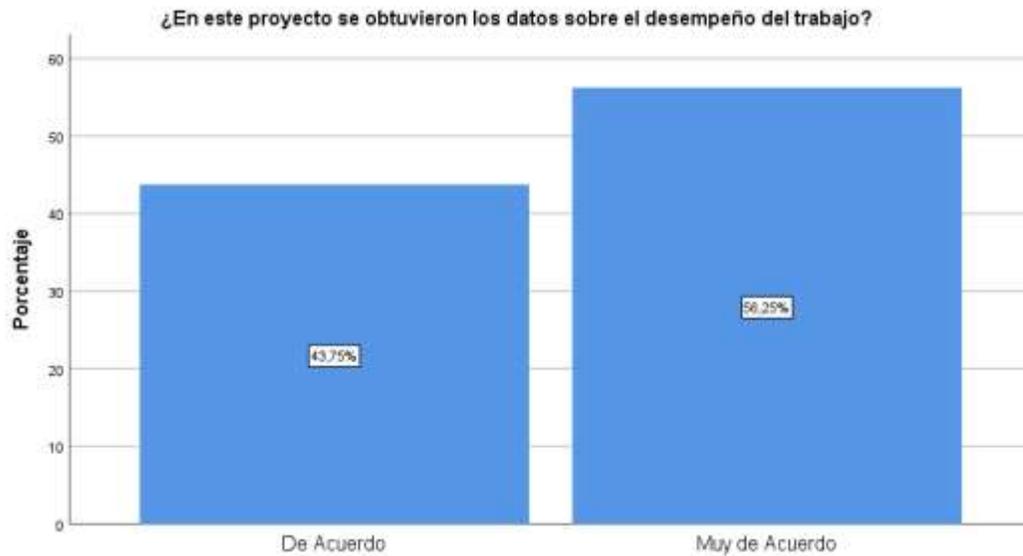
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 50% indicaron que están muy de acuerdo con que si se identificaron los requisitos de financiamiento del proyecto y el otro 50% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 26**

*¿En este proyecto se obtuvieron los datos sobre el desempeño del trabajo?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	14	43.7%	43.7%	43.7%
	Muy de Acuerdo	18	56.3%	56.3%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 74: Desempeño del trabajo*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 56.3% indicaron que están muy de acuerdo con que si se obtuvieron los datos sobre el desempeño del trabajo y el 43.7% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 27**

*¿En este proyecto se controlaron los activos de los procesos de la organización?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	15	46.9%	46.9%	46.9%
	Muy de Acuerdo	17	53.1%	53.1%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 75: Activos de los procesos de la organización*

Fuente: Elaboración propia

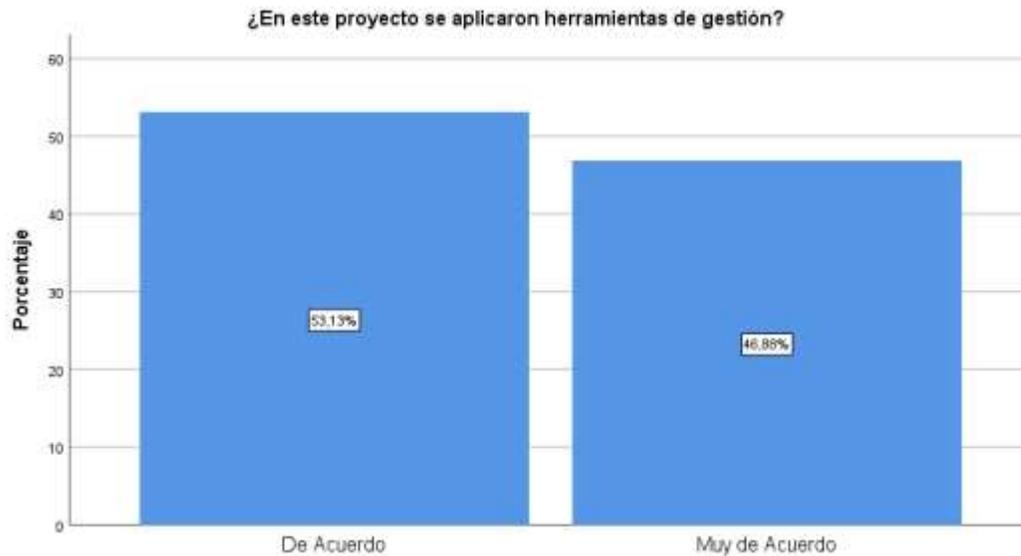
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 53.1% indicaron que están muy de acuerdo con que si se controlaron los activos de los procesos de la organización y el 46.9% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 28**

*¿En este proyecto se aplicaron herramientas de gestión?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	17	53.1%	53.1%	53.1%
	Muy de Acuerdo	15	46.9%	46.9%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 76: Herramientas de gestión*

Fuente: Elaboración propia

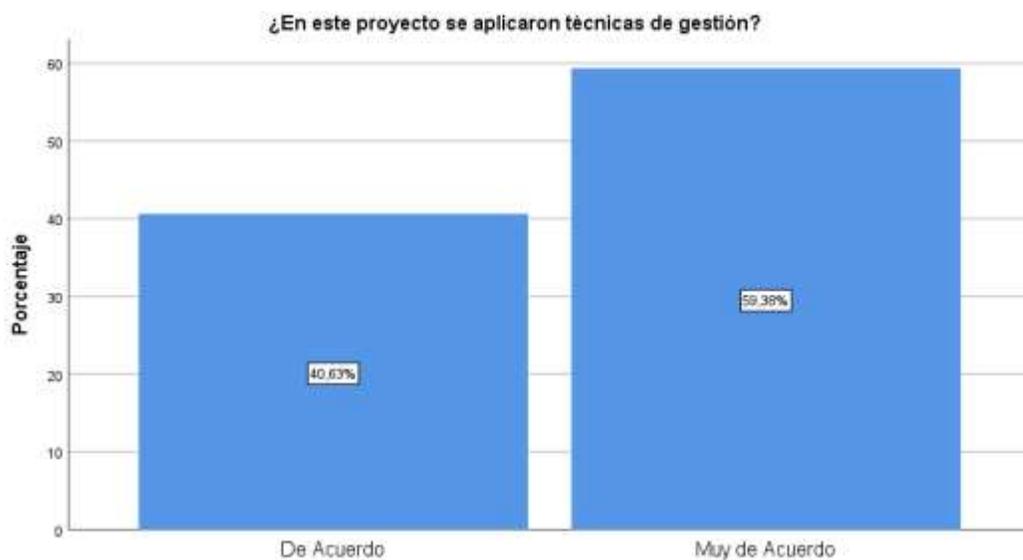
Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 46.9% indicaron que están muy de acuerdo con que si se aplicaron herramientas de gestión y el 53.1% indicaron que estuvieron de acuerdo.

**Tabla 29**

*¿En este proyecto se aplicaron técnicas de gestión?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De Acuerdo	13	40.6%	40.6%	40.6%
	Muy de Acuerdo	19	59.4%	59.4%	100.0%
	Total	32	100.0%	100.0%	

Fuente: Base de datos SPSS



*Figura 77. Técnicas de gestión*

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que de los 32 encuestados el 59.4% indicaron que están muy de acuerdo con que si se aplicaron técnicas de gestión y el 40.6% indicaron que estuvieron de acuerdo.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Según la experiencia obtenida y el haber participado en diversos proyectos de la empresa Nealpe S.A.C., Asimismo la formación profesional recibida por parte de la universidad Privada del Norte, son aquellos entes que me dieron las herramientas y los conocimientos para poder desarrollar esta implementación.

### 4.1 Objetivo general.

Elaborar la implementación de una gestión de costos utilizando el sistema integrado Green Lean para la optimización de la construcción de Piscigranja Comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

#### Consideraciones:

Para determinar si existe una relación entre dos variables, se utilizará la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert, también se realizará el análisis de correlación de Rho de Spearman para medir la dirección y grado de la relación o asociación.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se comparará el grado de significancia  $p$  de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia  $\alpha=0.05$

Si el nivel de significancia de Chi Cuadrado  $p < \alpha$  entonces se rechazará la hipótesis nula.

**Tabla 30**

*Grado de Relación según coeficiente de correlación de Rho de Spearman*

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar el cálculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa SPSS (V.25)

**Tabla 31**

*Planificar la Gestión de Costos\*Optimización Costos.*

			Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel Alto	
PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	Nivel Bajo	Recuento	4	1	0	5
		Recuento esperado	1,7	1,4	1,9	5,0
		% del total	12,5%	3,1%	0,0%	15,6%
	Medio	Recuento	7	7	7	21
		Recuento esperado	7,2	5,9	7,9	21,0
		% del total	21,9%	21,9%	21,9%	65,6%
	Nivel Alto	Recuento	0	1	5	6
		Recuento esperado	2,1	1,7	2,3	6,0
		% del total	0,0%	3,1%	15,6%	18,8%
Total	Recuento	11	9	12	32	
	Recuento esperado	11,0	9,0	12,0	32,0	
	% del total	34,4%	28,1%	37,5%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32**

*Pruebas de chi-cuadrado*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,030 <sup>a</sup>	4	,026
Razón de verosimilitud	13,313	4	,010
Asociación lineal por lineal	9,898	1	,002
N de casos válidos	32		

Fuente: Elaboración propia

- a. 6 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,41.

**Tabla 33**

*Correlaciones*

				PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	OPTIMIZACION COSTOS
Rho de Spearman	PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	LA GESTIÓN	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 . 32	,565** ,001 32
	OPTIMIZACION COSTOS	COSTOS	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,565** ,001 32	1,000 . 32

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Interpretación:**

En la prueba Chi Cuadrado, el coeficiente de significancia p es igual a 0.026 y es menor que el nivel de significancia  $\alpha$  (0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula.

En las correlaciones, el coeficiente de correlación Rho de Spearman es significativa e igual a +0.565, por lo tanto, existe una correlación positiva considerable.

## 4.2 Objetivos específicos

### 4.2.1 Objetivo específico 1.

Determinar utilizando el sistema integrado Green Lean, la optimización de los costos para la construcción de la piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019

**Tabla 34**

*Planificar la Gestión de Costos\*Estimar los Costos*

			Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel Alto	
PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	Nivel Bajo	Recuento	4	1	0	5
		Recuento esperado	1,3	2,0	1,7	5,0
		% del total	12,5%	3,1%	0,0%	15,6%
	Nivel Medio	Recuento	4	11	6	21
		Recuento esperado	5,3	8,5	7,2	21,0
		% del total	12,5%	34,4%	18,8%	65,6%
	Nivel Alto	Recuento	0	1	5	6
		Recuento esperado	1,5	2,4	2,1	6,0
		% del total	0,0%	3,1%	15,6%	18,8%
Total	Recuento	8	13	11	32	
	Recuento esperado	8,0	13,0	11,0	32,0	
	% del total	25,0%	40,6%	34,4%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35**

*Pruebas de chi-cuadrado*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,042 <sup>a</sup>	4	,003
Razón de verosimilitud	16,158	4	,003
Asociación lineal por lineal	11,976	1	,001
N de casos válidos	32		

Fuente: Elaboración propia

- a. 6 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,25.

