

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto

**CONSECUENCIAS EN LA ETAPA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN  
PROYECTO DEBIDO A LA FALTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE  
CONSTRUCTIBILIDAD.**

Autor:

Erik Javier Gallo Mazón

Tutor:

Ing. Tito Castillo Ms.C

**Riobamba – Ecuador**

**2018**

## REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “CONSECUENCIAS EN LA ETAPA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DEBIDO A LA FALTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD” presentado por: **Erik Javier Gallo Mazón** y dirigida por: Ing. Tito Castillo Ms.C. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Tito Castillo  
**Director del Proyecto**



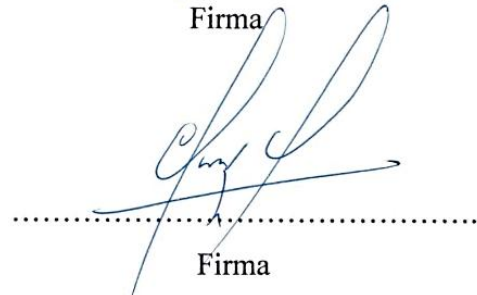
.....  
Firma

Ing. Angel Paredes  
**Miembro del Tribunal**



.....  
Firma

Ing. Oscar Paredes  
**Miembro del Tribunal**

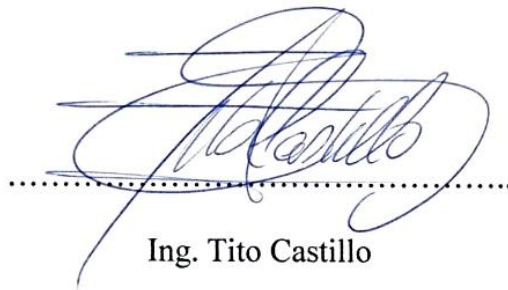


.....  
Firma

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **Ing. Tito Castillo**, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: “CONSECUENCIAS EN LA ETAPA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DEBIDO A LA FALTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE CONSTRUCTIBILIDAD”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al Señor **Erik Javier Gallo Mazón** para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



Ing. Tito Castillo

**TUTOR DE TESIS**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Erik Javier Gallo Mazón e Ing. Tito Castillo; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Erik Gallo', with a date '22/6/19' written below it. The signature is written over a horizontal dotted line.

Sr. Erik Javier Gallo Mazón

C.I. 0605775899

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar le agradezco a Dios por la bendición de permitirme luchar por mis sueños, dándome la fortaleza física y espiritual para no dejarme caer en los momentos más difíciles, hasta ver alcanzada esta meta tan anhelada.

A mi madre, Carmita Mazón, por todo el apoyo que siempre me ha dado, por estar junto a mí en todo momento, por saber aconsejarme para corregir mis errores, por darme todo su amor incondicional y nunca dejarme solo, en fin, todo esto se lo debo a mi amada madre. ¡Gracias por todo madre, este triunfo es de los dos!

A mi alma mater, la Universidad Nacional de Chimborazo, y a todos los catedráticos de la carrera de Ingeniería Civil, por haberme formado como un profesional con bases éticas y científicas, orientado a aplicar mis conocimientos en beneficio de la sociedad. Un sincero agradecimiento al Ing. Tito Castillo, tutor de este proyecto de investigación, por su valioso aporte con conocimientos, consejos y sugerencias, que han sido pieza clave en este trabajo de titulación.

*Erik Javier Gallo Mazón.*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mí amada madre, Carmita Mazón, por siempre confiar en mis capacidades, y luchar día a día para darme la oportunidad de tener la educación superior que ahora tengo.

A mi padre, Jorge Gallo, por su amor y consejos que me han servido para ser un hombre de bien.

A mi amada esposa, Sofía Montalvo, por ser mi compañera de vida, con quien he pasado triunfos y fracasos, y continuamos recorriendo juntos este camino con la bendición del amor que Dios nos dio.

A mis hijas Noelia y Emma Gallo, quienes son mi motivo de felicidad y fuente de inspiración, amor, y fuerza para seguir adelante en busca de un futuro mejor para ellas.

A mis hermanos, Jorge y Veronica Gallo, a mis sobrinos Jairo y Kiara Ordoñez, Nicolás y Maria Belen Gallo, que son parte fundamental de mi vida, a quienes amo incondicionalmente, y con quienes sé que estaremos juntos en todo momento.

En fin, a toda mi familia, por hacerme sentir como un ser amado, y darme su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

*Erik Javier Gallo Mazón.*

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
4. METODOLOGÍA.....	9
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	15
5.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS EN ESTUDIO.....	15
5.2. ETAPA DE PLANIFICACIÓN.....	16
5.3. ETAPA DE DISEÑO.....	19
5.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN .....	22
5.5. CALIDAD Y SEGURIDAD.....	25
5.6. CONTROL COSTO Y PLAZO.....	28
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	33
6.1. CONCLUSIONES .....	33
6.2. RECOMENDACIONES.....	34
7. BIBLIOGRAFÍA .....	35
8. ANEXOS .....	37
8.1. ANEXO I: PRINCIPIOS DE CONSTRUCTIBILIDAD .....	37
8.2. ANEXO II: ENCUESTA DE CONSTRUCTIBILIDAD.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Datos generales del proyecto de construcción del hospital docente de Ambato .....	15
<b>Tabla 2:</b> Datos generales del proyecto de construcción del edificio estudiantil de la Unach .....	15
<b>Tabla 3:</b> Datos generales del proyecto de mejoramiento del sistema de riego de Chauzan .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Curva de influencia en el costo final del ciclo de vida de un Proyecto.....	6
<b>Figura 2.</b> Evolución del costo acumulativo en función del tiempo. ....	8
<b>Figura 3.</b> Esquema de Metodología de Investigación.....	9
<b>Figura 4.</b> Resultados de constructibilidad en la etapa de planificación. ....	16
<b>Figura 5.</b> Gráfico comparativo de constructibilidad en la etapa de planificación. ....	19
<b>Figura 6.</b> Resultados de constructibilidad en la etapa de diseño. ....	20
<b>Figura 7.</b> Gráfico comparativo de constructibilidad en la etapa de diseño.....	22
<b>Figura 8.</b> Resultados de constructibilidad en la etapa de construcción. ....	23
<b>Figura 9.</b> Gráfico comparativo de constructibilidad en la etapa de construcción.....	25
<b>Figura 10.</b> Gráfico comparativo de constructibilidad en términos de calidad y seguridad. ....	26
<b>Figura 11.</b> Control del costo y del plazo de los proyectos en estudio.....	28
<b>Figura 12.</b> Gráfico comparativo de constructibilidad entre los tres proyectos en estudio.....	31



## RESUMEN

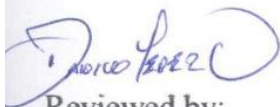
El Instituto de la Industria de la Construcción (CII) es una organización que se ha dedicado a desarrollar investigaciones en busca de mejoras en la gestión de un proyecto de construcción, para aumentar la productividad de una obra y la rentabilidad que esta produce. Dentro de este contexto, surgió el tema de la Constructibilidad, el cual está definido como un conjunto de principios que forman un sistema de integración óptima entre el conocimiento en diseño y la experiencia en construcción, en las fases de planificación, diseño y construcción de una obra, con la finalidad de cumplir al máximo los objetivos del proyecto. En varios países se han realizado investigaciones orientadas a diagnosticar el conocimiento de las empresas constructoras acerca de estos principios, pero no se ha encontrado ninguna investigación formal dirigida a identificar las consecuencias que genera el desconocimiento de la constructibilidad y su escasa implementación en la gestión de los proyectos de construcción en nuestro país. Es por esto, que el objetivo general de este trabajo es identificar las principales consecuencias que se presentan en las etapas de diseño y construcción de una obra debido a la falta de implementación de un estudio de constructibilidad, para lo cual se realizó un estudio de casos en tres obras civiles, aplicando un instrumento de recolección de datos elaborado en base a los principios de constructibilidad establecidos por el CII. En los resultados se encontró que las consecuencias más significativas son: la presencia de diseños mal hechos o incompletos, y sin visión constructiva; una pobre planificación del proyecto; aumentos desmedidos en el presupuesto; enormes excedentes en el plazo; y, ninguna de las obras se construye tal como fue diseñada; por lo que se deja como investigación futura identificar las razones por las cuales los proyectos de construcción no se construyen como se diseñan originalmente.

**Palabras Clave:** Constructibilidad, gestión de proyectos, consecuencias.

## ABSTRACT

The Construction Industry Institute (CII) is an organization that has been dedicated to develop researches looking for improvements in the management of a construction project, to increase the productivity and the profitability that it produces. Within this context, the issue of Constructability emerged, which is defined as a set of principles that form an optimal integration system between design knowledge and construction experience, in the planning, design and construction phases, with the purpose of fulfilling the project's objectives as much as possible. In several countries, research has been conducted to diagnose the knowledge of construction companies about these principles, but no formal research has been found aimed at identifying the consequences that ignorance brings about these constructability principles and their poor implementation in the management of construction projects in our country. That is why, the general objective of this research is to identify the main consequences that arise in the design and construction stages of a work due to the lack of implementation of a constructability study, for this, a case study was conducted in three construction projects, applying a data collection instrument developed based on the constructability principles established by the CII. In the results it was found that the most significant consequences are: the presence of badly done or incomplete designs, and without constructive view; poor project planning; excessive increases in the budget; huge surpluses in the term; and, none of the works is constructed as designed; so it is left as future research to identify the reasons why construction projects are not built as originally designed.

**Keywords:** Constructability, project management, consequences.



Reviewed by:  
Danilo Yépez O.  
English professor UNACH



## 1. INTRODUCCIÓN

La industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC), es un área de gran actividad e importancia dentro del desarrollo económico de un país, siendo así uno de los principales contribuyentes a la economía mundial, por las miles fuentes de empleo que genera anualmente. Sin embargo, para Muñoz (2006), la industria de la construcción es una de las industrias que presenta el menor grado de desarrollo a nivel estratégico, ya que en muchas ocasiones, los proyectos de construcción generan grandes pérdidas de capital a causa de una mala gestión, esto debido a la falta de aplicación de nuevas técnicas y procesos que se han introducido en el área de la gestión de proyectos, dando excelentes resultados.

Una de estas técnicas es la “constructibilidad”. El Instituto de la Industria de la Construcción (CII por sus siglas en inglés), es una entidad pionera en este campo investigativo y define a la constructibilidad como un sistema para conseguir una óptima integración del conocimiento en diseño y experiencia en construcción, en todas las etapas de una obra con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto (Tapia, 2012).

La mayoría de los investigadores tienden a ver a la constructibilidad como una función que está dentro de la influencia o el control de los diseñadores. Illingworth (1984) fue tan lejos como para sugerir que el problema de constructibilidad fue causado porque los diseñadores resentían que los constructores se involucraran en el proceso de diseño (Tapia, 2012). Nima y Abdur (2001), realizaron investigaciones preliminares en las ideas de constructibilidad, enfocadas específicamente a la aplicación del concepto durante la etapa de diseño. Años más tarde, Bambang (2004), establece que la constructibilidad es un concepto único y en este sentido se genera la necesidad de explorar estas ideas e implementarlas en todas las fases de un proyecto.

El tema de la constructibilidad ha sido investigado anteriormente con el fin de diagnosticar el conocimiento de los profesionales acerca de este tema, y su disposición de introducir esta nueva metodología de gestión en su sistema de trabajo, pero no se ha realizado ninguna investigación dirigida directamente a las obras que se ejecutan sin constructibilidad, con un enfoque investigativo en las consecuencias que genera la no implementación de estudios de constructibilidad los proyectos de nuestro país. La industria de la construcción en el Ecuador se encuentra en pleno desarrollo, por esto es importante llenar el vacío dentro del conocimiento en este tema, para lograr aumentar la efectividad y eficiencia en el desarrollo de proyectos de construcción.

