

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



## FACULTAD DE INGENIERIA

### CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

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

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto

**RAZONES POR LAS CUALES LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN NO SE  
EJECUTAN COMO SE DISEÑAN ORIGINALMENTE**

Autor(es):

Andrés Patricio Castillo Chavarrea

Joffre Alejandro Martínez Pilco

Tutor:

Ing. Oscar Paredes

**Riobamba - Ecuador  
Año 2018**

## REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “RAZONES POR LAS CUALES LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN NO SE EJECUTAN COMO SE DISEÑAN ORIGINALMENTE” presentado por: **Andrés Patricio Castillo Chavarrea, Joffre Alejandro Martínez Pilco** y dirigida por: Ing. Oscar Paredes. 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. Oscar Paredes  
**Director del Proyecto**



Firma

Ing. Tito Castillo  
**Miembro del Tribunal**



Firma

Ing. Carlos Saldaña  
**Miembro del Tribunal**



Firma

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Oscar Paredes, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: “RAZONES POR LAS CUALES LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN NO SE EJECUTAN COMO SE DISEÑAN ORIGINALMENTE”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los señores **Andrés Patricio Castillo Chavarrea** y **Joffre Alejandro Martínez Pilco** para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



.....  
Ing. Oscar Paredes  
**TUTOR DE TESIS**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Andrés Patricio Castillo Chavarrea y Joffre Alejandro Martínez Pilco e Ing. Oscar Paredes; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Sr. Andrés Patricio Castillo Chavarrea

C.I. 060395410-8



Sr. Joffre Alejandro Martínez Pilco

C.I. 160058149-8

## **AGRADECIMIENTO**

Me van a faltar páginas para dar a conocer lo agradecido que estoy con las personas que se han involucrado en la elaboración de este trabajo, sin embargo, como no dar un reconocimiento especial a mi Madre y mi Padre que, con su esfuerzo, dedicación y sus ganas de luchar cada día por sacarme adelante me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía difícil e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mi Hermano que ha sido un apoyo fundamental para lograr mis objetivos y con su amor profundo, me encamino a seguir adelante, ojalá algún día yo me convierta en su fuerza para que él pueda seguir avanzando en su camino.

Como no agradecer a mis tíos Maricela, Fabián y Mariana quienes han estado ahí siempre presentes y mucho más cuando les necesitaba.

De igual forma agradecer a la Universidad Nacional de Chimborazo, a los docentes que conforman la carrera en especial a nuestro tutor de investigación Ing. Oscar Paredes, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar con este trabajo.

*Andrés Patricio Castillo Chavarrea*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por iluminarme y darme las fuerzas necesarias para seguir adelante cada día. De igual forma agradecer el apoyo incondicional de mis padres que fueron y son el pilar fundamental de mis triunfos, además a mis tres hermanos por siempre motivarme y por saber aconsejarme desde un principio de la mejor manera para enmendar mis errores.

A la Universidad nacional de Chimborazo y a los diferentes docentes que conforman la escuela de Ingeniería civil por haberme formado con valores y con una excelente ética profesional. Por último, un sincero agradecimiento a nuestro tutor de investigación Ing. Oscar Paredes por sus sugerencias y aporte técnico como guía para generar un excelente trabajo de titulación.

*Joffre Alejandro Martínez Pilco*

## **DEDICATORIA**

Dedicar este trabajo con todo cariño y amor a mis padres Isabel y Patricio, a mi hermano David fueron quienes creyeron en mí y siempre estaban presentes con su apoyo constante que fue fundamental para cumplir con este objetivo.

*Andrés Patricio Castillo Chavarrea*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo lleno de perseverancia y esfuerzo a mi madre Martha Pilco y mi padre Arturo Martínez por la confianza brindada y al apoyo brindado en cada instante de mi vida universitaria, además por enseñarme la sencillez y la humildad para conseguir las cosas de la mejor manera.