**Tabla 36**

*Correlaciones*

			PLANIFICAR LA	
			GESTIÓN DE	ESTIMAR LOS
			COSTOS	COSTOS
Rho de Spearman	PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	Coefficiente de correlación	1,000	,620**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	32	32
	ESTIMAR LOS COSTOS	Coefficiente de correlación	,620**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	32	32

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Interpretación:**

En la prueba Chi Cuadrado, el coeficiente de significancia p es igual a 0.003 y es menor que el nivel de significancia  $\alpha$  (0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula.

En las correlaciones, el coeficiente de correlación Rho de Spearman es significativa e igual a +0.620, por lo tanto, existe una correlación positiva considerable.

**4.2.2 Objetivo específico 2.**

Identificar la complementación de las metodologías Lean y Green para hacer más eficientes los procesos, minimizando desperdicios y deficiencias de diseño para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

**Tabla 37**
*Planificar la Gestión de Costos\*Determinar el Presupuesto*

			Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel Alto	
PLANIFICAR	Nivel Bajo	Recuento	5	0	0	5
LA GESTIÓN		Recuento esperado	2,3	1,1	1,6	5,0
DE COSTOS		% del total	15,6%	0,0%	0,0%	15,6%
	Nivel Medio	Recuento	10	6	5	21
		Recuento esperado	9,8	4,6	6,6	21,0
		% del total	31,3%	18,8%	15,6%	65,6%
	Nivel Alto	Recuento	0	1	5	6
		Recuento esperado	2,8	1,3	1,9	6,0
		% del total	0,0%	3,1%	15,6%	18,8%
Total		Recuento	15	7	10	32
		Recuento esperado	15,0	7,0	10,0	32,0
		% del total	46,9%	21,9%	31,3%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38**
*Pruebas de chi-cuadrado*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,567 <sup>a</sup>	4	,006
Razón de verosimilitud	17,642	4	,001
Asociación lineal por lineal	12,037	1	,001
N de casos válidos	32		

Fuente: Elaboración propia

- a. 7 casillas (77,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,09.

**Tabla 39**
*Correlaciones*

			PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	DETERMINAR EL PRESUPUESTO
Rho de Spearman	PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 . 32	,626** ,000 32

DETERMINAR EL PRESUPUESTO	Coefficiente de correlación	,626**	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	.
	N	32	32

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

### Interpretación:

En la prueba Chi Cuadrado, el coeficiente de significancia p es igual a 0.006 y es menor que el nivel de significancia  $\alpha$  (0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula.

En las correlaciones, el coeficiente de correlación Rho de Spearman es significativa e igual a +0.626, por lo tanto, existe una correlación positiva considerable.

#### 4.2.3 Objetivo específico 3.

Determinar los beneficios de la integración conceptual Green Lean en la fase presupuestal del diseño y en las fases subsecuentes para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019.

**Tabla 40**

*Planificar la Gestión de Costos\*Controlar los Costos*

			Nivel Bajo	Nivel Medio	Nivel Alto	
PLANIFICAR LA GESTIÓN DE COSTOS	Nivel Bajo	Recuento	5	0	0	5
		Recuento esperado	,8	3,1	1,1	5,0
		% del total	15,6%	0,0%	0,0%	15,6%
	Nivel Medio	Recuento	0	16	5	21
		Recuento esperado	3,3	13,1	4,6	21,0
		% del total	0,0%	50,0%	15,6%	65,6%
Nivel Alto	Recuento	0	4	2	6	

Total	Recuento esperado	,9	3,8	1,3	6,0
	% del total	0,0%	12,5%	6,3%	18,8%
	Recuento	5	20	7	32
	Recuento esperado	5,0	20,0	7,0	32,0
	% del total	15,6%	62,5%	21,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

*Pruebas de chi-cuadrado*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	32,261 <sup>a</sup>	4	,000
Razón de verosimilitud	27,950	4	,000
Asociación lineal por lineal	11,455	1	,001
N de casos válidos	32		

Fuente: Elaboración propia

a. 8 casillas (88,9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,78

Tabla 42

*Correlaciones*

			PLANIFICAR	
			LA GESTIÓN	CONTROLAR
			DE COSTOS	LOS COSTOS
Rho de Spearman	PLANIFICAR LA GESTIÓN	Coefficiente de correlación	1,000	,587**
	DE COSTOS	Sig. (bilateral)	.	,000
		N	32	32
	CONTROLAR LOS COSTOS	Coefficiente de correlación	,587**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	32	32

Fuente: Elaboración propia

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Interpretación:**

En la prueba Chi Cuadrado, el coeficiente de significancia p es igual a 0.000 y es menor que el nivel de significancia  $\alpha$  (0.05), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula.

En las correlaciones, el coeficiente de correlación Rho de Spearman es significativa e igual a +0.587, por lo tanto, existe una correlación positiva considerable.

Al determinar, utilizando el Sistema Integrado Green Lean, la optimización de los costos para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019, obtuvimos los siguientes resultados:

### METRADOS PISCIGRANJA

01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES:					
01.01	OBRAS PRELIMINARES					
01.01.01	Almacén de obra prefabricado.				1.00	Glb
01.01.02	Señalización, seguridad y prevención en obra				1.00	Glb
01.01.03	Caseta de guardiana				1.00	Glb
01.01.04	Flete a zona de acopio de trabajo.				1.00	Glb
01.01.05	Movilización y desmovilización de herramientas y equipos				1.00	Glb
01.01.06	Acarreo de materiales				1.00	Glb
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES					
01.02.01	Trazo y replanteo, topografía				1896.05	m2
	Área Zona de Engorde	21.00	36.00		756.00	
	Área Zona Juveniles	16.50	22.20		366.30	
	Área Zona Alevinos				144.50	
	Área Unidad de tratamiento				55.75	
	Área Hospedaje				60.00	
	Área Incubadora				48.55	
	Área Almacén				60.22	
	Área Evisceración				18.00	
	Canales	1.00	644.55	0.60	386.73	
02	ESTANQUES					
02.01	ESTANQUE DE JUVENILES					
	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
02.01.01	Excavación				127.35	m3

	Volumen de Corte		127.35		1.00	127.35	
02.01.02	Relleno de terreno con material de préstamo Coef. Comp = 1.30					15.89	m3
	Volumen de Relleno		15.89		1.00	15.89	
02.01.03	Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25					159.19	m3
02.01.04	Nivelación y compactación proctor al 95% con afirmado de suelo.					366.30	m2
	<b>ESTRUCTURA</b>						
	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
02.01.05	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2					160.86	m3
-	<u>Cimiento</u>						
	Cimiento corrido Armado con concreto fc 210 kg/cm2		13.24			13.24	
-	<u>Losa de piso</u>						
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, f'c 210 kg/cm2		73.26			73.26	
-	<u>Muro Armado</u>						
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 longitudinal		51.30			51.30	
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 transversal canal alto		9.45			9.45	
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 transversal canal bajo		13.61			13.61	
02.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					459.04	m2
	Paredes laterales externas	2	40.00	1.80		144.00	
	Paredes laterales internas	8	35.80	1.10		315.04	
02.01.07	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2					5064.53	Kg
-	<u>Cimiento</u>						
	Acero de Cimiento de refuerzo fy 4200 kg/cm2		235.20			235.20	
-	<u>Losa de piso</u>						
	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm2		3816.85			3816.85	
-	<u>Muro Armado</u>						
	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm2		1012.48			1012.48	
02.01.10	TARRAJEO C/IMPERMEABILIZANTE P/ESTR. HIDRAULICAS					257.76	m2
	Paredes laterales	6	35.80	1.20		257.76	
02.01.11	WATER STOP 4"		180.80			180.80	ml
02.01.12	ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO					246.00	m2
	Piso de Estanque	6	41.00			246.00	
	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>						
-	<u>Accesorios</u>						
	Compuerta de regulación					6.00	Pza.

	Malla Reguladora de acero				3.00	Glb
	Plancha de madera e=3/4"				18.00	Und
<b>02.02</b>	<b>ESTANQUE DE ALEVINOS</b>					
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
<b>02.02.01</b>	<b>Corte de terreno excavación</b>				<b>161.44</b>	<b>m3</b>
	Volumen de corte	161.44		1.00	161.44	
<b>02.02.02</b>	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>				<b>201.80</b>	<b>m3</b>
<b>02.02.03</b>	<b>Nivelación y compactación proctor al 95% con afirmado de suelo.</b>				<b>144.50</b>	<b>m2</b>
	<b>ESTRUCTURA</b>					
	<b>CONCRETO ARMADO</b>					
<b>02.02.04</b>	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>				<b>84.20</b>	<b>m3</b>
-	<b>Cimiento</b>					
	Cimiento corrido Armado con concreto fc 210 kg/cm2	21.60			21.60	m3
-	<b>Losa de piso</b>					
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, f'c 210 kg/cm2	28.90			28.90	m3
-	<b>Muro Armado</b>					
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 longitudinal	25.62			25.62	m3
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 transversal canal alto	4.42			4.42	m3
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 transversal canal bajo	3.66			3.66	m3
<b>02.02.05</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>				<b>203.23</b>	<b>m2</b>
	Paredes laterales externas	2	20.75	1.35	56.03	
	Paredes laterales internas	8	23.00	0.80	147.20	
<b>02.02.06</b>	<b>ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2</b>				<b>2794.53</b>	<b>Kg</b>
-	<b>Cimiento</b>					
	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm2	175.00			175.00	
-	<b>Losa de piso</b>					
	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm2	1505.69			1505.69	
-	<b>Muro Armado</b>					
	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm2	602.84			602.84	
<b>02.02.09</b>	<b>TARRAJEO C/IMPERMEABILIZANTE P/ESTR. HIDRAULICAS</b>				<b>126.50</b>	<b>m2</b>
	Paredes laterales	5	23.00	1.10	126.50	
<b>02.02.10</b>	<b>WATER STOP 4"</b>		<b>108.00</b>		<b>108.00</b>	<b>ml</b>
<b>02.02.11</b>	<b>ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO</b>				<b>75.00</b>	<b>m2</b>
	Piso de Estanque	5	15.00		75.00	
	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>					