El objetivo de la presente investigación es identificar las principales consecuencias que se presentan en las etapas de diseño y construcción de un proyecto debido a la falta de implementación de un estudio de constructibilidad, para lo cual se realizó un estudio de casos de 3 obras civiles que se encuentran actualmente en la etapa de construcción. La investigación se llevó a cabo, mediante la aplicación de una encuesta, diseñada con los 17 conceptos de constructibilidad que presentó el CII (1993), (ver anexo 1), realizada a los propietarios, fiscalizadores y/o constructores de estos proyectos, con el fin de conocer su percepción sobre los problemas de constructibilidad que se presentan en estas obras, además, utilizando la técnica de la entrevista, se logró recolectar información sumamente importante acerca de los procesos constructivos y de gestión que se han llevado a cabo hasta la actualidad en estos proyectos.

Mediante esta metodología se determinó el porcentaje de aplicación de principios de constructibilidad en estos proyectos, y se logró identificar las principales consecuencias que se presentan en las etapas de diseño y construcción de un proyecto debido a la falta de implementación de un estudio de constructibilidad.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Identificar las principales consecuencias que se presentan en las etapas de diseño y construcción de un proyecto debido a la falta de implementación de un estudio de constructibilidad.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el porcentaje de aplicación de principios de constructibilidad en tres proyectos de construcción.

Realizar un análisis comparativo sobre la constructibilidad, entre los tres proyectos en estudio.

### 3. MARCO TEÓRICO

La constructibilidad es un programa de mejoramiento continuo en el área de la construcción y que tiene como finalidad integrar el diseño con la construcción como tal, incorporando la experiencia y el conocimiento constructivo en etapas tempranas de un proyecto como la planificación y diseño, haciendo más factible su ejecución, es decir, más construible el proyecto (Giménez y Suarez, 2008).

La participación del personal de construcción en la fase de diseño, dependerá de la selección del tipo de contratación realizada por el cliente, para llevar a cabo la ejecución del proyecto (Espinoza y Pacheco, 2014). La ley de contratación pública en el Ecuador establece obligaciones específicas de trabajo para diseñador y constructor (LOSNCP, 2008). Este sistema de contratación significa que un proyecto de construcción no puede empezar a construirse mientras no existan los estudios y diseños previamente realizados y aprobados, con la finalidad de asegurar la transparencia en el proceso de adjudicación de obras, pero provoca que el personal con experiencia en construcción no participe en lo absoluto en la fase de diseño del proyecto, lo que implica que si se debe realizar alguna modificación al diseño para mejorar la constructibilidad, resultará complicado, costoso y demorado.

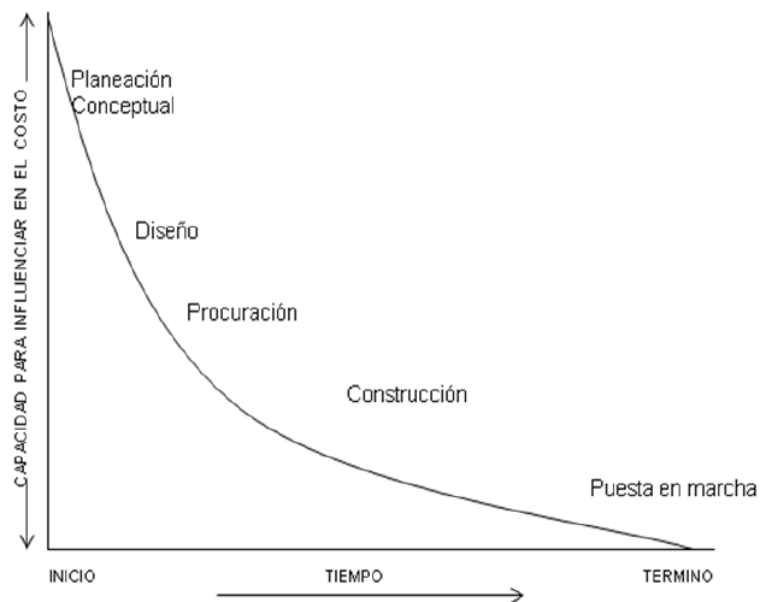
Para Goldsack y Loyola (2010), hoy en día la industria de la construcción se desarrolla indiscutidamente bajo este paradigma de creciente separación de actividades y especialización de conocimiento. Sainz (2005), argumentó que esta separación de actividades de diseñar, calcular, construir y coordinar, inició con la gran revolución informática que trajo consigo la aparición de sofisticados softwares que se han introducido rápidamente en la industria de la construcción.

Por otro lado, para Del Rio (2005), una amenaza frecuente para omitir programas de constructibilidad en los estudios de un proyecto, es la presión que ejerce la entidad contratante

para lograr que los proyectos se completen en el menor tiempo posible. Aunque se tenga evidentes razones de terminar un proyecto en menor tiempo, esto implica que el plazo destinado al estudio y desarrollo del diseño sea reducido al máximo posible, lo que posteriormente genera problemas en la etapa de construcción. Según Lam et al. (2006) es evidente que un diseño sin el tiempo de estudio necesario tendrá deficiencias que afectarán la eficiencia y calidad de los procesos de construcción. A consecuencia de estos aspectos, se suscitan casos en que las obras de construcción comienzan antes de que el diseño este completamente terminado, lo que implica que la construcción de dicha obra se está sujetando en un diseño incompleto, lo que aumenta la posibilidad de que surjan problemas constructivos a causa de modificaciones de último momento en el diseño. Para Fox (2002), cuando el proyecto comienza a construirse, se aplica una restricción de cambios al diseño que es cada vez mayor a medida que la obra avanza, poniendo un obstáculo técnico y económico a las modificaciones de proyecto.

La aplicación de los principios de la constructibilidad en un proyecto, integra el conocimiento en varios campos, mejorando la gestión durante las distintas etapas de un proyecto, este proceso es utilizado cada vez con más frecuencia, pero aún falta que muchos profesionales lo incluyan dentro de su metodología de trabajo (Tapia, 2012). Esta falta de integración de conocimientos en las distintas etapas de un proyecto, genera consecuencias con alto impacto en el aspecto de calidad, tiempo, economía, y seguridad. Esta realidad se la evidencia, principalmente, en la fase de construcción de la obra. Cuando los diseños son realizados por personal sin conocimiento técnico sobre los procesos de construcción, no les queda de otra, que tomar decisiones de diseño para las cuales carecen de experiencia suficiente, o simplemente no las toman, es decir, dejan el proyecto con diseños incompletos, afectando así el grado de constructibilidad que tendrá la obra (Del Rio, 2005; Fox et al., 2002; Lam et al., 2006; Oyedele y Tham, 2007).

Muñoz (2006), afirma que el estudio de la constructibilidad está orientado en forma primordial hacia las etapas de planificación y diseño, ya que ahí es en donde existen muchas oportunidades donde aplicar la constructibilidad, y mejorar el contenido de especificaciones técnicas, planos, programas, etc. Sin embargo Tapia (2012) asegura que, así como es importante incorporar la experiencia a las etapas iniciales del proyecto, también lo es para la etapa misma de la construcción, ya que ayuda a mejorar la eficacia de las operaciones en campo. Es decir, si al ejecutar la fase de construcción de una obra no se incorpora los principios de constructibilidad, se estaría dejando a un lado la posibilidad de llevar a cabo métodos innovadores de construcción, que resultan importantes para dar soluciones creativas a las dificultades que se presentan en campo, lo cual indiscutiblemente tendría un importante impacto en el costo y en el plazo final del proyecto.



**Figura 1.** Curva de influencia en el costo final del ciclo de vida de un Proyecto.

**Fuente:** CII (2000).

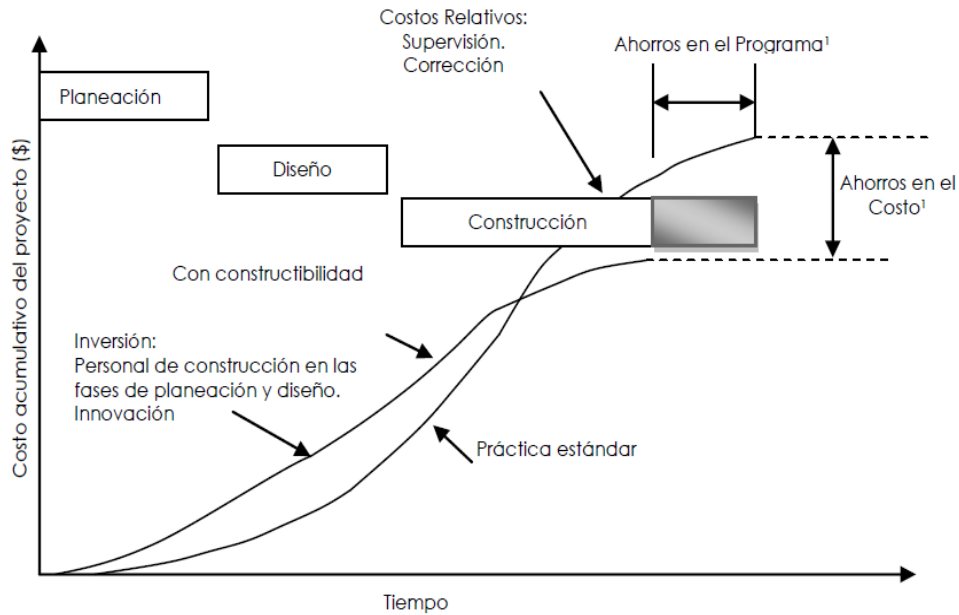
El CII (2000), afirma que los máximos beneficios de la constructibilidad ocurren cuando profesionales con conocimientos y experiencia en construcción empiezan a involucrarse en las



primeras etapas de un proyecto, pues mientras más temprana sea su incorporación al proyecto, tendrán mayor capacidad de influenciar en el costo, y mientras más tarde se tome una decisión de diseño, más costo implica y menor impacto tiene. La figura 1 nos muestra la curva de influencia que tiene la constructibilidad, en el costo final del ciclo de vida de un proyecto.

Según Goldsack y Loyola (2010), incorporar un estudio de constructibilidad, inicialmente, parece aumentar el presupuesto general de la obra, debido a que se requiere contratar personal de diseño con mayor experiencia en construcción, abastecerse de materiales adecuados de alta calidad, y planificar sistemas constructivos más simples y eficientes, los cuales son más costosos. Sin embargo Pulaski y Horman (2005); Wong et al. (2006), analizaron el ciclo de vida de un proyecto que implementó los principios de constructibilidad en todas sus etapas, y descubrieron que los costos totales caen drásticamente en etapas finales.

La figura 2 muestra la diferencia que existe en términos de costo y plazo, entre dos proyectos con características y condiciones semejantes, el uno con constructibilidad y el otro realizado con la práctica estándar, y se evidencia como, efectivamente, en las etapas iniciales aumenta el costo del proyecto con constructibilidad, debido a la contratación de personal de construcción para las fases de planificación y diseño. Esta acción reduce el tiempo de desarrollo de las actividades de dicho proyecto. En el término del ciclo de vida de la obra, el costo termina siendo mucho menor que el del proyecto realizado sin constructibilidad, y se aprecia una reducción del tiempo en que se ejecutó la obra. Según Tapia (2012), estos ahorros en el costo y en el plazo están basados en los cambios dados durante la práctica estándar, impulsados por la participación temprana de la experiencia en construcción, que resulta en la utilización de menos material, disminución de las horas de trabajo, disminución del alquiler y operación del equipo, y uso de técnicas constructivas más eficaces.