A mis hermanos, cuñadas y sobrinos por siempre aportar con un granito de arena para que este sueño se haga realidad y en general a toda mi familia por siempre estar pendiente de mis pasos.

*Joffre Alejandro Martínez Pilco*



## CONTENIDO

Resumen .....	XI
1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos .....	3
3. Estado del arte .....	4
4. Metodología.....	8
5. Resultados y Discusión.....	11
5.1. Resultados Proyecto 1 (P1) “Zona 3 Puyo”.....	13
5.2. Resultados Proyecto 2 (P2) “Zona 6 Macas”.....	14
5.3. Resultados Proyecto 3 (P3) “Zona 3 Guamote”.....	16
5.4. Resultados Proyecto 4 (P4) “Zona 3 Penipe” .....	18
5.5. Resultados de la categorización de todos los proyectos .....	27
6. Conclusiones.....	30
7. Recomendaciones .....	30
8. Bibliografía.....	31
9. Anexos.....	34
9.1. Anexo 1: Oficio y acta de confidencialidad.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Categorización según sus incidencias .....	7
<b>Tabla 2:</b> Características del sujeto de estudio.....	12
<b>Tabla 3:</b> Interrelación entre la razón generado en el proyecto P1 con la razón técnica y categoría atribuida. ....	13
<b>Tabla 4:</b> Interrelación entre la razón generado en el proyecto P2 con la razón técnica y categoría atribuida. ....	14
<b>Tabla 5:</b> Interrelación entre la razón generado en el proyecto P3 con la razón técnica y categoría atribuida. ....	16
<b>Tabla 6:</b> Interrelación entre la razón generado en el proyecto P4 con la razón técnica y categoría atribuida. ....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema de la metodología planteada.....	8
<b>Figura 2:</b> Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P1.....	19
<b>Figura 3:</b> Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 1.....	20
<b>Figura 4:</b> Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P2.....	21
<b>Figura 5:</b> Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 2.....	22
<b>Figura 6:</b> Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P3.....	23
<b>Figura 7:</b> Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 3.....	24
<b>Figura 8:</b> Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P4.....	25
<b>Figura 9:</b> Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 4.....	26
<b>Figura 10:</b> Incidencias de las razones técnicas atribuidas de todos los proyectos. ....	27
<b>Figura 11:</b> Grado de responsabilidad de involucrados de todos los proyectos. ....	28
<b>Figura 12:</b> Consecuencia del grado de responsabilidad de involucrados de todos los proyectos.....	29

## Resumen

Uno de los problemas más frecuentes que han tenido en los últimos años los proyectos de construcción en el Ecuador, son los múltiples cambios de diseño que se generan en etapas de ejecución, los mismo que han provocado un sin número de problemas de constructibilidad. De allí surge el presente proyecto de investigación, siendo su propósito principal identificar las razones por las cuales los proyectos de construcción no se ejecutan como se diseñan originalmente. En el presente estudio se aplicó una metodología con enfoque cualitativo y cuantitativo, siendo su modalidad investigativa de campo, se realizó un estudio de caso de cuatro proyectos civiles ubicados en la zona: tres “Penipe, Guamote, Puyo” y la zona seis” Macas”. En el que se aplicó un análisis de documentos sobre los proyectos, para especificar las variaciones de diseño generadas, las mismas que fueron categorizadas determinando las razones y sus incidencias en el cambio, que ayudarán como guías y técnicas apropiadas para minimizar de algún modo la ocurrencia de cambios en el diseño, disminuyendo retrabajo, retraso y sobre costo alguno de los proyectos de construcción. Los resultados con mayor incidencia que se obtuvo de razones de cambio de diseño son: “omisiones de diseño o dibujos incompletos; cambio de requisito (especificaciones) y rectificación de errores de construcción”. Por lo que se deja como investigación futura establecer en que afectan los cambios de diseño en la productividad en proyectos similares.