-	<u>Accesorios</u>						
	Compuerta de regulación		9.00				pza
	Malla Reguladora de acero		5.00				gbl
	Plancha de madera e=3/4"		10.00				und
<b>02.03</b>	<b>ESTANQUE DE ENGORDE</b>						
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
<b>02.03.01</b>	<b>Corte de terreno excavación</b>					<b>17.25</b>	<b>m3</b>
	Volumen de Corte		17.25		1.00	17.25	
<b>02.03.02</b>	<b>Relleno de terreno con material de préstamo Coef. Comp = 1.30</b>					<b>181.53</b>	<b>m3</b>
	Volumen de Relleno		181.53		1.00	181.53	
<b>02.03.03</b>	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>					<b>21.56</b>	<b>m3</b>
<b>02.03.04</b>	<b>Nivelación y compactación proctor al 95% con afirmado de suelo.</b>					<b>756.00</b>	<b>m2</b>
	<b>ESTRUCTURA</b>						
	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
<b>02.03.05</b>	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>					<b>307.28</b>	<b>m3</b>
-	<u>Cimiento</u>						
	Cimiento corrido Armado con concreto fc 210 kg/cm2					27.52	
-	<u>Losa de piso</u>						
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, fc 210 kg/cm2					151.20	
-	<u>Muro Armado</u>						
	Muro corrido armado fc 210 kg/cm2 longitudinal					90.00	
	Muro corrido armado fc 210 kg/cm2 transversal canal alto					15.81	
	Muro corrido armado fc 210 kg/cm2 transversal canal bajo					22.75	
<b>02.03.06</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>					<b>738.88</b>	<b>m2</b>
	Paredes laterales externas	2	56.20	2.00		224.80	
	Paredes laterales internas	8	47.60	1.35		514.08	
<b>02.03.07</b>	<b>ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2</b>					<b>9898.20</b>	<b>Kg</b>
	Acero Cimiento	1	470.40			470.40	
	Acero Losa de piso	1	7815.00			7815.00	
	Acero Muro armado	1	1612.80			1612.80	
<b>02.03.10</b>	<b>TARRAJEO C/IMPERMEABILIZANTE P/ESTR. HIDRAULICAS</b>					<b>533.12</b>	<b>m2</b>
	Paredes laterales	8	47.60	1.40		533.12	
<b>02.03.11</b>	<b>WATER STOP 4"</b>	<b>1</b>	<b>281.00</b>			<b>281.00</b>	<b>ml</b>
<b>02.03.12</b>	<b>ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO</b>					<b>568.40</b>	<b>m2</b>

	Piso de Estanque	8	71.05			568.40	
	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>						
-	<b>Accesorios</b>						
	Compuerta de regulación					8.00	Pza.
	Malla Reguladora de acero					4.00	Gbl
	Plancha de madera e=3/4"					24.00	Und
	<b>UNIDAD DE PRETRATAMIENTO</b>						
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
	<b>Corte de terreno excavación</b>					38.45	m3
	Volumen de Corte		38.45		1.00	38.45	
	<b>Relleno de material seleccionado de préstamo Comp = 1.30</b>					9.69	m3
	Volumen de relleno		9.69		1.00	9.69	
	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>					48.06	m3
	<b>ESTRUCTURA</b>						
	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
	<b>CONCRETO f 'c=175 kg/cm2</b>					11.15	m3
-	<b>Losa de piso</b>						
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, f'c 210 kg/cm2	1	11.15			11.15	
	<b>ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO</b>					55.75	m2
	Piso losa de concreto	1	55.75			55.75	
	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>					154.91	m2
	Paredes laterales externas	2	16.15	0.20		6.46	
07.01	<b>EVISCERACION</b>						
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
	<b>Corte de terreno excavación</b>					2.79	m3
	Volumen de Corte		2.79		1.00	2.79	
	<b>Relleno con material propio seleccionado</b>					3.25	m3
	Volumen de relleno		3.25		1.00	3.25	
	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>					3.48	m3
	<b>ESTRUCTURA</b>						
	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>					3.60	m3
-	<b>Losa de piso</b>						
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, f'c 210 kg/cm2		3.60			3.60	
	<b>ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO</b>					18.00	m2
	Acabado pulido piso losa de concreto		18.00			18.00	
	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>					3.60	m2

	Paredes laterales externas	2	9.00	0.20		3.60	
	<b>DRYWALLY CARPINTERIA METALICA Y MADERA</b>						
-	<u>Divisiones de Drywall</u>						
	Divisiones de drywall regular doble cara					49.50	m2
	Cielo raso superboard Drywall					18.00	m2
	Puertas de madera 0.90X2.10					1.00	und
	Vidrio de cristal de 4mm					3.00	m2
	Lavaderos concretos 45x55cm					5.00	und
	Rejilla de desagüe ancho 30cm					6.00	ml
	<b>DORMITORIOS, ALMACEN DE HERRAMIENTAS Y BAÑO</b>						
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
	<b>Corte de terreno excavación</b>					<b>46.90</b>	<b>m3</b>
	Volumen de Corte		46.90		1.00	46.90	
	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>					<b>58.63</b>	<b>m3</b>
	<b>ESTRUCTURA</b>						
	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>					<b>12.00</b>	<b>m3</b>
-	<u>Losa de piso</u>						
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, f'c 210 kg/cm2		12.00			12.00	
	<b>ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO</b>					<b>60.00</b>	<b>m2</b>
	Acabado pulido piso losa de concreto	1	60.00			60.00	
	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>					<b>6.40</b>	<b>m2</b>
	Paredes laterales externas	2	16.00	0.20		6.40	
	<b>DRYWALLY CARPINTERIA METALICA Y MADERA</b>						
-	<u>Divisiones de Drywall</u>						
	Divisiones de drywall regular doble cara					124.85	m2
	Cielo raso superboard Drywall					57.00	m2
	Puertas de madera 1.40X2.10 (Doble hoja)					1.00	und
	Puertas de madera 0.90X2.10					1.00	und
	Puertas de madera 0.80X2.10					1.00	und
	Puertas de madera 0.70X2.10					1.00	und
	Vidrio de cristal de 4mm					10.25	m2
	Lavadero					1.00	und
	Inodoro Sifón Jet Blanco Comercial					1.00	und
	Zócalo de Mayólica 20x20 Travertino					1.00	und
	<b>SALA ENCUBADORA</b>						
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
	<b>Corte de terreno excavación</b>					<b>64.90</b>	<b>m3</b>

	Volumen de Corte		64.90		1.00	64.90	
	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>					<b>81.13</b>	<b>m3</b>
	<b>ESTRUCTURA</b>						
	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>					<b>9.71</b>	<b>m3</b>
-	<u>Losa de piso</u>						
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, f'c 210 kg/cm2		9.71			9.71	
	<b>ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO</b>					<b>48.55</b>	<b>m2</b>
	Acabado pulido piso losa de concreto		48.55			48.55	
	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>					<b>5.60</b>	<b>m2</b>
	Paredes laterales externas	2	14.00	0.20		5.60	
	<b>DRYWALLY CARPINTERIA</b>						
-	<u>Divisiones de Drywall</u>						
	Divisiones de drywall regular doble cara					76.10	m2
	Cielo raso superboard Drywall					42.62	m2
	Puertas de madera 0.90X2.10					2.00	und
	Vidrio de cristal de 4mm					1.75	m2
	Malla con protector Mosquitero.					1.75	m2
	<b>OFICINA ADMINISTRATIVA, ALMACEN</b>						
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
	<b>Corte de terreno excavación</b>					<b>23.77</b>	<b>m3</b>
	Volumen de Corte		23.77		1.00	23.77	
	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>					<b>29.71</b>	<b>m3</b>
	<b>ESTRUCTURA</b>						
	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>					<b>12.04</b>	<b>m3</b>
-	<u>Losa de piso</u>						
	Piso de losa de concreto de 20 cm de espesor, f'c 210 kg/cm2		12.04			12.04	m3
	<b>ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO</b>					<b>60.22</b>	<b>m2</b>
	Acabado pulido piso losa de concreto		60.22			60.22	m2
	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>					<b>6.40</b>	<b>m2</b>
	Paredes laterales externas	2	16.00	0.20		6.40	
	<b>DRYWALLY CARPINTERIA</b>						
-	<u>Divisiones de Drywall</u>						
	Divisiones de drywall regular doble cara		103.45				m2
	Cielo raso superboard Drywall		57.00				m2
	Puertas de madera 0.90X2.10		5.00				und
	Vidrio de cristal de 4mm		12.00				m2

04.00		BOCATOMA					
		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
04.01.01	Trazo y replanteo, topografía	12.16				12.16	m2
04.02.01	Corte de terreno excavación					11.34	m3
	Volumen de Corte	3.78		3.00		11.34	
04.02.03	Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25					14.18	m3
04.03		<b>CONCRETO ARMADO</b>					
04.03.02	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2					9.35	m3
-	<b>Muro armado</b>						
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 Pared longitudinal		0.30	4.35		1.29	
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 Base		4.00	0.20		0.80	
	Barraje canal de captación	0.50	1.30	1.00		0.50	
	Barraje represa	0.50	1.30	1.20		0.60	
	Muro corrido armado f'c 210 kg/cm2 Canal de abastecimiento	7.40	0.20	0.60		4.44	
		7.40	1.40	0.20		1.48	
	Losa Canal de rebose	1.20	0.60	0.20		0.24	
04.03.01	<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO</b>					25.74	m2
	Bocatoma	2.00	4.30	1.10		9.46	
	canal de abastecimiento	2.00	7.40	1.10		16.28	
04.03.05	<b>ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2</b>					428.51	Kg
	Bocatoma Transversal	3/4"	2.24	3.10	16.00	111.10	
	Bocatoma longitudinal	1/2"	0.99	3.20	12.00	38.17	
	Bocatoma longitudinal	1/2"	0.99	1.50	12.00	17.89	
	Bocatoma base	1/2"	0.99	1.70	11.00	18.59	
	Bocatoma base	1/2"	2.24	3.00	6.00	40.32	
	Barraje canal de captación	3/4"	2.24	1.40	14.00	43.90	
	Barraje canal de captación	3/8"	0.56	2.90	7.00	11.37	
	Barraje canal de captación	3/4"	2.24	1.20	14.00	37.63	
	Barraje canal de captación	3/8"	0.56	2.90	6.00	9.74	
	canal de abastecimiento	1/2"	0.99	8.00	9.00	71.57	
	canal de abastecimiento	3/8"	0.56	2.80	18.00	28.22	

06.02.03		TANQUE SEPTICO					
		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
06.02.03.01	excavación					12.30	m3
	Zona de excavación	12.30		1.00		12.30	
06.02.03.02	Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25					15.38	m3