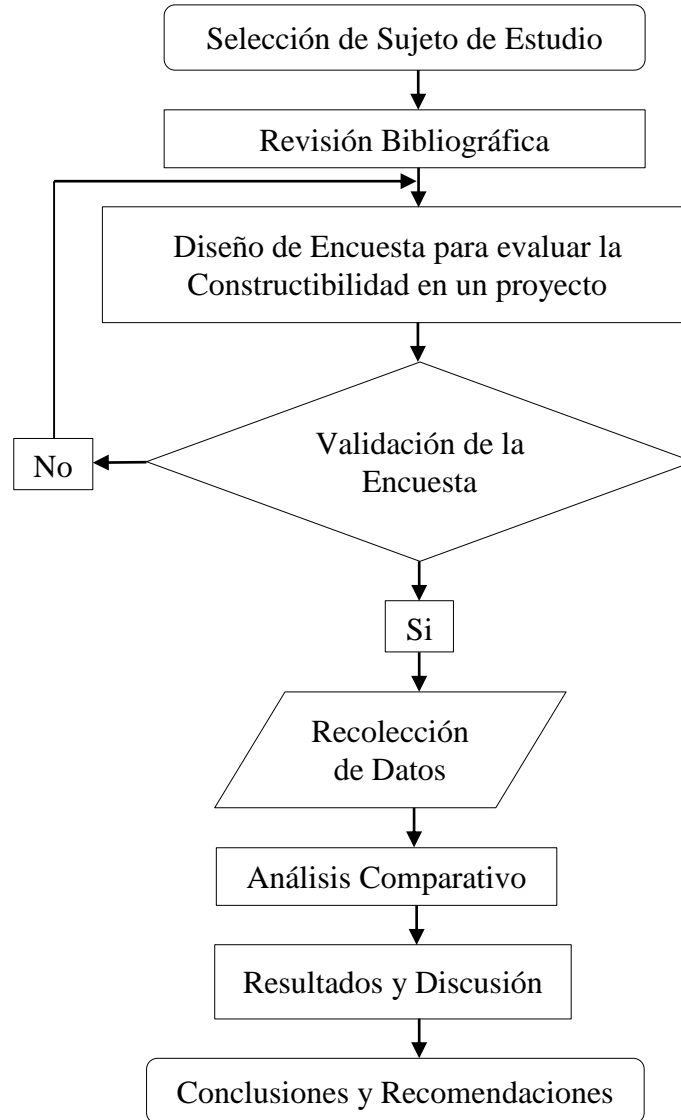
**Figura 2.** Evolución del costo acumulativo en función del tiempo.

**Fuente:** Tapia (2012).

Diferentes investigadores han intentado cuantificar los ahorros que genera la aplicación de técnicas de constructibilidad en una obra. Gray (1983) afirmó que los ahorros totales en el costo de un proyecto aplicando constructibilidad fluctúan entre un 1% y un 14% del costo de capital total, mientras que el CII (1993) concluyó que varían entre el 6% y el 23% del costo total, por su parte Russell y Gugel (1993), constataron un ahorro de un 7.2% en el costo total para un caso específico de estudio (Goldsack y Loyola, 2010). Finalmente, Lam et al. (2007), señalan que además de los beneficios tradicionales directos (calidad, tiempo, costo, seguridad) mejoras en constructibilidad en los diseños desencadenan progresos en las relaciones industriales, promueven el trabajo en equipo y la satisfacción de los empleados, facilitando el trabajo y creando un mejor ambiente gremial.

#### 4. METODOLOGÍA

La figura 3, muestra un esquema grafico del proceso a seguir para el desarrollo de este proyecto de investigación, en el que se detalla de manera general la metodología propuesta, y a continuación se explica minuciosamente cada paso realizado en este trabajo.



**Figura 3.** Esquema de Metodología de Investigación.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

### **Estudio de Casos:**

La investigación fue un estudio de casos que comprendió tres proyectos de construcción, dos de ellos en la provincia de Chimborazo y uno en la provincia de Tungurahua, con la finalidad de evaluar la constructibilidad de dichos proyectos, e identificar las principales consecuencias que se han presentado en la obra debido a la no implementación de un estudio de constructibilidad. Para la selección de los proyectos se realizó una lluvia de ideas, de entre los cuales se seleccionó tres obras considerando aspectos como la ubicación del proyecto, posibilidad de acceso a la información, y magnitud del proyecto. Los proyectos del estudio de casos son: “Mejoramiento y rehabilitación del sistema de riego de Chauzan”, “Construcción del centro de capacitación y liderazgo, bar comedor saludable de la UNACH”, “Construcción y repotenciación del hospital regional docente de Ambato”.

### **Revisión bibliográfica:**

La metodología se fundamentó en una revisión bibliográfica minuciosa. Para ello se emplearon buscadores como Scopus, Science Direct, ProQuest, Scielo y Google Scholar, además se utilizó la base de datos de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), y repositorios digitales de universidades, con el objetivo de obtener la información necesaria para llevar a cabo esta investigación. Para la búsqueda bibliográfica se utilizaron palabras clave como constructibilidad, técnicas, gestión de proyectos, consecuencias, estudios de constructibilidad. Los registros oscilaron entre 15 y 25 documentos, donde se dió prioridad a las investigaciones más actualizadas de los últimos años. Se dió lectura rigurosa a toda la bibliografía encontrada y se definió cual es el vacío dentro del conocimiento, y de esta manera se planteó los objetivos de esta investigación.

### **Diseño de la encuesta:**

La encuesta se diseñó tomando como base varias investigaciones por diferentes autores (CII, 1993; Tapia, 2012; Giménez y Suarez, 2008; Alalawi et al., 2015), realizadas en otros países dentro del tema de la constructibilidad, y se las adaptó para los objetivos de esta investigación, ya que los autores mencionados anteriormente, se enfocaron más en diagnosticar el statu quo de la industria de la construcción con respecto al conocimiento sobre principios de constructibilidad, mientras que en este trabajo se requería evaluar directamente el nivel de aplicación de conceptos y principios de constructibilidad en varios proyectos, y posteriormente identificar las consecuencias que genera, la no aplicación de los mismos.

La encuesta está dirigida a un personal con alto cargo dentro del proyecto, y que haya participado directamente en alguna de las etapas de la obra, para que pueda brindarnos una información oportuna, veraz y fidedigna; a pesar de ello, cabe mencionar, que por derechos de confidencialidad, la encuesta es anónima, es decir el encuestado no debía colocar su nombre o ningún tipo de información personal. En este caso la encuesta se realizó a los propietarios, fiscalizadores y/o constructores de los proyectos en estudio, con el fin de conocer su percepción sobre los problemas de constructibilidad que se presentan en estas obras, esto quiere decir, que las respuestas que emitieron los encuestados no fueron definidas como correctas o incorrectas, más bien, a cada opción se le asignó una ponderación con base en una escala de Likert (Hernández, 2004), por medio de lo cual se pudo determinar el porcentaje final de aplicación de principios de constructibilidad, de acuerdo a las respuestas dadas por cada encuestado. Las preguntas que se formularon son de tipo cerradas, a excepción de la sección 1 y 6. Se eligieron las preguntas de tipo cerradas para asegurar respuestas relevantes al tema, y tener un mejor manejo de la información.

La encuesta está compuesta por 25 preguntas agrupadas en 6 secciones (ver anexo 2). La sección 1 está diseñada para conocer la información general de la obra, como el nombre del proyecto, ubicación, presupuesto, plazo, y de ser el caso, sus respectivas ampliaciones; información que será relevante para posteriormente hacer una comparación con la información obtenida en las siguientes secciones. Esta sección no se encuentra ponderada ya que no aporta con información específica sobre constructibilidad, sino, da a conocer datos generales del proyecto. La sección 2 de la encuesta, evalúa la fase de planificación del proyecto, se presentan una serie de aspectos, que según los principios de constructibilidad, se deberían prever en la planificación, por ello los aspectos considerados en esta etapa del proyecto tiene una mayor ponderación. La sección 3 trata sobre la fase de diseño, aquí se evalúa primordialmente los parámetros en que se desarrolló el diseño del proyecto, considerando aspectos como, la estrecha relación que debe existir entre diseño y construcción, y la correcta programación de la obra que se propone en el diseño, siendo todo esto parte fundamental de los principios de constructibilidad. La sección 4 estudia la realidad de la obra ya en su fase de construcción, aquí se presentan diversas situaciones que pueden presentarse en el campo de operaciones a la hora de ejecutar los trabajos del día a día. La fase de construcción de un proyecto generalmente es la que toma más tiempo, y es ahí en donde se presentan problemas que quizás se pudieron prever en etapas anteriores si se aplicará los principios de constructibilidad. La frecuencia con que se presentan estas situaciones en obra, tiene un papel importante en el nivel final de constructibilidad que tenga el proyecto. La sección 5 permite conocer la percepción del encuestado con respecto a estándares de calidad y seguridad de la obra, los mismos que son parte de los principios de constructibilidad. Según Tapia (2012), no existe constructibilidad sin seguridad y calidad, los procedimientos constructivos deben incluir las prácticas de un trabajo seguro, y fomentar la calidad del trabajo. Como se había mencionado

anteriormente, el personal al que va dirigida esta encuesta es altamente conocedor de las características internas de la obra, por ello esta sección se asegura de brindar una información veraz para conocer el nivel de aplicación de constructibilidad en cuestión de calidad y seguridad, y con esto poder determinar el porcentaje final de constructibilidad de cada proyecto en estudio.

Por último, la sección 6 de la encuesta es un apartado que presenta 4 preguntas en términos de costo y plazo, que servirán para realizar un control final sobre la constructibilidad en el proyecto, aquí es donde entra en juego las respuestas de todas las secciones anteriores permitiendo identificar las principales consecuencias que genera la falta de aplicación de constructibilidad en las etapas iniciales de la obra.

#### **Validación de la encuesta:**

Una vez diseñada completamente la encuesta, esta deberá ser validada para asegurar que este correctamente fundamentada y que permita obtener información objetiva, confiable y valida que sirva para cumplir con el objetivo de la investigación. Para esto se analizó la propuesta conjuntamente con el tutor de esta investigación, y se realizó un estudio piloto a varias obras civiles, con el fin de obtener comentarios y criterios, por parte de los profesionales con alta experiencia dentro de la construcción, acerca de este tema, obteniendo una favorable aceptación de esta propuesta. De esta manera, se analizaron los comentarios recibidos y se mejoró la fundamentación teórica de la encuesta, obteniendo así la validación de la propuesta final que se presenta en esta investigación.

#### **Recolección de datos:**

La recolección de datos de este trabajo se lo llevo a cabo de forma presencial en las instalaciones de cada proyecto en estudio, para lo cual se pactó una entrevista con cada funcionario que colaboraría con la investigación. La cita para las entrevistas se obtuvo mediante una solicitud

dirigida hacia el profesional con mayor cargo en el proyecto, solicitando autorización para acceder a la información requerida (ver anexo 3). Se acudió al lugar, hora y fecha designada para entrevistar a propietario/diseñador, fiscalizador y/o constructor de cada obra respectivamente, cada entrevista tuvo una duración de 30 minutos aproximadamente.

Cabe mencionar que minutos antes de empezar con la entrevista a los encuestados, se hizo una introducción de lo que se está investigando, dando lectura a la primera hoja de la encuesta que contiene una definición explícita sobre el tema de investigación, y los objetivos de la misma, además de las instrucciones primordiales que rigen este estudio.

#### **Análisis de resultados y discusión:**

Para el análisis de resultados se evaluó cada respuesta en función al valor asignado en la escala, y se calculó el porcentaje de aplicación de principios de constructibilidad particularmente en cada etapa del proyecto, después, se analizó la constructibilidad de forma global en el proyecto, y finalmente se realizó un análisis comparativo de resultados para identificar las consecuencias encontradas en el estudio debido a la falta de implementación de principios de constructibilidad. Para presentar los resultados se elaboraron tablas y gráfico de barras en donde se puede evidenciar y comparar los porcentajes y niveles de constructibilidad de cada proyecto, y seguidamente se discute los resultados obtenidos de esta investigación respecto al estado del arte encontrado en la revisión bibliográfica.

#### **Conclusiones y recomendaciones:**

Finalmente, se emitieron conclusiones y recomendaciones fundamentadas en los resultados encontrados en esta investigación, que permitieron sintetizar todo el trabajo desarrollado durante el tiempo que duro la ejecución de este proyecto de investigación.