**Palabras claves:** Razones de cambio, diseños modificados, ejecución de proyectos, problemas de ejecución.



## **1. Introducción**

La industria de la construcción ecuatoriana, al abarcar un sin número de actividades, por ende, la implementación de mano de obra calificada y no calificada, se constituye como parte fundamental de la economía interna del país debido a que genera plazas de empleo y la inversión es significativa (Merizalde, 2017).

La construcción de obras constituye uno de los factores más importantes en el desarrollo de un país, ya que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas, debido a esto la industria de la construcción en el Ecuador tuvo un cambio a partir del 4 de agosto de 2008, razón por la cual las contrataciones que realiza el Estado se rigen por la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (“LOSNCP”). Este Sistema es un conjunto articulado y coordinado de elementos que cooperan a la gestión de la contratación pública, sin embargo, mucho contratista se siente insatisfechos por este sistema (Rivera y Rodríguez, 2018).

Un proyecto de construcción es particularmente propenso a un alto grado de cambio por una variedad de razones tales como la interrupción del orden monetario, fiscal, la falta de tiempo y la comunicación efectiva, los cambios ambientales y la complejidad creciente de un proyecto influyendo en su rendimiento, especialmente en costo y tiempo (Agung, Rusdhi, y Wibowo, 2015). En el Ecuador la mayor parte de los contratos ejecutados han sufrido modificación en sus diseños originales y un aumento en el costo inicial, según el ex-ministro de Transporte Paul Granda (Castillo, 2018; Diario la Hora, 2018), manifestó que las obras fracasan cuando no existe una adecuada planificación y no se toman decisiones correctas y oportunas, lo cual genera en los contratistas problemas en la constructibilidad ya sea por su complejidad e incertidumbres que se crean durante la ejecución.

Los errores y cambios de diseño pueden reducir significativamente el rendimiento del proyecto generando retrasos en los proyectos de construcción, lo que requiere tiempo adicional y el gasto de recursos incrementa. Las razones de modificaciones de diseño en el país siguen siendo desconocidos no documentadas, teniendo en cuenta que este problema juega un papel significativo en etapas de construcción, los cambios se dan a medida que avanza el trabajo y son inevitables (Assaf y Al-hejji, 2006; El-razek, Bassioni, y Mobarak, 2009; Han, Love, y Peña-Mora, 2013).

La dificultad que se evidencia en la industria de la construcción civil son las variaciones en los diseños originales en etapas de ejecución de proyectos de alcantarillado, que ha provocado multas por parte de la entidad contratante y hasta la paralización de los mismos. Por lo tanto, para reducir estas modificaciones de diseño es esencial identificar y evaluar las razones de cambios, para que posteriormente estos mismos factores pueden ser utilizados como referencias y estrategias apropiadas para reducir la ocurrencia de cambios en el diseño de un proyecto. Pero, se debe aceptar que los factores de riesgo son difíciles de pronosticar y al enfrentarse a retrasos en el programa, los sobrecostos y los sucesos de reclamación de forma secuencial, los proyectos resultan un fracaso (Agung, Rusdhi, y Wibowo, 2015; González, 2016; Park, Park, Cha, y Hyun, 2016).

De allí que el propósito de esta investigación, es determinar las razones por las cuales los proyectos de construcción sufrieron variaciones en sus diseños originales. Para el efecto se realizó un estudio de caso en 4 proyectos de alcantarillado donde se recopiló información emitida por fiscalización externa, contratistas y superintendente de obra. Para Sunday y Clinton (2017), los cambios pueden deberse a diversas razones, tales como el diseño inadecuado, cambio en el diseño y la mala interpretación de dibujos que conducen a errores constructivos, provocando que los constructores acarreen problemas

con las entidades contratantes. La importancia de esta investigación fue categorizar las variaciones de diseño sea por el consultor, cliente, contratista, influencias del sitio o por agentes externos, para determinar la incidencia de las razones que provocan alteraciones en los proyectos, estos datos sirvan como base a los contratistas para minimizar o predecir modificaciones en los diseños originales en etapas de ejecución.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Identificar las razones por las cuales los proyectos de construcción no se ejecutan como se diseñan originalmente en la zona: tres “Penipe, Guamote, Puyo” y la zona seis” Macas”.