<b>04.03</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>					
<b>06.02.03.03</b>	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>				<b>4.14</b>	<b>m3</b>
	<b>Muro armado</b>					
	Muro corrido armado fc 210 kg/cm2 Pared longitudinal		1.07	1.93	2.06	
	Tapa		0.56	1.00	0.56	
	Techo		1.18	1.00	1.18	
	Piso Tanque	2.30	1.55	0.15	0.35	
<b>06.02.03.04</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>				<b>13.00</b>	<b>m2</b>
	Bocatoma	2.00	2.00	2.00	8.00	
	canal de abastecimiento	2.00	1.25	2.00	5.00	
<b>06.02.03.05</b>	<b>ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2</b>				<b>30.07</b>	<b>Kg</b>
	Bocatoma Transversal	3/8"	0.56	9.60	5.38	
	Bocatoma longitudinal	3/8"	0.56	9.90	5.54	
	Bocatoma longitudinal	3/8"	0.56	17.20	9.63	
	Bocatoma base	3/8"	0.56	17.00	9.52	
<b>06.02.04</b>	<b>DESARENADOR</b>					
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
<b>06.02.04.01</b>	<b>Excavación</b>				<b>33.45</b>	<b>m3</b>
	Zona de excavación		5.40	2.95	2.10	33.45
<b>06.02.04.02</b>	<b>Eliminación de Material Excedente coef. Espj. 1.25</b>				<b>41.82</b>	<b>m3</b>
	<b>CONCRETO ARMADO</b>					
<b>06.02.04.03</b>	<b>CONCRETO f 'c=210 kg/cm2</b>				<b>11.06</b>	<b>m3</b>
	<b>Muro armado</b>					
	Desarenador de alternancia		5.40	0.15	2.25	1.82
			1.40	0.15	2.25	0.47
			1.00	0.15	2.25	0.34
			3.75	0.15	2.25	1.27
			0.65	0.15	1.75	0.17
	Talud	2	0.25	0.15	2.10	0.16
		2	0.25	0.25	2.10	0.26
	Base de Caja de sedimentación 1		5.10	1.00	0.15	0.77
	Compuerta 1	1	0.30	0.25	2.10	0.16
	Caja aliviadora de presión	2	0.60	0.20	2.25	0.54
			1.45	0.15	2.25	0.49
			0.25	0.15	2.25	0.08
				0.16	1.00	0.16
		1.00	0.15	1.20	0.18	

			1.50	1.10	0.15	0.25	
	Compuerta 2	2	0.60	0.15	0.75	0.14	
		1	0.50	0.15	0.58	0.04	
	Muro Caja de Sedimentación 2	2	0.71	0.15	1.39	0.30	
		1	0.50	0.15	1.00	0.08	
			1.50	1.30	0.15	0.29	
			1.30	0.15	1.54	0.30	
			1.68	0.15	2.25	0.57	
			1.50	0.15	0.62	0.14	
				0.80	0.15	0.12	
			0.50	0.15	1.65	0.12	
	Compuerta 3		0.50	0.15	0.75	0.06	
			0.50	0.50	0.15	0.04	
	Caja Repartidora de Caudal		1.05	0.15	1.75	0.28	
	Salida de Canal de Abastecimiento 2		0.80	0.15	1.10	0.13	
			1.15	0.15	1.75	0.30	
			0.95	0.15	1.75	0.25	
	Base de caja repartidora		1.35	0.80	0.15	0.16	
			0.80	0.15	1.00	0.12	
	Salida de Canal de Abastecimiento 1		0.95	0.15	1.75	0.25	
	Base de caja repartidora		1.35	0.50	0.15	0.10	
			0.50	0.15	1.00	0.08	
			0.50	0.15	1.10	0.08	
			0.40	0.15	0.15	0.01	
<b>06.02.04.04</b>	<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO</b>					<b>73.07</b>	<b>m2</b>
	Desarenador de alternancia	1.00	6.10		2.10	12.81	
	canal de abastecimiento	1.00	2.00		2.10	4.20	
		1.00	4.25		2.10	8.93	
		1.00	1.15		1.00	1.15	
	Caja aliviadora de caudal	1.00	1.85		2.10	3.89	
		2.00	0.15		0.60	0.18	
		1.00	1.00		1.92	1.92	
		1.00	0.95		2.10	2.00	
		2.00	1.87		2.10	7.85	
		2.00	0.60		0.60	0.72	
		2.00	0.71		1.00	1.42	
		2.00	1.30		1.39	3.61	
		1.00	1.50		0.62	0.93	
		2.00	0.97		2.10	4.07	

		2.00	0.50		0.60	0.60	
	Pared externa	2.00	1.50		2.25	6.75	
		1.00	0.90		1.00	0.90	
		1.00	2.15		0.50	1.08	
		1.00	2.15		0.80	1.72	
		1.00	0.95		1.60	1.52	
		1.00	0.50		1.10	0.55	
		1.00	1.25		1.60	2.00	
		1.00	0.80		1.60	1.28	
		1.00	1.10		1.60	1.76	
		1.00	0.80		0.95	0.76	
		1.00	0.50		0.95	0.48	
<b>06.02.04.05</b>	<b>ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2</b>					<b>605.36</b>	<b>Kg</b>
	Pared lateral	3/8"	0.56	23.00	6.05	77.92	
		3/8"	0.56	10.00	5.80	32.48	
	Base Desarenador de Alternancia	1/2"	0.99	6.00	5.80	34.59	
	Caja aliviadora de presión	1/2"	0.99	6.00	6.35	37.87	
		1/2"	0.99	5.00	5.92	29.42	
	Base Desarenador de Alternancia	3/8"	0.56	6.00	4.25	14.28	
	Pared lateral	3/8"	0.56	30.00	0.95	15.96	
	Entrada canal	3/8"	0.56	11.00	1.40	8.62	
	Pared lateral	3/8"	0.56	23.00	6.05	77.92	
		3/8"	0.56	10.00	5.80	32.48	
	Base Cámara de Sedimentación	1/2"	0.99	12.00	5.80	69.18	
		1/2"	0.99	10.00	5.92	58.84	
	Caja repartidora de presión	3/8"	0.56	4.00	5.55	12.43	
		3/8"	0.56	3.00	4.95	8.32	
		3/8"	0.56	7.00	1.20	4.70	
		3/8"	0.56	6.00	1.40	4.70	
		3/8"	0.56	7.00	0.90	3.53	
		3/8"	0.56	4.00	1.40	3.14	

## PRESUPUESTO

PROYECTO: PISCIGRANJA COMUNAL

PRESUPUESTO: OBRA

CLIENTE: COMUNIDAD CAMPESINA SAN JOSE DE BAÑOS

LUGAR: LIMA - HUARAL - ATAVILLOS ALTO

ITEM	DESCRIPCION	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b><u>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES:</u></b>				<b>130,788.67</b>
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>120,550.00</b>
01.01.01	ALMACEN DE OBRA	Glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.01.02	SEÑALIZACION, SEGURIDAD Y PREVENCION EN OBRA	Glb	1.00	2,550.00	2,550.00
01.01.03	CASETA DE GUARDIANIA	Glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.01.04	FLETE A ZONA DE ACOPIO DE TRABAJO	Glb	1.00	25,000.00	25,000.00
01.01.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	Glb	1.00	30,000.00	30,000.00
01.01.06	ACARREO DE MATERIALES	Glb	1.00	60,000.00	60,000.00
01.02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>10,238.67</b>
01.02.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	1,896.05	5.40	10,238.67
<b>02</b>	<b><u>ESTANQUES:</u></b>				<b>445,865.64</b>
02.01	<b>ESTANQUES JUVENILES</b>				<b>129,445.04</b>
02.01.01	EXCAVACION	m3	127.35	34.44	4,385.93
02.01.02	RELLENO DE TERRENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COEF. COMP. = 1.30	m3	15.89	84.50	1,342.71
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	159.19	20.65	3,287.22
02.01.04	NIVELACION Y COMPACTACION PROCTOR AL 95% CON AFIRMADO DE SUELO	m2	366.30	4.54	1,663.92
02.01.05	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2	m3	160.86	336.93	54,199.48
02.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	459.04	38.00	17,443.52
02.01.07	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	5,064.53	5.20	26,335.54
02.01.08	CURADO DE CONCRETO	m2	257.76	3.63	935.67
02.01.09	ENROCADO	m3	3.54	45.61	161.46
02.01.10	TARRAJEO C/IMPERMEABILIZANTE P/ESTR. HIDRAULICAS	m2	257.76	31.11	8,018.91
02.01.11	WATER STOP DE 4"	ml	180.80	15.86	2,867.49
02.01.12	ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO	m2	246.00	21.50	5,289.00
02.01.13	ESTRUCTURA METALICA				3,514.20
02.01.13.01	COMPUERTA DE REGULACION	Pza	6.00	326.20	1,957.20
02.01.13.02	MALLA REGULADORA DE ACERO	Glb	3.00	240.00	720.00

02.01.13.03	PLANCHA DE MADERA e=3/4"	Und	18.00	46.50	837.00
02.02	<b>ESTANQUES ALEVINOS</b>				<b>73,433.80</b>
02.02.01	EXCAVACION	m3	161.44	34.44	5,559.99
02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	201.80	20.65	4,167.17
02.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION PROCTOR AL 95% CON AFIRMADO DE SUELO	m2	144.50	4.54	656.03
02.02.04	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2	m3	84.20	336.93	28,370.35
02.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	203.23	38.00	7,722.55
02.02.06	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	2,794.53	5.20	14,531.56
02.02.07	CURADO DE CONCRETO	m2	126.50	3.63	459.20
02.02.08	ENROCADO	m3	2.31	45.61	105.36
02.02.09	TARRAJEO C/IMPERMEABILIZANTE P/ESTR. HIDRAULICAS	m2	126.50	31.11	3,935.42
02.02.10	WATER STOP DE 4"	ml	108.00	15.86	1,712.88
02.02.11	ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO	m2	75.00	21.50	1,612.50
02.02.12	ESTRUCTURA METALICA				4,600.80
02.02.12.01	COMPUERTA DE REGULACION	Pza	9.00	326.20	2,935.80
02.02.12.02	MALLA REGULADORA DE ACERO	Glb	5.00	240.00	1,200.00
02.02.12.03	PLANCHA DE MADERA e=3/4"	Und	10.00	46.50	465.00
02.03	<b>ESTANQUES DE ENGORDE</b>				<b>242,986.80</b>
02.03.01	EXCAVACION	m3	17.25	34.44	594.09
02.03.02	RELLENO DE TERRENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COEF. COMP. = 1.30	m3	181.53	84.50	15,338.86
02.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	21.56	20.65	445.27
02.03.04	NIVELACION Y COMPACTACION PROCTOR AL 95% CON AFIRMADO DE SUELO	m2	756.00	4.54	3,432.24
02.03.05	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2	m3	307.28	336.93	103,531.82
02.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	738.88	38.00	28,077.44
02.03.07	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	9,898.20	5.20	51,470.64
02.03.08	CURADO DE CONCRETO	m2	533.12	3.63	1,935.23
02.03.09	ENROCADO	m3	4.67	45.61	213.00
02.03.10	TARRAJEO C/IMPERMEABILIZANTE P/ESTR. HIDRAULICAS	m2	533.12	31.11	16,585.36
02.03.11	WATER STOP DE 4"	ml	281.00	15.86	4,456.66
02.03.12	ACABADO PULIDO PISO LOSA DE CONCRETO	m2	568.40	21.50	12,220.60
02.02.12	ESTRUCTURA METALICA				4,685.60
02.02.12.01	COMPUERTA DE REGULACION	Pza	8.00	326.20	2,609.60
02.02.12.02	MALLA REGULADORA DE ACERO	Glb	4.00	240.00	960.00
02.02.12.03	PLANCHA DE MADERA e=3/4"	Und	24.00	46.50	1,116.00