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el estudio de caso planteado en esta investigación, cuyo objetivo fue identificar las consecuencias que se presentan en etapas de diseño y construcción de un proyecto a casusa de la falta de implementación de estudios de constructibilidad, para lo cual se tuvo tres proyectos como sujeto de investigación, a los que se aplicó la metodología planteada, logrando recolectar los datos necesarios para su posterior análisis, y de esta manera se obtuvo los resultados de esta investigación, que se muestran a continuación. Para presentar los resultados se agrupo los tres proyectos y se los analizó por etapas, mostrando los resultados por medio de gráficos para facilitar su comprensión y mejorar su interpretación y comparación entre sí.

### 5.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS EN ESTUDIO

**Tabla 1:** Datos generales del proyecto de construcción del hospital docente de Ambato

1. Nombre del proyecto:	Construcción del Hospital Regional Docente de Ambato
2. Ubicación del proyecto:	Ambato – Provincia de Tungurahua
3. Entidad Contratante:	Servicio de Contratación de Obras (SECOB)
4. Fecha de inicio de la obra:	02 – Jul – 2013
5. Plazo inicial :	540 días
6. Ampliación de plazo:	674 días
7. Presupuesto inicial:	\$ 38'997.110,99
8. Costo actual:	\$ 73'545.774,00

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

**Tabla 2:** Datos generales del proyecto de construcción del edificio estudiantil de la Unach

1. Nombre del proyecto:	Construcción del Edificio de Capacitación y Liderazgo Estudiantil Bar Comedor de la UNACH
2. Ubicación del proyecto:	Riobamba – Provincia de Chimborazo
3. Entidad Contratante:	Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH)
4. Fecha de inicio de la obra:	14 – May – 2015
5. Plazo inicial :	14 meses
6. Ampliación de plazo:	5 meses (sin contar con los días de paralización de la obra)
7. Presupuesto inicial:	\$ 2'853.880,73
8. Costo actual:	\$ 1'856.996,98

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

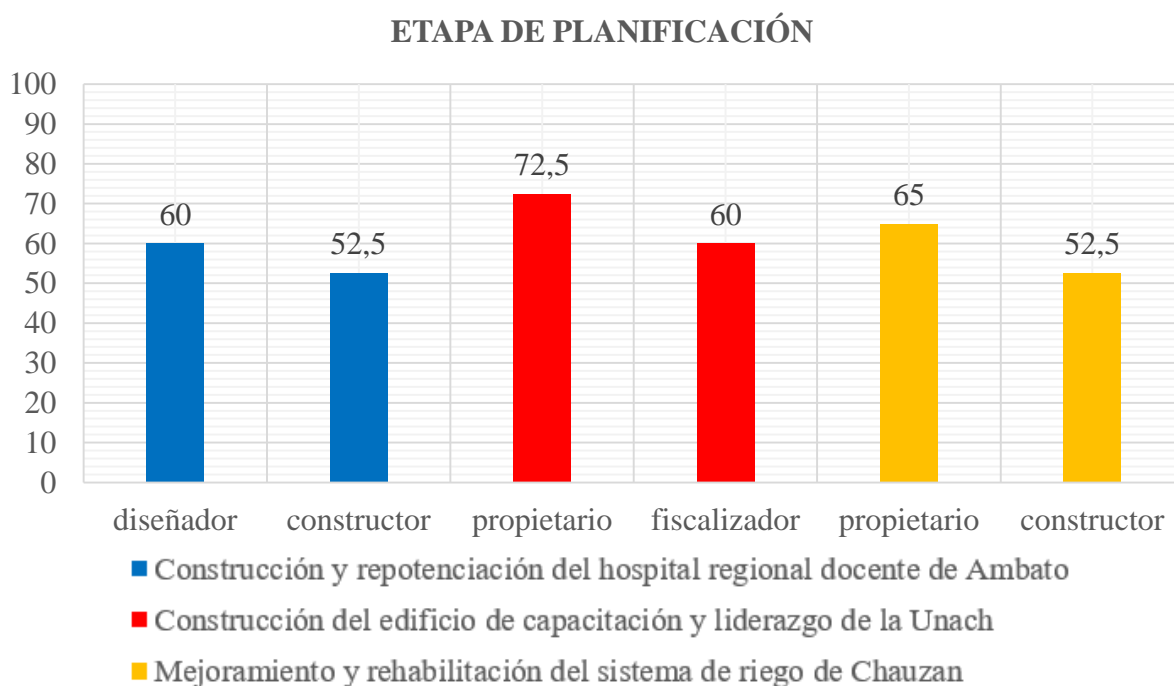
**Tabla 3:** Datos generales del proyecto de mejoramiento del sistema de riego de Chauzan

1. Nombre del proyecto:	Mejoramiento y Rehabilitación del Sistema de Riego de Chauzan
2. Ubicación del proyecto:	Chauzan – Guamote – Provincia de Chimborazo
3. Entidad Contratante:	Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo
4. Fecha de inicio de la obra:	21 – Jun – 2017
5. Plazo inicial :	180 días
6. Ampliación de plazo:	30 días
7. Presupuesto inicial:	\$ 599.187,70
8. Costo actual:	\$ 599.187,70

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

A continuación se muestran los resultados del porcentaje de aplicación de principios de constructibilidad en cada etapa de los proyectos, según el análisis de las encuestas realizadas a los profesionales inmersos en cada obra.

## 5.2. ETAPA DE PLANIFICACIÓN



**Figura 4.** Resultados de constructibilidad en la etapa de planificación.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

En esta sección se pretende investigar en qué etapa del proyecto se consideraron o se previeron una serie de aspectos importantes que involucra toda construcción. Se considera óptimo, según lo establecido por el CII (1993), que todos estos aspectos sean considerados en la etapa de planificación, ya que mejora la eficiencia del trabajo futuro tanto de diseño como de construcción de la obra.

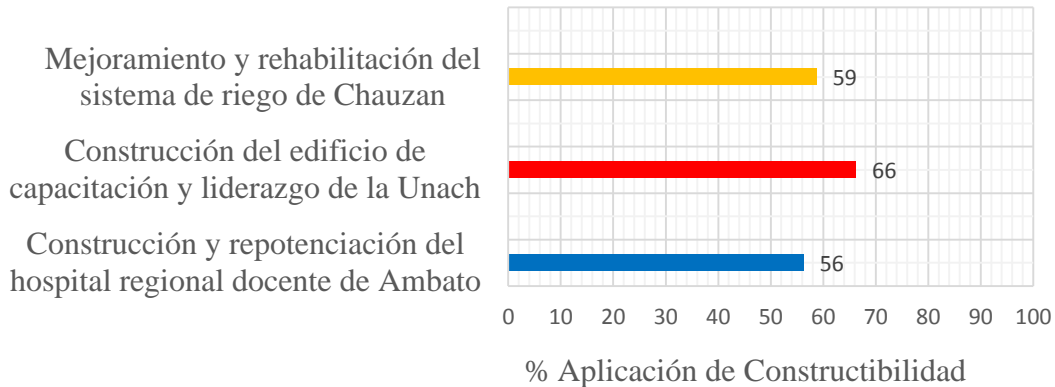
En primera instancia se tiene al proyecto de construcción del hospital docente de Ambato, en el cual se encuestó al diseñador y constructor obteniendo 60% y 52.5% respectivamente, para dar un indicador global de 56% de constructibilidad en la planificación de este proyecto. Estos resultados indican una pobre planificación de esta obra, no habiendo considerado varios aspectos importantes que deben preverse desde el inicio de un proyecto, tales como la previsión de disponibilidad de equipo, maquinaria, materiales, y mano de obra, además no se realizó estudios de factibilidad.

Según Decreto Ejecutivo No. 618 este proyecto no tuvo planificación ni estudio de factibilidad, debido a que esta obra surgió como respuesta a un decreto de estado de emergencia que tuvo la salud pública en el Ecuador a causa de la creciente demanda de pacientes (R.O., 2011). Mediante el Acuerdo Ministerial No. 511 del 20 de Junio de 2011, se dispuso tomar acciones precontractuales para la construcción de varias casas de salud en el país por medio de contratos de emergencia, con el fin de evitar el colapso de los centros asistenciales existentes, esto implica, que no se realizó nuevos estudios y diseños para este tipo de obras. Por lo cual la construcción de este hospital se dispuso ejecutarlo en base a los estudios existentes realizados para la construcción del antiguo hospital, debido a esto es evidente que esta obra presenta graves problemas de constructibilidad, ya que según afirma Fox et al. (2002), diseños obsoletos generaran graves problemas a la hora de ejecutarlos.

En cuanto a la construcción del edificio estudiantil de la Unach se encontró que es el proyecto con el indicador más alto de constructibilidad en la etapa de planificación. Los resultados obtenidos en el análisis de la encuesta realizada al propietario de esta obra muestran un 72.5% de constructibilidad en la planificación, mientras que según el fiscalizador hay un 60%. Esta diferencia se debe a que hay ciertos aspectos que el propietario considera que fueron previstos en planificación y/o diseño, mientras que el fiscalizador considera que fue en la construcción, o incluso en ninguna etapa. Con estos resultados se tiene un 66% de constructibilidad en la planificación de esta obra, pese a que no es un resultado alto, presenta mejor planificación que las otras, esto podría ser como resultado de una buena integración en conjunto de la experiencia y el conocimiento, ya que en un inicio este proyecto estuvo a cargo del departamento de planificación y de infraestructura de la UNACH en donde trabaja personal con gran conocimiento en diseño y experiencia en construcción respectivamente.

Finalmente de color amarillo en la figura 4, se muestra los resultados de constructibilidad determinados en la etapa de planificación del proyecto de mejoramiento del sistema de riego de Chauzan. Mediante el análisis de los datos obtenidos se encontró que esta obra presenta un 59% de constructibilidad en la etapa de planificación. Esto debido principalmente a que algunos aspectos que deben preverse en la planificación del proyecto, no fueron previstos sino hasta la etapa de la construcción, tales como, la disponibilidad de la mano de obra, la previsión de adquisición de equipos y material y la previsión de tener un espacio adecuado para su almacenamiento, los mismos que deben fundamentalmente ser considerados en la planificación para evitar posibles problemas en la construcción con respecto a estos parámetros. Mientras que consideraciones como los estudios de factibilidad si fueron realizados en la planificación.

## ETAPA DE PLANIFICACIÓN



**Figura 5.** Gráfico comparativo de constructibilidad en la etapa de planificación.

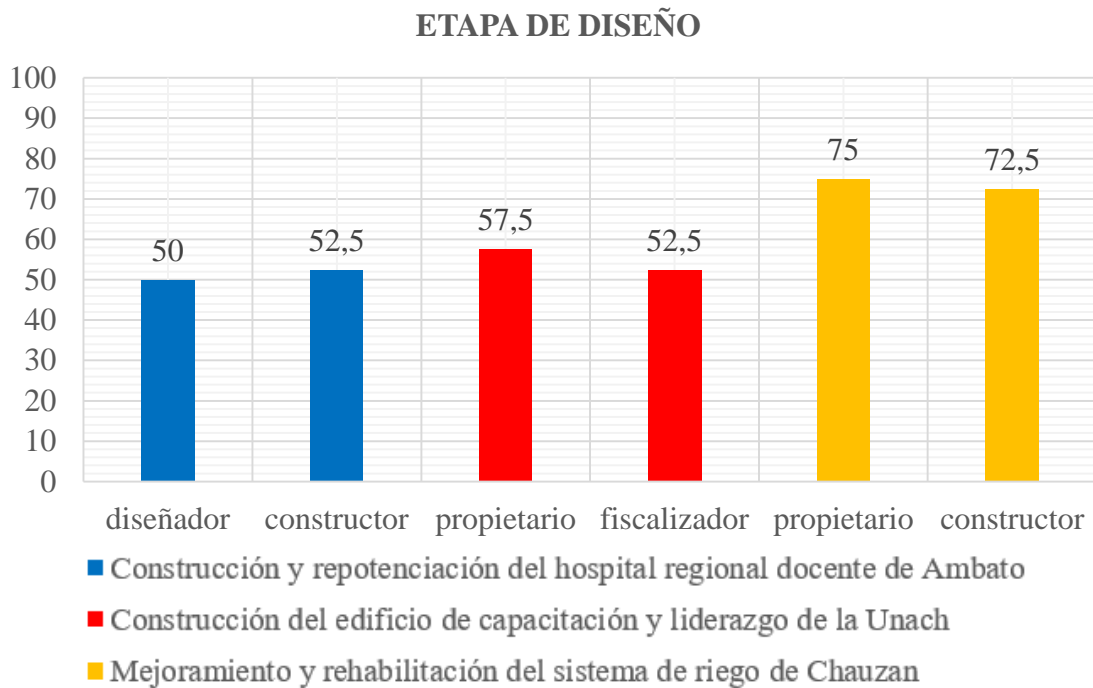
**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

En la figura 5 se muestra un gráfico comparativo entre los tres proyectos, en donde se obtuvo que el proyecto de construcción del hospital docente de Ambato es el que menor constructibilidad aplicó en la planificación, 56%, ya que como se había mencionado párrafos atrás, esta obra no tuvo una adecuada concepción de planificación, ni estudios de factibilidad y diseños antiguos que ya no son viables, lo que notablemente reduce el indicador de constructibilidad en la obra. Mientras que el proyecto de construcción del edificio estudiantil de la Unach presenta un indicador del 10% más de constructibilidad en la planificación que la anterior, lo cual significa que aquí se ha aplicado más principios para planificar la obra. Designar la planificación de los proyectos a un equipo de trabajo especializado que conforme un departamento propio de planificación, podría resultar en optimizar las próximas etapas de diseño y construcción a través de ahorros en costos y en tiempo, y aumentar la eficiencia de la obra.