03	<b>REDES DE DESAGUE, ACCESORIOS Y TUBERIA:</b>				<b>7,953.70</b>
03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>5,688.29</b>
03.01.01	EXCAVACION C/MAQ. T. NORMAL TUB. 2"-4" HASTA 1.60M.	m3	61.82	34.44	2,129.22
03.01.02	RELLENO COMPACTADO ZANJA HASTA 1.60 M.	m	71.10	29.50	2,097.38
03.01.03	REFINE DE ZANJA EN TERRENO NORMAL INC. CAMA DE ARENA	m	147.20	6.03	887.62
03.01.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS (0.10 m.)	m	147.20	3.90	574.08
03.02	<b>TUBERIAS DE PVC</b>				<b>2,265.41</b>
03.02.01	TUBERIA PVC DE 6"	m	147.20	13.42	1,975.42
03.02.02	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIA	m	147.20	1.97	289.98
04	<b>OBRAS DE BOCATOMA Y CANAL DE ABASTECIMIENTO:</b>				<b>23,768.94</b>
04.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>538.80</b>
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	40.00	1.31	52.40
04.01.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	40.00	12.16	486.40
04.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,285.00</b>
04.02.01	EXCAVACION	m3	20.42	37.49	765.40
04.02.02	REFINE Y COMPACTADO CON PISON C/MATERIAL PROPIO	m2	19.46	2.63	51.17
04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30M	m3	22.68	20.65	468.43
04.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>20,645.14</b>
04.03.01	SOLADO E=0.10 m	m2	17.44	30.50	531.92
04.03.02	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2	m3	15.89	336.93	5,354.75
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	m2	43.76	48.17	2,107.82
04.03.04	ALB. PIEDRA ASENT. C° f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> , EMB MORT 1:3 E=20 PISO BOCATOMA	m2	21.00	310.10	6,512.10
04.03.05	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> -ESTRUCTURAS	kg	771.32	5.20	4,010.89
04.03.06	REVESTIMIENTO INTERIOR IMPERMEABILIZADO 1:2 C.A.	m2	55.14	38.59	2,127.66
04.04	<b>ACCESORIOS EN CAPATACION Y DESARENADOR</b>				<b>1,300.00</b>
04.04.01	COMPUERTA MET. TARJETA T/IZAJE (0.30x0.30) H=1.20M	u	1.00	650.00	650.00
04.04.02	COMPUERTA MET. TARJETA T/CANAL (0.30x0.30) H=0.80M	u	1.00	650.00	650.00
05	<b>CANALES HIDRAULICOS:</b>				<b>137,653.13</b>
05.01	<b>CANAL DE CONDUCCION</b>				<b>36,069.42</b>
05.01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>10,088.77</b>
05.01.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	250.67	38.22	9,580.63
05.01.01.02	ENROCADO	m3	11.14	45.61	508.14
05.01.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>25,980.65</b>
05.01.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	34.82	306.07	10,655.94

05.01.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	250.67	38.00	9,525.49
05.01.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	1,115.23	5.20	5,799.22
05.02	<b>CANAL DE ABASTECIMIENTO Nro 1</b>				<b>6,228.45</b>
05.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,949.71</b>
05.02.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	77.18	38.22	2,949.71
05.02.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>3,278.74</b>
05.02.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	38.90	306.07	1,410.98
05.02.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	307.93	38.00	1,385.86
05.02.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	611.52	5.20	481.90
05.03	<b>CANAL DE ALIMENTACION ALEVINOS - JUVENILES</b>				<b>9,300.57</b>
05.03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,420.83</b>
05.03.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	9.99	38.22	381.75
05.03.01.02	REFINE Y COMPACTADO CON PISON C/MATERIAL PROPIO	m2	317.63	2.63	835.37
05.03.01.03	CAMA DE APOYO (0.10 X 0.50M.)	m3	3.35	60.81	203.71
05.03.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>7,879.74</b>
05.03.02.01	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2	m3	8.44	325.47	2,747.62
05.03.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	98.49	38.00	3,742.62
05.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	267.21	5.20	1,389.50
05.03	<b>CANAL DE ABASTECIMIENTO Nro 2</b>				<b>58,577.38</b>
05.03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>7,855.70</b>
05.03.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	118.98	38.22	4,547.56
05.03.01.02	REFINE Y COMPACTADO CON PISON C/MATERIAL PROPIO	m2	504.11	2.63	1,325.80
05.03.01.03	CAMA DE APOYO (0.10 X 0.50M.)	m3	11.47	60.81	697.31
05.03.01.04	ENROCADO	m3	28.17	45.61	1,285.04
05.03.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>50,721.68</b>
05.03.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	75.85	306.07	23,216.70
05.03.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	553.86	38.00	21,046.53
05.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	1,242.01	5.20	6,458.45
05.04	<b>CANAL DE ABASTECIMIENTO Nro. 1A</b>				<b>1,905.18</b>
05.04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>181.38</b>
05.04.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	3.98	38.22	152.04
05.04.01.02	CAMA DE APOYO (0.10 X 0.50M.)	m3	0.48	60.81	29.34
05.04.01.03	ENROCADO	m3	1.19	45.61	54.07
05.04.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>1,723.80</b>
05.04.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	2.43	306.07	744.30

05.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	19.25	38.00	731.57
05.04.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	47.68	5.20	247.93
05.05	<b>CANAL DE ABASTECIMIENTO Nro. 1B</b>				<b>9,803.67</b>
05.05.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,495.57</b>
05.05.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	23.96	38.22	1,049.52
05.05.01.02	CAMA DE APOYO (0.10 X 0.50M.)	m3	1.15	60.81	242.63
05.05.01.03	ENROCADO	m3	2.83	45.61	203.42
05.05.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>8,308.10</b>
05.05.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	5.80	306.07	3,678.96
05.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	45.89	38.00	3,333.74
05.05.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	105.01	5.20	1,295.40
05.06	<b>CANAL DE ABASTECIMIENTO Nro. 2A</b>				<b>15,768.47</b>
05.06.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>711.30</b>
05.06.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	7.50	38.22	286.56
05.06.01.02	CAMA DE APOYO (0.10 X 0.50M.)	m3	3.64	60.81	221.32
05.06.01.03	ENROCADO	m3	8.94	45.61	203.42
05.06.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>15,057.17</b>
05.06.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	24.08	306.07	7,368.72
05.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	145.33	38.00	5,522.54
05.06.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	416.52	5.20	2,165.90
06	<b>OBRAS DE ARTE:</b>				<b>53,183.77</b>
06.01	<b>UNIDAD DE PRETRATAMIENTO</b>				<b>19,173.37</b>
06.01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>3,281.07</b>
06.01.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	38.45	38.22	1,469.56
06.01.01.02	RELLENO DE TERRENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COEF. COMP. = 1.30	m3	9.69	84.50	819.02
06.01.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	48.06	20.65	992.49
06.01.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>15,892.30</b>
06.01.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	11.15	306.07	3,412.68
06.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	154.91	38.00	5,886.63
06.01.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	892.00	5.20	4,638.40
06.01.02.04	PISO DE CEMENTO PULIDO e=2"	m2	55.75	35.06	1,954.60
06.02	<b>VARIOS</b>				<b>34,010.40</b>
06.02.01	CAJA DE REGISTRO	Glb	4.00	2,012.29	8,049.16
06.02.02	REPARTIDORA DE CAUDAL	Glb	3.00	1,600.00	4,800.00

06.02.03	TANQUE SEPTICO				2,705.24
06.02.03.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	12.30	38.22	470.11
06.02.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	15.38	20.65	317.49
06.02.03.03	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	4.14	306.07	1,267.27
06.02.03.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	13.00	38.00	494.00
06.02.03.05	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	30.07	5.20	156.37
06.02.04	DESARENADOR				13,156.00
06.02.04.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	33.45	38.22	1,278.57
06.02.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	41.82	20.65	863.51
06.02.04.03	CONCRETO f 'c=210 kg/cm2	m3	11.06	325.47	3,598.68
06.02.04.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	73.07	38.00	2,776.55
06.02.04.05	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	605.36	5.20	3,147.90
06.02.04.06	ESTRUCTURA METALICA				1,490.80
06.02.04.06.01	COMPUERTA DE REGULACION	Pza.	4.00	326.20	1,304.80
06.02.04.06.02	PLANCHA DE MADERA e=3/4"	Und	4.00	46.50	186.00
06.02.05	PERCOLADOR	Glb	1.00	2,500.00	2,500.00
06.02.06	BUZONETE T-1	Glb	2.00	1,000.00	2,000.00
06.02.07	BUZONETE T-2	Glb	1.00	800.00	800.00
<b>07</b>	<b><u>MODULOS CON TABIQUERIA DE DRYWALL:</u></b>				<b>74,411.95</b>
07.01	<b>SALA DE EVISCERACION Y LAVADO</b>				<b>9,909.91</b>
07.01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,364.04</b>
07.01.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	2.79	38.22	1,049.52
07.01.01.02	RELLENO DE TERRENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COEF. COMP. = 1.30	m3	3.25	84.50	242.63
07.01.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	3.48	20.65	71.89
07.01.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>1,869.73</b>
07.01.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	3.60	306.07	1,101.85
07.01.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	3.60	38.00	136.80
07.01.02.04	PISO DE CEMENTO PULIDO e=2"	m2	18.00	35.06	631.08
07.01.03	<b>DRYWALL Y CARPINTERIA METALICA Y MADERA</b>				<b>6,676.14</b>
07.01.03.01	DIVISIONES DE DRYWALL REGULAR DOBLE CARA	m2	49.50	78.18	3,869.91
07.01.03.02	CIELO RASO SUPERBOARD DRYWALL	m2	18.00	75.10	1,351.80
07.01.03.03	PUERTAS DE MADERA 0.90 m x 2.10 m	Und	1.00	231.00	231.00
07.01.03.04	VIDRIO DE CRISTAL DE 4 mm	m2	3.00	7.41	22.23
07.01.03.05	LAVADERO DE CONCRETO 45cmx55cm	Und	5.00	159.60	798.00