### 5.3. ETAPA DE DISEÑO

En esta sección se muestra los resultados encontrados sobre la constructibilidad en la fase de diseño de los proyectos en estudio, aquí se evalúa primordialmente las condiciones en que se

elaboró el diseño del proyecto, considerando aspectos como, la estrecha relación que debe existir entre diseño y construcción, y la correcta programación de la obra que se propone en el diseño, siendo todo esto parte fundamental de los principios de constructibilidad.



**Figura 6.** Resultados de constructibilidad en la etapa de diseño.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

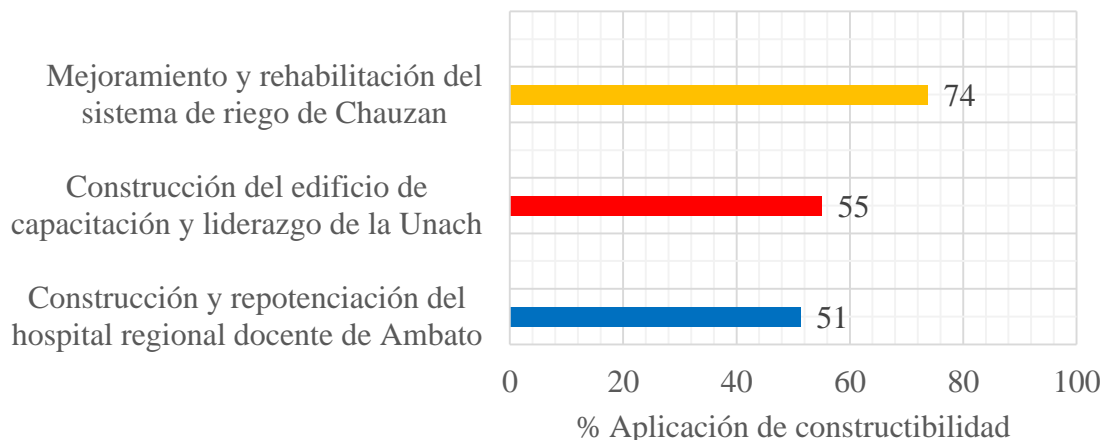
Es notable que los indicadores más altos de constructibilidad en esta etapa se encuentran en el proyecto de mejoramiento del sistema de riego de Chauzan, los dos profesionales inmersos en esta obra, respondieron la mayoría de las preguntas con que definitivamente si o probablemente si se han considerado en el diseño los principios de constructibilidad planteados en la encuesta, tales como que si el diseño tuvo un tiempo suficiente de análisis y revisión, si se realizó una programación adecuada de la obra proponiendo tiempos definidos para una secuencia lógica de actividades, y cabe indicar que, además, el diseño de esta obra se lo está respetando, es decir no se lo modificó a la hora de construirlo. Esto permite comprender que implementar adecuadamente

principios de constructibilidad en la etapa de diseño, mejora y optimiza la etapa de la construcción, disminuyendo las posibilidades de que se necesite hacer rediseños o modificaciones que generen atrasos en las actividades de construcción.

Por otro lado, en el proyecto de construcción del edificio estudiantil de la Unach, se aprecia un déficit en constructibilidad en la etapa de diseño con respecto a la planificación, esto debido a que hubo una separación en el equipo de trabajo, debido a esto se encontró que definitivamente no intervino la opinión constructiva del personal dedicado a la construcción, por lo que en el diseño probablemente no se anticiparon todos los factores que podrían inducir a posteriores modificaciones en el diseño que generen también retrasos en la ejecución de la obra. Es por esto que la duración de este proyecto definitivamente no coincide con la programación original propuesta en el diseño, lo cual indica una pobre aplicación de principios de constructibilidad en la etapa de diseño. Pese a esto, el proyecto de construcción del hospital docente de Ambato presenta incluso indicadores más bajos de constructibilidad en la etapa de diseño, 50% y 52.5% según diseñador y constructor respectivamente. Según los encuestados, la fase de diseño de esta obra no contó con el tiempo suficiente para analizar y revisar debidamente los estudios y planos existentes para garantizar la calidad y la efectividad del diseño, por lo cual los diseños resultaron ser obsoletos y no viables, no teniendo concordancia con las normas técnicas de la actualidad.

Esto es una consecuencia por no haber implementado un estudio de constructibilidad previamente, en donde se pudo haber previsto las malas condiciones del diseño. Este análisis concuerda con lo planteado por Fox et al. (2002); Del Rio (2005); Lam et al. (2006); Oyedele y Tham (2007), que propusieron que no aplicar constructibilidad en una obra, conlleva a que un diseño termine incompleto o siendo poco o nada viable, afectando así el grado de constructibilidad del proyecto.

## ETAPA DE DISEÑO



**Figura 7.** Gráfico comparativo de constructibilidad en la etapa de diseño.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

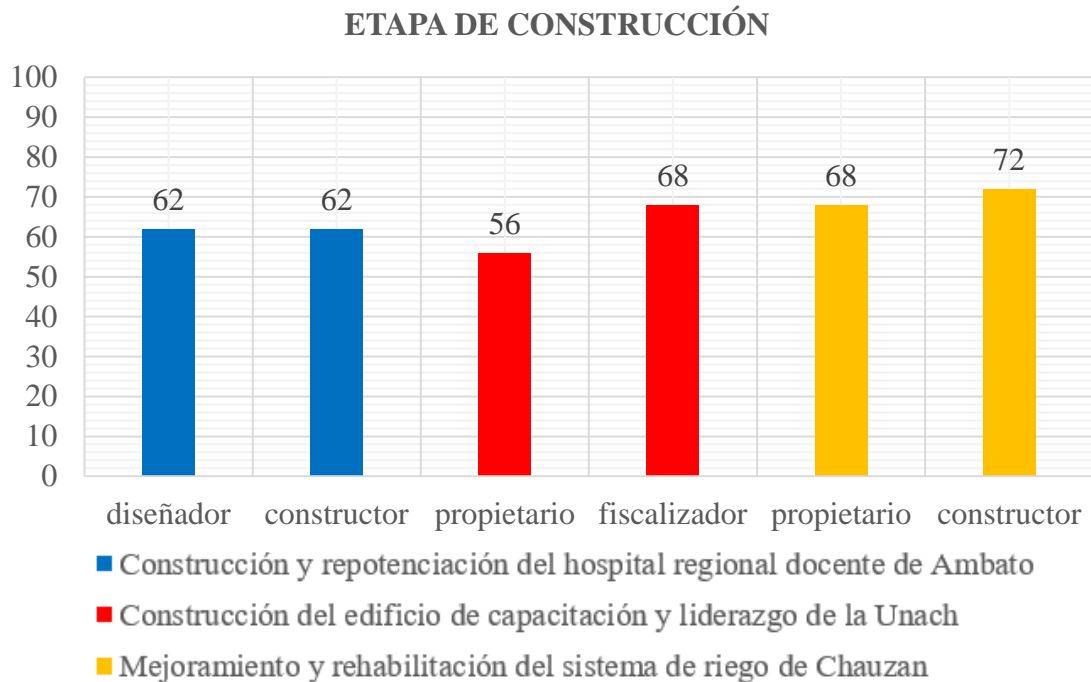
En la figura 7 se presenta un gráfico comparativo, en donde se evidencia que el proyecto del sistema de riego de Chauzan es el que mejor constructibilidad tiene en la etapa de diseño con un indicador del 74%, mientras que la obra de construcción del hospital docente de Ambato presenta una constructibilidad de alrededor de la mitad, 51%. Por su parte, el diseño de la construcción del edificio estudiantil de la Unach presenta una caída del 11% respecto a la planificación. El problema en común que presentan los tres proyectos en su etapa de diseño es la falta de intervención del personal de construcción, lo que nos permite ver con mejor claridad el panorama en el que se desenvuelve la industria de la construcción en nuestro país, diseño y construcción son totalmente mundos separados dentro de un mismo proyecto, no existe la integración de conocimientos debido a la baja aplicabilidad de estudios de constructibilidad.

### 5.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En esta sección se investigó la constructibilidad en la fase de construcción de los proyectos, aquí se plantearon diversas situaciones que pueden presentarse en el campo de operaciones a la hora de ejecutar los trabajos del día a día, y se evaluó la constructibilidad en función a la frecuencia



con que los proyectos se topan con estos problemas constructivos, ya que este es un buen indicador de falta de principios de constructibilidad.



**Figura 8.** Resultados de constructibilidad en la etapa de construcción.

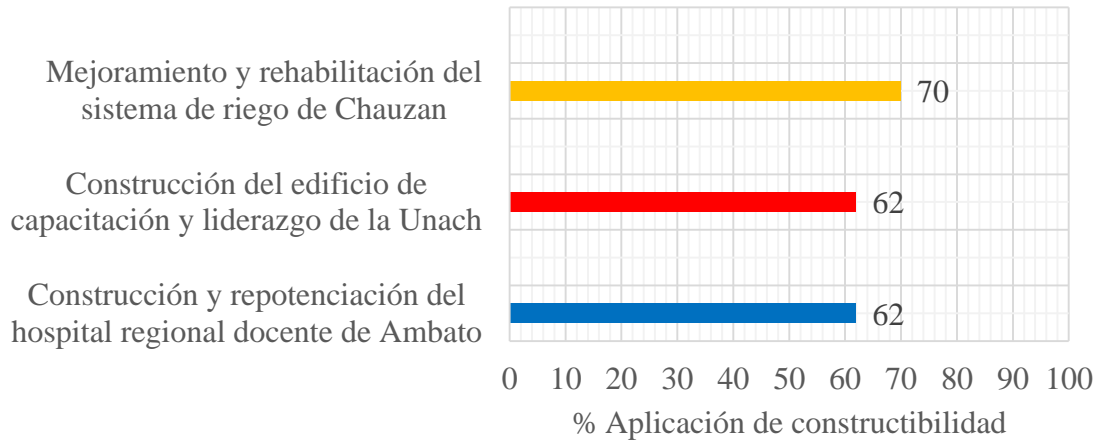
**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

En el proyecto de construcción del hospital docente de Ambato, tanto diseñador como constructor percibieron un 62% de aplicación de principios de constructibilidad en la etapa de construcción, los problemas que se han suscitado con mayor frecuencia son los retrabajos, modificaciones de diseño, diseños erróneos e incompletos, problemas legales, inconvenientes de abastecimiento de materiales, equipo, y mano de obra, y dificultades de financiamiento. Es predecible que se presenten este tipo de problemas en la construcción de esta obra debido a los bajos indicadores de constructibilidad que viene presentando desde las etapas anteriores, pese a esto, en la etapa de construcción aumento el indicador en un 11%, esto se debe a que actualmente, la fase de construcción de este proyecto ha sufrido cambios en su metodología de trabajo, los

diseñadores y los constructores de la obra están trabajando en conjunto, integrando sus conocimientos, para de esta manera sacar a adelante el avance del proyecto, después de haber pasado por varios problemas incluso largas suspensiones de actividades.