07.01.03.06	REJILLA DE DESAGUE ANCHO 30 cm	m	6.00	67.20	403.20
07.02	<b>DORMITORIOS, ALMACEN DE HERRAMIENTAS Y BAÑO</b>				<b>25,480.19</b>
07.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,260.13</b>
07.02.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	46.90	38.22	1,049.52
07.02.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	58.63	20.65	1,210.61
07.01.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>6,019.64</b>
07.01.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	12.00	306.07	3,672.84
07.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	6.40	38.00	243.20
07.01.02.04	PISO DE CEMENTO PULIDO e=2"	m2	60.00	35.06	2,103.60
07.01.03	<b>DRYWALL Y CARPINTERIA METALICA Y MADERA</b>				<b>17,200.43</b>
07.01.03.01	DIVISIONES DE DRYWALL REGULAR DOBLE CARA	m2	124.85	78.18	9,760.77
07.01.03.02	CIELO RASO SUPERBOARD DRYWALL	m2	57.00	75.10	4,280.70
07.01.03.03	PUERTAS DE MADERA 1.40 m x 2.10 m (DOBLE HOJA)	Und	1.00	420.00	420.00
07.01.03.04	PUERTAS DE MADERA 0.90 m x 2.10 m	Und	1.00	231.00	231.00
07.01.03.05	PUERTAS DE MADERA 0.80 m x 2.10 m	Und	1.00	215.00	215.00
07.01.03.06	PUERTAS DE MADERA 0.70 m x 2.10 m	Und	1.00	195.00	195.00
07.02.01	VIDRIO DE CRISTAL DE 4mm	m2	10.25	7.41	75.95
07.02.02	LAVADERO	Und	1.00	371.00	371.00
07.02.03	INODORO SIFON JET BLANCO COMERCIAL	Und	1.00	451.00	451.00
07.02.04	ZOCALO DE MAYOLICA 0.20 X 0.20 M (DUCHA)	Glb	1.00	1,200.00	1,200.00
07.03	<b>OFICINA ADMINISTRATIVA, ALMACEN DE ALIMENTOS Y BAÑO</b>				<b>21,316.24</b>
07.03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,663.08</b>
07.03.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	23.77	38.22	1,049.52
07.03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	29.71	20.65	613.56
07.03.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>6,040.82</b>
07.03.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	12.04	306.07	3,686.31
07.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	6.40	38.00	243.20
07.03.02.03	PISO DE CEMENTO PULIDO e=2"	m2	60.22	35.06	2,111.31
07.01.03	<b>DRYWALL Y CARPINTERIA METALICA Y MADERA</b>				<b>13,612.34</b>
07.01.03.01	DIVISIONES DE DRYWALL REGULAR DOBLE CARA	m2	103.45	78.18	8,087.72
07.01.03.02	CIELO RASO SUPERBOARD DRYWALL	m2	57.00	75.10	4,280.70
07.01.03.03	PUERTAS DE MADERA 1.40 m x 2.10 m (DOBLE HOJA)	Und	5.00	231.00	1,155.00
07.01.03.04	VIDRIO DE CRISTAL DE 4mm	m2	12.00	7.41	88.92
07.04	<b>SALA DE INCUBACION DE OVAS</b>				<b>17,705.60</b>
07.04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,724.75</b>

07.04.01.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO S/EQ	m3	64.90	38.22	1,049.52
07.04.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION ESPJ. =1.25	m3	81.13	20.65	1,675.23
07.04.02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>4,886.90</b>
07.04.02.01	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	9.71	306.07	2,971.94
07.04.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	5.60	38.00	212.80
07.04.02.03	PISO DE CEMENTO PULIDO e=2"	m2	48.55	35.06	1,702.16
07.04.03	<b>DRYWALL Y CARPINTERIA METALICA Y MADERA</b>				<b>10,093.95</b>
07.04.03.01	DIVISIONES DE DRYWALL REGULAR DOBLE CARA	m2	76.10	78.18	5,949.50
07.04.03.02	CIELO RASO SUPERBOARD DRYWALL	m2	42.62	75.10	3,201.06
07.04.03.03	PUERTAS DE MADERA 1.40 m x 2.10 m (DOBLE HOJA)	Und	2.00	231.00	462.00
07.04.03.04	VIDRIO DE CRISTAL DE 4mm	m2	1.75	7.41	12.97
07.04.03.05	MALLA CON PROTECTOR MOSQUITERO	m3	1.75	267.67	468.42
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>873,625.82</b>
<b>GASTOS GENERALES 10%</b>					<b>87,362.58</b>
<b>UTILIDAD 10%</b>					<b>87,362.58</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>1,048,350.98</b>
<b>IMPUESTO 18%</b>					<b>188,703.18</b>
<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>					<b>1,237,054.16</b>

Al identificar la complementación de las metodologías Lean y Green para hacer más eficientes los procesos, minimizando desperdicios y deficiencias de diseño para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019, obtuvimos los siguientes resultados:

<b>Informe de superficie</b>		<b>Cliente:</b> Empresa cliente	
<b>Nombre del proyecto:</b> C: \ Users \ kike_ \ OneDrive \ Gabriel \ Proyecto Piscigranja \ Proyecto Piscigranja 01 \ Movimiento de Tierra \ Volumenes.dwg		<b>Descripción del Proyecto:</b>	
<b>Fecha del informe:</b> 6/10/2020 02:18:56		<b>Preparado por:</b> Preparador	
<b>Unidades lineales:</b> metro	<b>Unidades de área:</b> metro cuadrado	<b>Unidades de volumen:</b> cubicMeter	
<b>Superficie: Superficie Corr-Abas-2 - (2)</b>			

Descripción:

Área 2D: 967.577	Área 3D: 1411.627
Elevación máxima: 3904.244	Elevación mínima: 3892.340
Número de puntos: 1842	Número de triángulos: 3108

**Superficie: Superficie Corr-Abas-2A - (1)**

Descripción:

Área 2D: 93.630	Área 3D: 208.649
Elevación máxima: 3893.826	Elevación mínima: 3892.942
Número de puntos: 282	Número de triángulos: 476

**Superficie: Superficie Corr-Canal-Abas-01 - (1)**

Descripción:

Área 2D: 230.318	Área 3D: 443.182
Elevación máxima: 3901.400	Elevación mínima: 3893.279
Número de puntos: 1062	Número de triángulos: 1763

**Superficie: Corr-Canal-Abas-01A Superficie - (3)**

Descripción:

Área 2D: 8.192	Área 3D: 18.872
Elevación máxima: 3895.058	Elevación mínima: 3894.301
Número de puntos: 36	Número de triángulos: 50

**Superficie: Corr-Canal-Abas-01B Superficie - (4)**

Descripción:

Área 2D: 43.683	Área 3D: 95.626
Elevación máxima: 3897.465	Elevación mínima: 3894.280
Número de puntos: 174	Número de triángulos: 280

**Superficie: Juveniles de Corr-Canal Superficie - (1)**

Descripción:

Área 2D: 281.321	Área 3D: 396.130
Elevación máxima: 3900.509	Elevación mínima: 3893.452
Número de puntos: 465	Número de triángulos: 771

**Superficie: Corredor - Superficie Canal Conducción - (1)**

Descripción:

Área 2D: 190,331	Área 3D: 400.489
Elevación máxima: 3923.301	Elevación mínima: 3900.244
Número de puntos: 420	Número de triángulos: 690

**Superficie: TM (1)**

Descripción: Descripción

Área 2D: 23417.374	Área 3D: 25834.981
Elevación máxima: 3925.900	Elevación mínima: 3892.080
Número de puntos: 1816	Número de triángulos: 2486

**Superficie: TN (1)**

Descripción: Descripción

Área 2D: 23435.188	Área 3D: 25697.068
Elevación máxima: 3925.900	Elevación mínima: 3892.080
Número de puntos: 274	Número de triángulos: 515

**Superficie: Vol-01-Conduccion**

Descripción: Descripción

Área 2D: 190,331	Área 3D: 392.525
Elevación máxima: 0.253	Elevación mínima: -2.574
Número de puntos: 713	Número de triángulos: 1234

**Superficie: Vol-02-Abastecimiento-01**

Descripción: Descripción

Área 2D: 229.186	Área 3D: 449.261
Elevación máxima: 1.372	Elevación mínima: -1.809
Número de puntos: 3026	Número de triángulos: 5251

**Superficie: Vol-03-Abastecimiento-01A**

Descripción: Descripción

Área 2D: 229.186	Área 3D: 449.261
Elevación máxima: 1.372	Elevación mínima: -1.809
Número de puntos: 3026	Número de triángulos: 5251

**Superficie: Vol-04-Abastecimiento-01B**

Descripción: Descripción

Área 2D: 43.606	Área 3D: 97.367
Elevación máxima: 1.126	Elevación mínima: -1.964
Número de puntos: 635	Número de triángulos: 1072

**Superficie: Vol-05-Abastecimiento-02**

Descripción: Descripción

Área 2D: 964.315	Área 3D: 1396.571
Elevación máxima: 2.461	Elevación mínima: -2.661
Número de puntos: 5430	Número de triángulos: 9653

**Superficie: Vol-06-Abastecimiento-02A**

Descripción: Descripción

Área 2D: 91.691	Área 3D: 209.946
Elevación máxima: 0.473	Elevación mínima: -0.415
Número de puntos: 1189	Número de triángulos: 1975

**Superficie: Vol-07-Juveniles**

Descripción: Descripción

Área 2D: 279.786	Área 3D: 408.628
Elevación máxima: 2.074	Elevación mínima: -1,337
Número de puntos: 2503	Número de triángulos: 4414

**Superficie: Vol-Plataformas**

Descripción: Descripción

Área 2D: 23417.374	Área 3D: 23597.627
Elevación máxima: 0.589	Elevación mínima: -2.556
Número de puntos: 2881	Número de triángulos: 4488

**Volumen Superficie: Vol-01-Conduccion**

Descripción: Descripción

Reducción de volumen: 180.117	Llenado de volumen: 1.563	Volumen total: -
		178.554