Por otra parte en la construcción del edificio estudiantil de la Unach (62%), los problemas con mayor frecuencia fueron las dificultades de financiamiento, inconvenientes de abastecimiento de material equipo y maquinaria, problemas legales, y conflictos en el ambiente de trabajo entre contratistas y contratantes. Se encontró que el avance de la obra se encuentra actualmente paralizado, debido a problemas legales que mantiene la entidad contratante con el ex contratista que estuvo a cargo inicialmente del proceso de construcción, pues este no habría hecho un correcto uso del anticipo del contrato, lo que causaría que en determinado momento la obra se quedara sin financiación para abastecerse de los materiales y equipos necesarios. Esto resultaría en una interminable disputa legal entre las dos partes, y la paralización temporal de los trabajos en la obra. Posteriormente se manifestó que la obra pasa por un proceso de rehabilitación a través de un contrato complementario con otro contratista que será el que termine de construir el proyecto en su totalidad. Con estos resultados se determinó que pese a que este proyecto presentó un indicador de constructibilidad en la planificación mayor que las otras dos obras, no fue suficiente para asegurar un buen desempeño de la obra en la etapa de construcción, debido a que en este caso intervino otras situaciones adversas a la constructibilidad, como por ejemplo la falta de ética profesional en los contratistas de nuestro medio, el cual es un tema que necesita mayor atención para poder brindar soluciones a este tipo de inconvenientes y mejorar la seguridad de las partes que interviene en una contratación.

## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN



**Figura 9.** Grafico comparativo de constructibilidad en la etapa de construcción.

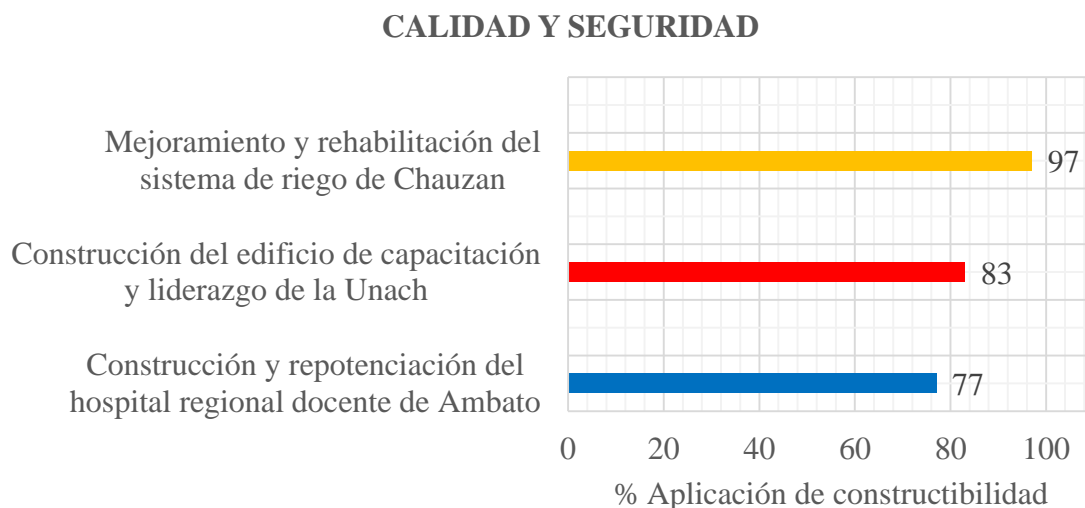
**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

El proyecto de mejoramiento del sistema de riego de Chauzán es la obra que presenta el indicador más alto de constructibilidad en la fase de construcción, con 70%, pues ninguno de los problemas planteados se presentaron con bastante frecuencia, al contrario, la mayoría se presentaban algunas veces, rara vez, o incluso nunca, como es el caso de errores en el diseño o diseños incompletos, re-trabajos, problemas mecánicos, falta de supervisión de trabajo, y dificultades de financiamiento. Por otra parte, una consecuencia presentada por el bajo indicador de constructibilidad en la planificación de este proyecto, es que en la construcción se han topado casi siempre con dificultades con los estudios previos de suelos y topografía. Este es un parámetro que debe preverse, analizarse y corregirse en la planificación o en diseño, y no esperar hasta la construcción de la obra para hallar los errores u omisiones en estudios primarios.

### 5.5. CALIDAD Y SEGURIDAD

En esta parte de la investigación se describe los resultados acerca de la percepción de los encuestados con respecto a estándares de calidad y seguridad de la obra, los cuales forman parte fundamental de los principios de constructibilidad. La calidad y la seguridad fueron evaluadas por

medio de un grupo de preguntas diseñadas con todas las herramientas necesarias para medir el nivel de aplicación de principios de constructibilidad con respecto a estándares de calidad y seguridad (ver anexo 2). Los principales parámetros que se evaluó en términos de calidad fue la calidad de los materiales utilizados en la obra, el uso de normas técnicas y reglamentos para realizar ensayos de control de calidad, y la calidad de la fundamentación técnica y teórica de las especificaciones técnicas, mientras que la seguridad fue evaluada en función de la disponibilidad de equipos de seguridad para los trabajadores, la implementación de sistemas de emergencia y seguridad para accidentes de trabajo.



**Figura 10.** Gráfico comparativo de constructibilidad en términos de calidad y seguridad.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

En la figura 10 se muestran los resultados obtenidos sobre la aplicación de principios de constructibilidad en estándares de calidad y seguridad de cada proyecto. Se puede observar que el proyecto con mayor aplicación de constructibilidad en calidad y seguridad es el mejoramiento y rehabilitación del sistema de riego de Chauzán, con un 97% de constructibilidad. El propietario y constructor de la obra calificaron con 5 a los parámetros de calidad de materiales, y seguridad, argumentando que en la fase de construcción se ha llevado a cabo un exhaustivo control de calidad

de materiales para asegurarse que cada material que utilizan para la construcción tenga las mejores características, y se acople eficientemente al comportamiento en general de la obra, pero en el aspecto de especificaciones técnicas, su calificación fue de 4 ya que las específicas técnicas, son buenas, pero si presentan un cierto grado de inconsistencias en cuanto a procesos constructivos.

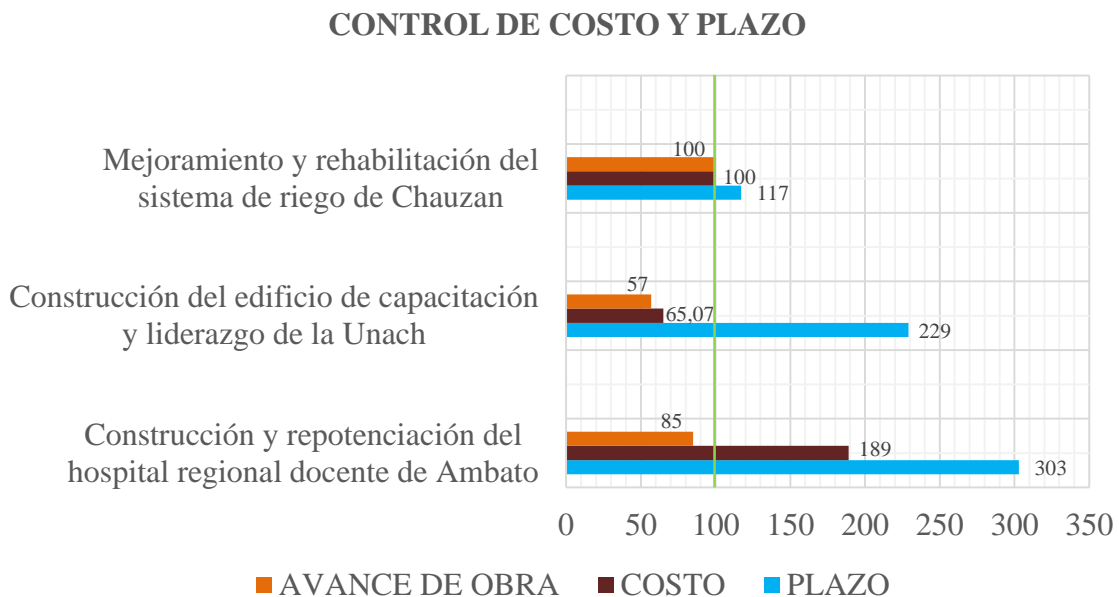
Por su parte, el proyecto de construcción del edificio estudiantil de la Unach, presenta un 83% de constructibilidad en estándares de calidad y seguridad. Para los profesionales que participaron de la encuesta en esta obra, la calidad es alta (5) y asegura un correcto desempeño de los materiales dentro del comportamiento de la obra, pero por otro lado, calificaron a las especificaciones técnicas con 4, ya que en el transcurso de los procesos constructivos hubo momentos en que las especificaciones no contenían la información requerida para llevar a cabo la ejecución de cierto rubro, es decir en algunas ocasiones estaban incompletas. Por su parte, el representante de fiscalización de esta obra, califico con 3 a la seguridad ya que manifiesta que en una obra de esta magnitud, en donde se labora diariamente con maquinaria pesada y equipos de alta tensión para la soldadura de estructura metálica, si debería implementarse un sistema de seguridad laboral más sofisticado del que se encuentra en este proyecto.

Finalmente, la obra que menor indicador de calidad y seguridad presenta es la del proyecto de construcción del hospital de Ambato, con un 77%. Para los diseñadores y constructores de este proyecto, ningún parámetro que se evaluó merecía una puntuación de 5, argumentando que no todos los materiales que se usan en la obra son iguales, unos son excelentes y otros no tanto, otorgándoles un 4 en la escala. De igual manera manifestaron que la seguridad no es perfecta, calificándola como 4. Por último, el constructor de este proyecto califico a las especificaciones técnicas con 3, ya que inicialmente no contaban con especificaciones debido a la mala

planificación que tuvo este proyecto, y en instancias de empezar con la construcción le hicieron llegar un grupo de especificaciones que no estaban muy bien fundamentadas, e incluso incompletas.

## 5.6. CONTROL COSTO Y PLAZO

En esta sección se realiza un control a cada obra con respecto a la situación en la que se encuentran en términos del costo actual invertido y del porcentaje de plazo hasta la fecha, tomando como punto de comparación el costo y el plazo inicial de cada obra con los cuales fueron planificados. Es decir, el presupuesto que se tuvo para un proyecto en el inicio de su etapa de construcción y el tiempo que se dio para que finalicen los trabajos y entregar la obra, representan el 100% del costo y del plazo planificado para dicho proyecto. Aumentos de presupuesto, ampliaciones de plazo, paralización de la obra y suspensión de actividades, representan el excedente a este 100% de costo y plazo planificado.



**Figura 11.** Control del costo y del plazo de los proyectos en estudio.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

En la figura 11 se presenta un gráfico de control de costo y plazo, donde se indica también el porcentaje de avance de obra de cada proyecto, se ha colocado una línea de referencia en el 100% para verificar los excedentes que presenta cada obra en costos y en plazo. En cuestión del plazo, ninguno de los tres proyectos ha logrado cumplir con el plazo inicial planificado.

En el caso del proyecto de construcción del hospital docente de Ambato, se encuentra totalmente excedido del plazo en un 203%, y en cuestión de costo presenta aumentos hasta del 89% con un avance de obra ejecutada del 85%, es decir casi duplica su costo inicial y faltando todavía un 15% para terminar de construirse en su totalidad. La principal razón por la cual se da este aumento de presupuesto y retraso en el plazo tan significativo, es que el objeto del contrato tuvo un giro radical, inicialmente estuvo previsto que esta obra sea una repotenciación del hospital utilizando la estructura existente de hormigón armado, pero al realizar los ensayos, el hormigón no llegaba a la resistencia requerida, es decir la estructura existente ya no estaba en buenas condiciones, por lo que se necesitó construir el hospital desde cero utilizando estructura metálica, evidentemente esto es un error de diseño, lo que causó varias modificaciones de diseño, aumento de volúmenes de obra, además de ciertos contratos complementarios, aspectos que resultaron en un trastorno del costo y plazo de este proyecto. Estos aspectos no fueron analizados y previstos en la etapa de planificación o diseño, lo que permite afirmar que no hubo un estudio de constructibilidad, y como consecuencia de aquello se da este considerable retraso en la entrega de la obra y el aumento en el presupuesto.

Por otro lado, el proyecto de construcción del edificio estudiantil de la UNACH, en cuestión de costo presenta una inversión del 65.07% de su presupuesto inicial, con un 57% de trabajo real completado, pero en cuestión de plazo su índice de eficiencia es muy bajo ya que el plazo se encuentra actualmente excedido en un 129% del plazo planificado, debido a las largas

suspensiones de actividades que ha sufrido el proyecto. Considerando que esta obra se encuentra en suspensión, y en proceso de rehabilitación por medio de un contrato complementario, es posible que se presenten aumentos de volúmenes de obra que generen que igualmente el indicador de costo se altere. Si se hace una comparación con la obra del hospital de Ambato, esta ha pasado por varias paralizaciones y generalmente después de cada suspensión se elevó el costo de la obra por la aparición de nuevos rubros y aumento de volúmenes de obra, entonces es grande la posibilidad que este proyecto también presente excedentes en el costo para la terminación de la obra.

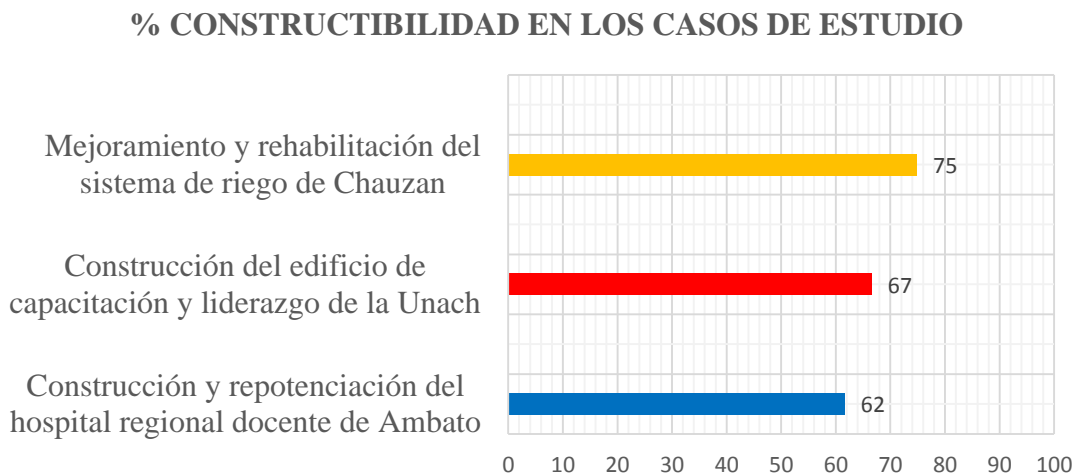
Por último, el proyecto de mejoramiento del sistema de riego de Chauzán es el que ha presentado mejores resultados en el control de costo y plazo, ya que en cuestión de costo, este proyecto completo el 100% de trabajo ejecutado estando dentro del costo inicial, y en cuestión de plazo presentó un leve excedente del 17% del plazo inicial planificado. Este retraso en el plazo, se debe principalmente a que los trabajos de construcción empezaron desde un inicio atrasados, debido a que no contaron con la mano de obra disponible para la fecha que fue planificado el inicio de la etapa de construcción. Esto confirma el bajo indicador de planificación mostrado en la figura 5, ya que la disponibilidad de la mano de obra es algo que se debe prever desde un inicio, y no esperar a que llegue el momento de la construcción para buscar trabajadores, ya que puede darse el caso de no encontrar mucha disponibilidad, sin embargo el indicador de constructibilidad en la etapa de diseño muestra que mejoró notablemente la gestión en el proyecto, aplicando varios principios en el diseño lo que aumentó las probabilidades de realizar una buena construcción, sin presencia de aumentos en el costo.

El análisis realizado del avance de obra ejecutada de cada proyecto, permite identificar que mientras más bajo sea la implementación de principios de constructibilidad en un proyecto, este presenta una variación mayor entre el costo actual real que tiene la obra y el costo planificado para



la cantidad de obra ejecutada, lo que resulta en pérdidas monetarias; además, para la fecha en que se realizó el seguimiento, el porcentaje real de avance del proyecto fue menor que el porcentaje de avance planificado para dicho momento, lo cual resulta en que los trabajos no se terminen en la fecha dispuesta según el cronograma inicial planificado.

Finalmente, se muestra un gráfico comparativo que indica los porcentajes de aplicación de principios de constructibilidad en general de cada proyecto.



**Figura 12.** Gráfico comparativo de constructibilidad entre los tres proyectos en estudio.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

El análisis realizado hasta este punto de la investigación confirma que el proyecto de mejoramiento del sistema de riego de Chauzán es el que presenta un mayor indicador de aplicación de principios de constructibilidad (75%) con respecto a los otros proyectos de estudio, y comparando este resultado con el control realizado en el costo, plazo y avance de obra, se puede decir que este proyecto tiene un buen nivel de constructibilidad. De esta manera se comprueba lo establecido por el CII (2000) en su curva de influencia en el costo, ya que este proyecto presenta un indicador alto de constructibilidad en la fase de diseño, y esto genera una buena construcción sin presentar aumentos en el presupuesto de la obra. Por otro lado, el proyecto de construcción del

edificio de capacitación y liderazgo de la Unach presenta en general un 67% de aplicación de principios de constructibilidad, lo cual comparado a la situación que se encuentra el costo, plazo y el avance de obra construida, se puede decir que este proyecto posee un nivel regular de constructibilidad.

Por último, el proyecto con el indicador más bajo de constructibilidad es la construcción del hospital docente de Ambato, con tan solo un 62% de aplicación de principios de constructibilidad, lo cual comparado con el costo elevado y el gran retraso en el plazo de la obra, se determina que este proyecto tiene un mal nivel de constructibilidad. Este resultado concuerda con lo planteado por el CII (2000), ya que inicialmente en etapas de planificación y diseño el indicador de constructibilidad es bien bajo, pero aumento notablemente en la construcción, sin embargo esto ya no causo ningún efecto positivo, y no tuvo ninguna capacidad para reducir los altos aumentos en el costo que ya se habían presentado.

Con los resultados de esta investigación se concuerda con la sugerencia hecha por Espinoza y Pacheco (2014), la cual menciona que para poder empezar a implementar estudios de constructibilidad se debe revisar la efectividad de los sistemas contractuales, ya que la modalidad de contratación en nuestro país disminuye las posibilidades de que se pueda implementar los principios de constructibilidad en los proyectos de construcción, debido a que no fomenta el trabajo en conjunto de diseñador y constructor.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

Las principales consecuencias que se encontró en la etapa de diseño por no implementar principios de constructibilidad son las siguientes: los diseños son elaborados sin una opinión con visión constructiva de un experto en construcción que permita prevenir errores que afecten a la fase de ejecución, es decir, en el diseño no existe el trabajo integrado entre diseñador y constructor; además los diseños resultan ser poco viables en la práctica, es decir que son elaborados de una manera muy compleja, o a su vez errónea, sin considerar la simplicidad de los trabajos que recomienda el CII, lo cual aumenta las probabilidades de que se presenten con mayor frecuencia las modificaciones en el diseño, que generalmente resulta en retrasos de las actividades; además, otra consecuencia es que la programación de la obra no es sensible a la construcción, es decir, que el cronograma que se elabora en el diseño no es eficiente respecto a la duración real de las actividades de trabajo en campo.

Se identificó que las consecuencias que afectan a la etapa de construcción debido a la falta de implementación de constructibilidad son: la presencia de grandes aumentos en el costo de la obra, paralización de la obra, suspensión de los trabajos de avance, y grandes retrasos en el plazo, todo esto como resultado de la omisión de ciertos aspectos que no fueron debidamente considerados en la planificación ni en el diseño de los proyectos para poder prevenir que se den estas consecuencias en la construcción.

Los resultados de la investigación dirigida a los proyectos en estudio, permitió identificar la relación que existe entre la implementación de estudios de constructibilidad y su capacidad para influenciar en el costo, pues un adecuado manejo de la constructibilidad desde las etapas iniciales de una obra, aumenta la eficiencia en la etapa de construcción, y disminuye las posibilidades de

que se presenten retrasos en el plazo y aumentos en el presupuesto; además al realizar un seguimiento del proyecto en una fecha de corte establecida, aumenta la posibilidad de presentar un porcentaje de avance de obra ejecutada semejante a lo inicialmente planificado.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

Diseñar un proyecto con alto grado de constructibilidad es una obligación ética y profesional, por lo cual se recomienda a los profesionales de la construcción investigar y conocer más acerca de los principios de constructibilidad, para introducir estas técnicas en el sistema constructivo de nuestro país.

La modalidad de contratación que rige en la industria de la construcción en el Ecuador, disminuye las posibilidades de implementar estudios de constructibilidad en los proyectos, ya que su sistema está diseñado para desintegrar el trabajo en conjunto del diseñador y constructor de una misma obra, por lo cual se recomienda realizar una investigación que evalúe la eficiencia de este sistema y permita plantear mejoras que garanticen la implementación de estudios de constructibilidad en los proyectos de construcción de nuestro país.

Los tres proyectos que se analizaron presentaron deficiencias en la etapa de diseño marcados por errores de diseño, por lo cual se recomienda crear una base de datos de registro de errores de diseño, para que sirva como guía en diseños de futuros proyectos, y así prevenir la reiteración de estos errores y reducir el índice de problemas que estos generan.

El instrumento de recolección de datos que se elaboró para fines de esta investigación está fundamentado en varias investigaciones hechas en el tema de la constructibilidad, sin embargo, no pretende ser la única herramienta para este tipo de investigación, por lo cual se deja abierta la posibilidad de que pueda ser mejorado.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Alalawi, M., Ali, M., Johnson, S., Han, S., y Mohamed, Y. (2015). Constructability: capabilities, implementation, and barriers. *5<sup>th</sup> International/11<sup>th</sup> Construction Specialty Conference. Canadian Journal of Civil Engineering*. Vancouver, British Columbia.
- Bambang, T. (2004) “Constructability Practices among Construction Contractors in Indonesia”, *M.ASCE Journal of Construction Engineering and Management* © ASCE, pp. 656-669
- Construction Industry Institute (CII). (2004). *Preview of Constructability Implementation*, the University of Texas at Austin, pp. 33
- Construction Industry Institute (CII). (1993). *Constructability Implementation Guide*, The University of Texas at Austin, pp. 169
- Construction Industry Institute (CII). (1993). *Program Assessment and Barriers to implementation*, The University of Texas at Austin, pp. 200
- Construction Industry Institute Australia (CIIA). (1992). *Constructability principles file*, Adelaide, Australia.
- Del Rio, A. (2005). Integración Diseño – Construcción, *Quinta Conferencia Tecnológica*, Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, Santiago, Chile.
- Espinoza, R. y Pacheco, R. (2014). *Mejoramiento de la Constructabilidad mediante herramientas BIM*. Tesis de Maestría en Dirección de la Construcción, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Farina, L., Danesi, E., Travaglini, A., Mancini, M., y Trucco, P. (2018). *Integration of Constructability and Project Risk Management*. In *Closing the Gap between Practice and Research in Industrial Engineering* (pp. 313-321). Springer, Cham.
- Fox, S., Marsh, L. y Cockerham, G. (2002). *Constructability Rules; Guidelines for Successful Application to Bespoke Buildings*. Construction Management and Economics.
- Giménez, Z. y Suárez, C. (2008). Diagnóstico de la gestión de la construcción e implementación de la constructibilidad en empresas de obras civiles. *Revista Ingeniería de Construcción*, 23 (1).
- Goldsack, L. y Loyola, M. (2010). *Constructividad y Arquitectura*. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Santiago.