Comparar Superficie: Corredor – Canal Conducción			
Superficie - (1)			
Superficie Base: TM (1)			
<b>Volumen Superficie: Vol-02-Abastecimiento-01</b>			
Descripción: Descripción			
Reducción de volumen: 70.943	Llenado de volumen: 25.853	Volumen total: 45.091	-
Comparar Superficie: Corr-Canal-Abas-01 Superficie - (1)			
Superficie base: TM (1)			
<b>Volumen Superficie: Vol-03-Abastecimiento-01A</b>			
Descripción: Descripción			
Reducción de volumen: 70.943	Llenado de volumen: 25.853	Volumen total: 45.091	-
Comparar Superficie: Corr-Canal-Abas-01 Superficie - (1)			
Superficie base: TM (1)			
<b>Volumen Superficie: Vol-04-Abastecimiento-01B</b>			
Descripción: Descripción			
Reducción de volumen: 36.793	Llenado de volumen: 2.042	Volumen total: 34.750	-
Comparar Superficie: Corr-Canal-Abas-01B Superficie - (4)			
Superficie base: TM (1)			
<b>Volumen Superficie: Vol-05-Abastecimiento-02</b>			
Descripción: Descripción			
Reducción de volumen: 231.718	Llenado de volumen: 639.194	Total, de volumen: 407.476	-
Comparar superficie: Superficie Corr-Abas-2 - (2)			
Superficie base: TM (1)			
<b>Volumen Superficie: Vol-06-Abastecimiento-02A</b>			
Descripción: Descripción			
Reducción de volumen: 8.525	Llenado de volumen: 4.970	Volumen total: -3.555	-
Comparar superficie: Superficie Corr-Abas-2A - (1)			
Superficie base: TM (1)			
<b>Superficie de volumen: Vol-07-Juveniles</b>			
Descripción: Descripción			
Reducción de volumen: 9.481	Llenado de volumen: 215.778	Volumen total: 206.297	-
Comparar Superficie: Juveniles de Corr-Canal Superficie - (1)			
Superficie base: TM (1)			
<b>Volumen Superficie: Vol-Plataformas</b>			
Descripción: Descripción			
Reducción de volumen: 534.818	Llenado de volumen: 213.396	Volumen total: 321.421	-
Comparar superficie: TM (1)			
Superficie base: TN (1)			

### 4.3 Determinación de beneficios

Al determinar los beneficios de la integración conceptual Green Lean en la fase presupuestal del diseño y en las fases subsecuentes para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019, obtuvimos los siguientes resultados:

#### **a. Beneficios medioambientales**

- Mejora y protege la biodiversidad y los ecosistemas.
- Mejora las condiciones y calidad del aire y agua.
- Reduce los flujos de residuos o desperdicios.
- Conserva y restaura los recursos naturales.

#### **b. Beneficios económicos**

- Reduce los costos de operación.
- Crea, extiende y forma mercados de productos y servicios Green.
- Mejora la productividad de los ocupantes.
- Optimiza el desempeño económico de ciclo de vida.

#### **c. Beneficios sociales**

- Mejora el confort y la salud de los ocupantes.
- Eleva la calidad estética.
- Minimiza la tensión de la infraestructura local.
- Mejora la calidad de vida en general.

**Tabla 43**

*Beneficios del Sistema Integrado LG en el ciclo de vida del proyecto Construcción de Piscigranja Comunal en San José de Baños, Huaral 2019.*

FASE	BENEFICIOS	
	CLIENTE	CONTRATISTA
<b>1. DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización</li> <li>- Análisis de múltiples alternativas de diseño</li> <li>- Análisis cualitativo y cuantitativo del proyecto</li> <li>- Estimación confiable de costos</li> <li>- Conoce el proceso integral de construcción</li> <li>- Proyectos sin interferencias ni conflictos</li> <li>- Disminuye el costo y tiempo del diseño</li> <li>- Participa activamente en las decisiones para que se cumplan sus requerimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización</li> <li>- Generación rápida de múltiples alternativas de diseño</li> <li>- Simulación y análisis</li> <li>- Análisis cualitativo y cuantitativo</li> <li>- Prefabricación</li> <li>- Interferencias, detección de conflictos</li> <li>- Metrados o cubicaciones</li> <li>- Estimación confiable de costos</li> <li>- Planificación y programación</li> </ul>
<b>2. CONSTRUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizar lo construido en un ambiente simulado</li> <li>- Disminuye errores y correcciones</li> <li>- Alta confiabilidad de proveer las condiciones de campo</li> <li>- La habilidad para personal no técnico (clientes, usuarios, etc.) para visualizar la entrega final del producto.</li> <li>- Pocas consultas (RFI's/SIs) y explicaciones, bajas garantía de costos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualización</li> <li>- Constructabilidad</li> <li>- Prefabricación de materiales (alta calidad a bajo costo)</li> <li>- Cheque de interferencias y detención de conflictos</li> <li>- Metrados o cubicaciones.</li> <li>- Planificación y programación</li> <li>- Seguridad</li> <li>- Ejecución y Control</li> <li>- Logística y Procura</li> <li>- Simular varias opciones de secuencia de actividades, lugares para la logística de materiales, alternativas de posicionamiento de equipos como grúas etc.</li> </ul>
<b>3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de servicios.</li> <li>- Gestión de mantenimiento</li> <li>- Control de funcionamiento de las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega del modelo LG integral "As Built", con manuales y especificaciones de operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto.</li> </ul>

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Al implementarse una gestión integral de costos en un proyecto mediante la combinación de sistemas enfocados a la filosofía Lean Construction usando el Sistema Ultimo Planificador LPS y el enfoque Green podemos concluir que contribuye mucho al integrar desde el diseño, construcción, operación y mantenimiento, logrando así la optimización de tiempo y dinero ayudando también en la reducción de impactos ambientales generadas durante la construcción. Haciendo de este un proyecto sostenible y amigable con el medio ambiente.

Asimismo, apoyándonos en herramientas del BIM (Building Information Modeling) logramos tener una propuesta al cliente y hacerles comprender de lo que se estaba haciendo mostrándoles un producto final en 3D para la satisfacción del cliente en este caso la población y poder minimizar futuros conflictos sociales, permitiendo ello tener como precedente la aplicación (LG) en este proyecto y así realizar proyectos futuros por la empresa Nealpe S.A.C. bajo esta combinación de estos dos sistemas.

Al determinar, utilizando el Sistema Integrado Green Lean, la optimización de los costos para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019, también concluimos que el presupuesto de la piscigranja comunal es de 1,237,054.16 nuevos soles. La implementación temprana de un Sistema LG (con herramientas BIM) minimizó el tiempo y costo del ciclo de vida del proyecto de construcción debido a que los procesos de la generación de la información de diseño se aceleraron gracias a la creación de un equipo LG dentro de un ambiente de trabajo LG, con uso de *modelos* LG que las herramientas TIC modernas permitieron realizar.

Al identificar la complementación de las metodologías Lean y Green para hacer más eficientes los procesos, minimizando desperdicios y deficiencias de diseño para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019, concluimos que el Sistema Integrado LG (con herramientas BIM) mediante el uso de modelos virtuales, interoperables y multidisciplinarios realiza un Diseño y Construcción Virtual para simular procesos antes de construir alejándose del modelo tradicional de diseño basado en 2D. Esto permitió evaluar múltiples alternativas de diseño y planes de construcción mediante la simulación y visualización de conjunto del flujo de procesos de actividades de la fase de construcción que eran imposibles en el modelo tradicional.

Al determinar los beneficios de la integración conceptual Green Lean en la fase presupuestal del diseño y en las fases subsecuentes para la construcción de piscigranja comunal en San José de Baños – Huaral 2019, concluimos que la Integración Lean, y Green (LG) como un *"sistema integrado"* se concreta en base al análisis de interrelación entre los principios de la filosofía Lean (con fundamentos de la metodología BIM) y criterios de sostenibilidad Green, que resultan en relaciones beneficiosas de interacción soportados en fundamentos que son la base del Sistema Integrado LG. Así que, la implementación del sistema beneficiará aumentando la calidad de la información generada en la fase de diseño, minimizando errores y deficiencias del modelo tradicional, pasando de modelos 2D a modelos 3D inteligentes, interoperables y multidisciplinarios.

## CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Proponer la integración de un sistema como Green-Lean en un proyecto de construcción nos garantizara la optimización económica el cual tendrán mejores resultados de impacto al objetivo planteado como empresa hacia el cliente.

Al implementar nuevos sistemas como es el sistema integrado Green-lean en las empresas constructoras ayudara a los proyectos a tener sostenibilidad ello generara mayor valor y confianza a los clientes desde el diseño, planificación y construcción de proyectos.

Siempre estar a la vanguardia de nuevos sistemas hacen posible que cambiemos la manera de pensar o ver las cosas, pero también que podemos tener más oportunidades de mejora, desarrollo y competitividad como empresa en el rubro de la construcción.

## REFERENCIAS

1. **Porwal, V. 2014.** BIM+LEAN+GREEN. Publicado en el Blog "BIM+LEAN+GREEN"  
Enero 2011. Consultado en línea 5 de mayo de 2013 en:  
<http://bimleangreen.blogspot.com/>
2. **Koskela, L. 1992.** Technical Report #72: Application of the New Production Philosophy  
to Construction, CIFE, Universidad de Stanford, California, U.S., P 1-81.
3. Disponible en la página web: <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/KoskelaTR72.pdf>.
4. Autodesk-Revit, 2014. Sobre El entorno Revit 2015, Publicado en el blog "Everything  
Autodesk Revit & BIM", consultado en línea el 4 de Septiembre de 2014 en:  
[http :1/autodesk-revit. blogspot. com/](http://1/autodesk-revit.blogspot.com/)
5. Castro R, Hernán, Notas de Construcción-Los Costos de la Obra (pp.35). Universidad del  
Valle (2004).
6. Crivelli, J.C. El Ajuste del Precio en la Locación de Obra. (pp. 51). Argentina, Ed. Ábaco,  
(2005).
7. Garita Espinoza, O. (2010).Plan de Gestión de Proyecto para la Construcción del Epicentro  
de la Iglesia Misión Carismática Internacional San José, Costa Rica. Universidad para la  
cooperación Internacional (UCI).
8. Gido, Jack. James P. Clemens. (2007). Administración Exitosa de Proyectos. Tercera  
Edición. Cengage Learning. Mexico.
9. Gordillo, V. (2014), Evaluación de la gestión de proyectos en el sector construcción del  
Perú. Tesis de Master en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos. Universidad de Piura,  
Facultad de Ingeniería, Piura – Perú.

10. Heldman, K. (2005), Project manager's spotlight on risk management. Neil Edde (Sybex Inc.), Alameda PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). (5ta Ed.). EE.UU.
11. Hernández, N. (2008). Diagnóstico de la Aplicación de las mejores prácticas para la Gestión de Proyectos propuestas por el Project Management Institute (PMI), en la gestión de Costos, Tiempo y Alcance. Caso de Estudio: Proyecto de Construcción Urbanización la Rosa Mística. Caracas. Tesis.
12. Huari, L. & Rojas, R. (2012). Propuesta de Guía Metodológica para la Planificación y Control de Tiempo aplicada a la Construcción de Proyectos de Edificaciones Multifamiliares en Lima Metropolitana. Perú.
13. Nigel J. Smith, Engineering Project Management, (pp.175), Blackwell Science Ltd., (2002).
14. Meléndez, K. (2004), Estructura de desagregación del trabajo, PUCP, Lima - Perú
15. Mori Montilla, M. (2011). Investigación Científica. (3ª ed.). Perú:Trujillo
16. Levy, S.M. Administración de Proyectos de Construcción. (pp.19) 3era edición, México, McGraw Hill. (2002)
17. Phillip Ostwald, Construction cost analysis and estimating. (pp.190). Ed. Prentice Hall (2001)
18. Sosa Alix. (2002) “Diseño de una Estructura de Costos Estándar para los Servicios de Laboratorio”. Tesis de Grado para Maestría en Gerencia Empresarial, En la Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, Decanato de Investigación y Postgrado, Maracaibo, estado Zulia. Maracaibo, Venezuela.