- Haider, T. (2009). Financial Management of Construction Contracts (Constructability and its Relation with TQM, Cost Shifting Risk and Cost/Benefit). *International Research Journal of Finance and Economics* ISSN 1450-2887 Issue 28.
- Kifokeris, D. y Xenidis, Y. (2017). Constructability: outline of past, present, and future research. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143 (8), 1-3.
- Lam, P., Wong, F., y Chan, A. (2006). *Contributions of Designers to Improving Buildability and Constructability*. Design Studies, (27) pp. 457-479.
- Lam, P., Wong, F., y Wong, F. (2007). *Building features and Site – Specific Factors Affecting Buildability in Hong Kong*. Design Studies, pp. 457-479.
- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública. (2008). *De los procedimientos: Normas comunes a todos los procedimientos de contratación pública*. Sobre la Contratación para la Ejecución de Obras, Adquisición de Bienes, y Prestación de Servicios. LOSNCP, pp. 18-19.
- Muñoz, L. (2006). *Gestión de mejoramiento de proyectos de construcción por medio de la administración por procesos*. Tesis de Grado para obtener el Título de Constructor Civil, Universidad de Magallanes, Punta Arenas.
- Nima A. Mekdam; Mohd R. Abdul-Kadir; Mohd S. Jaafar; y Riadh G. Alghulami, (2004) Constructability Concepts in Kuala Selangor Cable-Stayed Bridge in Malaysia, *Journal of Construction Engineering and Management*., Pp. 315-325.
- Oyedele, L., y Tham, K. (2007). *Clients Assessment of Architects Performance in Building Delivery Process; Evidence form Nigeria*. Building and Environment, (42) pp. 2090-2099
- Pulaski, M., y Horman, M., (2005). Organizing Constructability Knowledge for Design. *Journal of construction Engineering and Management*, 131 (8), pp. 911-919.
- Russell, J. y Gugel, J (1993). Comparison of Two Corporate Constructability Programs. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 119 (4), 769-784.
- Sainz, J. (2005). *El dibujo de arquitectura: teoría e historia de un lenguaje gráfico*. Barcelona: Reverte.
- Tapia, M. (2012). *La Constructibilidad y su Administración en Empresas de Infraestructura en México*. Tesis de Maestría en Ingeniería con Especialidad en Construcción, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

## 8. ANEXOS

### 8.1. ANEXO I: PRINCIPIOS DE CONSTRUCTIBILIDAD

	<b>Principios de Constructibilidad Establecidos por el Instituto de la Industria de la Construcción.</b>
<b>A</b>	<b>Etapa de Planificación:</b>
1	Los planes de implementación de la constructibilidad son una parte integral del plan de ejecución del proyecto.
2	La planificación temprana de la factibilidad del proyecto saca provecho de la experiencia y el conocimiento en construcción.
3	El desarrollo de una estrategia de contratación de proyectos involucra conocimiento y experiencia en construcción.
4	Los cronogramas del proyecto son sensibles a la construcción y arranque.
5	Las decisiones tempranas de diseño consideran modulación, preensamblado, automatización de la construcción y otras opciones trascendentes acerca del método de construcción.
6	La distribución tanto temporal como permanente del sitio de la obra promueve la construcción eficiente.
7	Las tecnologías de información avanzadas son aplicables para facilitar la construcción eficiente.
<b>B</b>	<b>Etapa de Diseño y Programación:</b>
8	Los cronogramas de diseño son sensibles a la construcción.
9	Los diseños son configurados para permitir la construcción eficiente y para el uso de tecnología eficiente.
10	Los elementos de diseño están estandarizados.
11	La eficiencia en la construcción y arranque es considerada en el desarrollo de especificaciones técnicas.
12	Los diseños modulares y preensamblados facilitan la fabricación, transporte e instalación en campo.
13	El diseño promueve la accesibilidad del personal, materiales y equipos de construcción.
14	El diseño facilita la construcción y la productividad en campo bajo condiciones climáticas adversas.
15	Los planes del proyecto amplían la seguridad durante la construcción.
<b>C</b>	<b>Etapa de Construcción:</b>
16	Los métodos constructivos promueven mayor eficiencia en la construcción.
17	La innovación en la gerencia de la construcción y en los métodos de campo son aplicados para incrementar la eficiencia de la construcción.

**Elaborado por:** Gallo M. Erik J.

**Fuente:** CII (1993).

## 8.2. ANEXO II: ENCUESTA DE CONSTRUCTIBILIDAD



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



### ENCUESTA PARA EVALUAR LA CONSTRUCTIBILIDAD EN UN PROYECTO

#### DEFINICIÓN:

El instituto de la industria de la construcción (CII por sus siglas en inglés) define a la “**constructibilidad**” como un sistema para conseguir una óptima integración del conocimiento en diseño y experiencia en construcción, en todas las etapas de una obra con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto.

#### OBJETIVO:

El objetivo de esta encuesta es identificar las principales consecuencias que se presentan en las etapas de diseño y construcción de un proyecto debido a la falta de implementación de un estudio de constructibilidad.

#### INSTRUCCIONES:

La encuesta que se presenta a continuación está compuesta por 25 preguntas divididas en 6 secciones con varios ítems, la mayoría de ellos son de selección múltiple en donde el encuestado deberá marcar con una “X” la respuesta que considere oportuna para el planteamiento a la pregunta dada.

No existen respuestas correctas o incorrectas, lo importante es que responda cada una de las cuestiones dadas de una manera libre, directa y sincera.

Es imprescindible para fines de la investigación que las respuestas se basen en la realidad actual de su proyecto u organización, y no tomando en cuenta lo que desea o lo que piense que fuera lo correcto.

Es importante destacar que el cuestionario es anónimo, es decir, no debe colocar su nombre, su cargo, o funciones que desempeña dentro del proyecto en estudio. Solo se solicitara información de la organización y del proyecto para fines investigativos, y la información proporcionada será manejada con estricta confidencialidad, analizada en conjunto y utilizada única y exclusivamente con fines académicos.

Cualquier duda o inquietud sobre las preguntas que se presentan a continuación, no dude en consultarme.

Atentamente:

**Erik J. Gallo M.**

Egresado de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENCUESTA PARA EVALUAR LA CONSTRUCTIBILIDAD**



**Sección I - Datos Generales**

<b>Fecha:</b>	
<b>1. Nombre del proyecto:</b>	
<b>2. Ubicación del proyecto:</b>	
<b>3. Entidad Contratante:</b>	
<b>4. Fecha de inicio de la obra:</b>	
<b>5. Plazo inicial :</b>	
<b>6. Ampliación de plazo:</b>	
<b>7. Presupuesto inicial:</b>	
<b>8. Costo presupuestado para término de la obra:</b>	

<b>Sección II – Etapa de Planificación</b>					
<b>9.</b>	<b>¿En qué fase del proyecto se tomaron en consideración los siguientes aspectos?</b>	En la planificación	Diseño	Construcción	Ninguno
		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>a</b>	La previsión de disponibilidad de equipo y maquinaria				
<b>b</b>	La previsión de un espacio adecuado para almacenamiento y un sitio específico para trabajo en obra				
<b>c</b>	La selección de los métodos constructivos				
<b>d</b>	La disponibilidad de materiales				
<b>e</b>	La disponibilidad de mano de obra capacitada				
<b>f</b>	La adquisición de equipos y materiales no disponibles en la ciudad				
<b>g</b>	Revisión y análisis del diseño				
<b>h</b>	Revisión de especificaciones técnicas				
<b>i</b>	La alternativa de estandarización de elementos				
<b>j</b>	La alternativa de diseños utilizando pre-ensamblados o modulación				
<b>k</b>	Consideración de situaciones adversas tanto del terreno como del clima				
<b>l</b>	La posibilidad del uso de métodos innovadores de construcción				
<b>m</b>	Estudios de factibilidad				
<b>n</b>	Revisión del plazo				

<b>Sección III – Etapa de Diseño y Programación</b>					
		Definitivamente Si	Probablemente Si	Probablemente No	Definitivamente No
		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>10.</b>	¿Considera que el diseño del proyecto se realizó con tiempo suficiente para analizarlo y revisarlo debidamente para garantizar la calidad del diseño?				
<b>11.</b>	¿Considera que el diseño se realizó previendo todos los factores que podrían inducir a cambios en el diseño y re trabajos en la etapa de construcción de la obra?				
<b>12.</b>	¿Se utilizaron planes de pre construcción como bases para entrar al diseño?				
<b>13.</b>	¿En la elaboración del diseño intervino la opinión constructiva del equipo que posteriormente se encargaría de construir la obra?				
<b>14.</b>	¿Considera que el diseño se realizó tomando en cuenta objetivos comunes de las partes que intervienen en el proyecto? (beneficiarios, contratante, contratistas)				
<b>15.</b>	¿La duración general de la obra coincide con la duración que se propuso en el cronograma del proyecto?				
<b>16.</b>	¿Se realizó la programación de la obra tomando en cuenta tiempos definidos para una secuencia lógica de actividades?				
<b>17.</b>	¿Considera que la construcción de la obra se ejecuta tal como fue diseñada?				

**Sección IV – Etapa de Construcción**

18.	Durante la fase de construcción del proyecto ¿Con que frecuencia se le han presentado las siguientes situaciones?	Nunca	Rara Vez	Algunas Veces	Casi Siempre	Siempre
		5	4	3	2	1
<b>a</b>	Errores en el diseño					
<b>b</b>	Diseño incompleto					
<b>c</b>	Dificultades con los estudios previos (topografía, suelos, etc.)					
<b>d</b>	Falta de ingeniería de detalles					
<b>e</b>	Problemas con interferencias físicas					
<b>f</b>	Problemas legales					
<b>g</b>	Dificultades de financiamiento					
<b>h</b>	Problemas mecánicos con equipos, herramienta y maquinaria					
<b>i</b>	Modificaciones y cambios en el diseño					
<b>j</b>	Re-trabajos					
<b>k</b>	Permisos de paso, etc.					
<b>l</b>	Problemas con el clima					
<b>m</b>	Inconvenientes de abastecimiento de materiales, equipos y maquinaria.					
<b>n</b>	Falta de supervisión del trabajo					
<b>o</b>	Accidentes de trabajo					
<b>p</b>	Problemas en el ambiente de trabajo (conflictos entre trabajadores, disgustos entre contratante y contratista, etc.)					
<b>q</b>	Complicaciones por las características del terreno (nivel freático, grandes desniveles, accesibilidad, etc.)					

Sección V – Calidad y Seguridad en el Proyecto						
		1	2	3	4	5
19.	Califique la calidad de materiales en el proyecto, considerando a su criterio, si los materiales que se ha dispuesto utilizar en la obra, son los adecuados para asegurar un correcto desempeño del material dentro del comportamiento de la obra.					
20.	Califique las especificaciones técnicas en el proyecto, considerando a su criterio, si las especificaciones han sido elaboradas correctamente, fundamentadas en normas y reglamentos técnicos, y si se ha cumplido con los estándares de control de calidad en la obra. (Ensayos in situ, ensayos de laboratorio, etc.)					
21.	Califique la seguridad con la que se trabaja en el proyecto, considerando el uso de equipos de seguridad para los trabajadores, y la implementación de un sistema de seguridad en caso de accidentes de trabajo.					

**Sección VI – Parámetros de Control**

**22. ¿En qué rango del plazo considera que se encuentra la obra?**

Dentro del plazo				Fuera del plazo			
< 25%	25-50%	50-75%	>75 %	< 25%	25-50%	50-75%	>75 %

**23. ¿Cree usted que se cumpla con el plazo original? Explique brevemente**

---



---



---

**24. ¿En qué rango considera que se encuentra el costo final del proyecto?**

Dentro del presupuesto original				Fuera del presupuesto original			
< 25%	25-50%	50-75%	>75 %	< 25%	25-50%	50-75%	>75 %

**25. ¿Cree usted que se cumpla con el presupuesto original? Explique brevemente**

---



---



---