19. Velásquez, P. (2007). Metodologías de Gestión de Proyectos, alcance, impacto y tendencias. Universidad de Chile Facultad de Economía y Negocios. Chile. Seminario para optar al título de Ingeniero en Información y Control de Gestión.
20. Vera, R. (2011). Gestión de los costos en proyectos de construcción de edificaciones educativas de entes públicos de la gobernación del Estado Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad de Zulia. Venezuela. Tesis para Optar el grado de magister en gerencia de proyectos de construcción.

## ANEXOS

### Anexo A. Formato de cuestionario

El presente cuestionario es parte de un proyecto de investigación titulado “IMPLEMENTACION DE UNA GESTION DE COSTOS UTILIZANDO EL SISTEMA INTEGRADO GREEN LEAN PARA LA CONSTRUCCION DE PISCIGRANJA COMUNAL EN SAN JOSE DE BAÑOS – HUARAL, 2019”, el cual se responderá de forma ANÓNIMA.

**INSTRUCCIONES:** Marque con una “X” en la casilla que usted considere correcta.

DIMENSION	ÍTEMS	MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	INDIFERENTE	EN DESACUERDO	MUY EN DESACUERDO
Hombre ( ) Mujer ( )	Lea cuidadosamente cada proposición y marque con un aspa (x) solo una alternativa, la que mejor refleje su punto vista al respecto de las actividades y sus riesgos. Responda todas las preposiciones, no hay respuestas, ni malas.	5	4	3	2	1
Dimensión 1  Planificar la Gestión de Costos	<b>1. Plan para la dirección del proyecto.</b>					
	1.1. ¿En este proyecto se planificó la dirección del proyecto?					
	1.2. ¿En este proyecto se identificaron los factores ambientales de la empresa?					
	<b>2. Acta de constitución del proyecto.</b>					
	2.1. ¿En este proyecto se elaboró el acta de constitución del proyecto?					
	2.2. ¿En este proyecto se identificaron los activos de los procesos de la organización?					
	<b>3. Herramientas, Técnicas y Salidas</b>					

Dimensión 2  Estimar los costos	3.1.	¿En este proyecto se aplicaron las herramientas de gestión usando el sistema integrado LG?					
	3.2.	¿En este proyecto se aplicaron técnicas de gestión usando el sistema integrado LG?					
	<b>4. Plan de gestión de los costos</b>						
	4.1.	¿En este proyecto se planificó la gestión de Costos con el sistema LG?					
	4.2.	¿En este proyecto se planificó la gestión de recursos humanos con el sistema LG?					
	<b>5. Herramientas y técnicas</b>						
	5.1.	¿En este proyecto se estableció la línea base del alcance?					
	5.2.	¿En este proyecto se elaboró el cronograma del proyecto?					
	5.3.	¿En este proyecto se registraron los riesgos?					
	<b>6. Estimación de los costos de las actividades</b>						
	6.1.	¿En este proyecto se estimó el Costo de las actividades programadas con el sistema LG?					
	6.2.	¿En este proyecto se identificaron los activos de los procesos de la organización?					
	Dimensión 3  Determinar el presupuesto	<b>7. Línea base del alcance</b>					
7.1.		¿En este proyecto el presupuesto se elaboró en base de estimaciones?					
7.2.		¿En este proyecto se estimó el Costo de las actividades en la línea base?					
7.3.		¿En este proyecto se estimó el Costo de los materiales usando el sistema LG?					
<b>8. Herramientas y técnicas</b>							
8.1.		¿En este proyecto se determinó el cronograma del proyecto?					

	<b>8.2.</b> ¿En este proyecto se utilizaron herramientas y técnicas de gestión?					
	<b>8.3.</b> ¿En este proyecto se realizó el registro de los riesgos?					
	<b>9. Línea base de costos</b>					
	<b>9.1.</b> ¿En este proyecto se determinaron los activos de los procesos de la organización?					
	<b>9.2.</b> ¿En este proyecto se determinó el calendario de los recursos?					
	<b>9.3.</b> ¿En este proyecto se determinaron acuerdos?					
Dimensión 4	<b>10. Plan para la dirección del proyecto</b>					
Controlar los costos	<b>10.1.</b> ¿En este proyecto se planificó la dirección del proyecto?					
	<b>10.2.</b> ¿En este proyecto se identificaron los requisitos de Financiamiento del proyecto?					
	<b>11. Herramientas y técnicas</b>					
	<b>11.1.</b> ¿En este proyecto se obtuvieron los datos sobre el desempeño del trabajo?					
	<b>11.2.</b> ¿En este proyecto se controlaron los activos de los procesos de la organización?					
	<b>12. Información de desempeño del trabajo</b>					
	<b>12.1.</b> ¿En este proyecto se aplicaron herramientas de gestión?					
	<b>12.2.</b> ¿En este proyecto se aplicaron técnicas gestión?					

## Anexo B. Validación de juicio de experto

<b>Nombre del instrumento motivo de la evaluación.</b>	Cuestionario, basado en propuesta de una gestión de costos utilizando el Sistema Integrado Green Lean para la construcción de Piscigranja Comunal en San José de Baños – Huaral 2019.					
<b>Autor del Instrumento</b>	Willy Moises Apolinario Aguilar					
<b>Población</b>	50 ingenieros civiles colegiados					
<b>DIMENSION</b>	<b>ÍTEMS</b>	<b>SUFICIENCIA</b>	<b>CLARIDAD</b>	<b>COHERENSI</b>	<b>RELEVANCI</b>	<b>OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES</b>
Dimensión 1  <b>Planificar la Gestión de los Costos.</b>	<b>1. Plan para la dirección del proyecto.</b>					
	<b>1.1.</b> ¿En este proyecto se planificó la dirección del proyecto?	4	4	4	4	
	<b>1.2.</b> ¿En este proyecto se identificaron los factores ambientales de la empresa		4	4	4	
	<b>2. Acta de constitución del proyecto.</b>					
	<b>2.1</b> ¿En este proyecto se elaboró el acta de constitución del proyecto?	4	4	4	4	
	<b>2.2.</b> ¿En este proyecto se identificaron los activos de los procesos de la organización?		4	4	4	
Dimensión 2  <b>Estimar los costos</b>	<b>3. Herramientas, Técnicas y Salidas</b>					
	<b>3.1.</b> ¿En este proyecto se aplicaron las herramientas de gestión usando el sistema integrado LG?	4	4	4	4	
	<b>3.2.</b> ¿En este proyecto se aplicaron las técnicas de gestión usando el sistema integrado LG?		4	4	4	
	<b>4. Plan de Gestión de los Costos</b>					
	<b>4.1.</b> ¿En este proyecto se planificó la gestión de costos con el sistema LG?	4	4	4	4	
	<b>4.2.</b> ¿En este proyecto se planificó la gestión de recursos humanos con el sistema LG?		4	4	4	
	<b>5.Herramientas y Técnicas</b>					
	<b>5.1.</b> ¿En este proyecto se estableció la línea base del alcance?	4	4	4	4	
	<b>5.2</b> ¿En este proyecto se elaboró el cronograma del proyecto?		4	4	4	
	<b>5.3.</b> ¿En este proyecto se registraron los riesgos?		4	4	4	
<b>6. Estimación de los costos de las actividades</b>						

	6.1. ¿En este proyecto se estimó el costo de las actividades programadas con el sistema LG?	4	4	4	4	
	6.2. ¿En este proyecto se identificaron los activos de los procesos de la organización?		4	4	4	
Dimensión 3	<b>7. Línea base del alcance</b>					
<b>Determinar presupuesto</b>	7.1. ¿En este proyecto el presupuesto se elaboró en base a estimaciones?	4	4	4	4	
	7.2. ¿En este proyecto se estimó el costo de las actividades en la línea base?		4	4	4	
	7.3. ¿En este proyecto se estimó el costo de los materiales usando el sistema LG?		4	4	4	
	<b>8. Herramientas y técnicas</b>					
	8.1. ¿En este proyecto se determinó el cronograma del proyecto?	4	4	4	4	
	8.2. ¿En este proyecto se utilizaron herramientas y técnicas de gestión?		4	4	4	
	8.3. ¿En este proyecto se realizó el registro de los riesgos?		4	4	4	
	<b>9. Línea base de costos</b>					
	9.1. ¿En este proyecto se determinaron los activos de los procesos de la organización?	4	4	4	4	
	9.2. ¿En este proyecto se determinó el calendario de los recursos?		4	4	4	
	9.3. ¿En este proyecto se determinaron los acuerdos?		4	4	4	
Dimensión 4	<b>10. Plan para la dirección del proyecto</b>					
<b>Controlar los costos</b>	10.1 ¿En este proyecto se planificó la dirección del proyecto?	4	4	4	4	
	10.2 ¿En este proyecto se identificaron los requisitos de financiamiento del proyecto?		4	4	4	
	<b>11. Herramienta y técnicas</b>					
	11.1. ¿En este proyecto se obtuvieron los datos sobre el desempeño del trabajo?	4	4	4	4	
	11.2. ¿En este proyecto se controlaron los activos de los procesos de la organización?		4	4	4	
	<b>12. Información de desempeño del trabajo</b>					
	12.1 ¿En este proyecto se aplicaron las herramientas de gestión?	4	4	4	4	
	12.2. ¿En este proyecto se aplicaron técnicas de gestión?		4	4	4	

### Anexo C. Panel fotográfico



*Fotografía 1.* Levantamiento topográfico antes de la construcción



*Fotografía 2.* Movimiento de Tierras



*Fotografía 3. Trabajos Provisionales*



*Fotografía 4. Refine y Nivelación*



*Fotografía 5. Excavación para cimentación*



*Fotografía 6. Compactación*



*Fotografía 7. Encofrado de cimentación*



*Fotografía 8. Colocación de acero*



*Fotografía 9.* Vaciado de Losa y Cimentación



*Fotografía 10.* Encofrado de muros



*Fotografía 11. Vaciado de concreto en muro*



*Fotografía 12. Acabados en losa*



*Fotografía 13.* Encauzamiento del rio para bocatoma



*Fotografía 14.* Construcción de bocatoma



*Fotografía 15. Bocatoma construida*



*Fotografía 16. Estanques construidos*



*Fotografía 17. Construcción de viviendas*



*Fotografía 18. Construcción de canales hidráulicos de alimentación*



*Fotografía 19.* Vista panorámica de las obras generales concluidas



*Fotografía 20.* Gobernador regional de lima inaugurando la piscigranja



*Fotografía 21.* Vista panorámica actual de piscigranja en funcionamiento año 2020