### **2.2. Objetivos Especificos**

- Investigar cuales de los proyectos de construcción de alcantarillado objeto de estudio no se ejecutaron como se diseñaron originalmente.
- Interrelacionar los cambios de diseño mediante categorías inducidas por “cliente, consultor, contratista, de sitio y agentes externos”, de los cuatro proyectos objeto de estudio que afectan a la ejecución de los proyectos de construcción de alcantarillado.
- Determinar la incidencia de los cambios de diseño en los proyectos de alcantarillado que son objeto de estudio.

### 3. Estado del arte

El sector de la construcción constituye uno de los rubros más representativo en el Producto Interno Bruto, por lo que influye en el crecimiento de un país, La industria de la construcción es considerada como el mayor empleador de economía en todos los países ya que lleva consigo un efecto multiplicador el cual está dado por la mano de obra que se emplea, y por último es a través de ésta industria que se favorecen las interrelaciones con los demás sectores comerciales considerándose, así como el motor dinamizador de la economía (Merizalde, 2017).

Un proyecto de construcción se admite comúnmente como exitoso cuando se completan a tiempo, con el presupuesto, según las especificaciones, y la satisfacción de las partes interesadas (Gebrehiwet y Luo, 2017). Sin embargo, en el Ecuador es lamentable que en su gran mayoría los proyectos de alcantarillado han estado expuestos a ampliaciones de tiempo, sobrecostos entre otros.

La construcción es compleja e incierta en la naturaleza; y a diferencia de la fabricación y otros sectores de la economía, las funciones de diseño y producción en proceso de construcción suelen estar separados, definiendo el diseño y la construcción de una obra civil como dos funciones independientes, estas partes (contratistas y consultores) tienen diferentes intereses en los proyectos de construcción, los mismos que conducen a diseños erróneos. Estos errores son provocados por decisiones erróneas durante el diseño y pueden ocurrir debido a la alteración de la cognición humana, especialmente cuando los diseñadores experimentan estrés en el trabajo debido al horario, a los costos y presiones (Han, Love y Peña-Mora 2013; Sunday y Clinton, 2017).

Es comúnmente ver retrasos en varias obras que afectan significativamente el proceso de construcción, uno de los factores más predominantes que generan estos problemas son los cambios de diseño en la etapa de ejecución. Kozlovska, Mackova, y



Spisakova (2016), afirman que el conflicto se reducirá al mínimo cuando los problemas se encuentran en la etapa más temprana posible de un proyecto lo que permite la implementación de las medidas correctivas.

En general, las empresas de diseño y construcción no miden el número de errores que crean y, en particular, no pueden realizar revisiones de diseño apropiadas, verificaciones y auditorías (Han, Love y Peña-Mora 2013). Por tal motivo los cambios de diseño en los proyectos de construcción de alcantarillado muchas veces son inevitables, es por ello, que determinar las razones más frecuentes evitaran modificaciones futuras e inconvenientes entre cliente y constructor.

Agung, Rusdhi y Wibowo (2015), dividen a los factores que afectan al cambio de diseño en dos grandes grupos: Internos, están directamente involucrados en el proyecto es decir contratistas, fiscalizadores y consultores. Externos, no están involucrados directamente, pero pueden llegar a ocasionar problemas en los cambios de diseño es decir cuestiones políticas, económicas entre otras.

La complejidad y las incertidumbres asociadas a los proyectos de construcción significan que los contratos siempre proporcionan suficiente flexibilidad para cambios en el diseño como el trabajo avanza, pero dichos cambios de diseño son atribuidos como un factor principal responsable de retrasos en el programa de construcción y sobrecostos (Boon y Skitmore, 2017).

Debido a esta problemática la implementación de una categorización en donde abarcaran factores externos e internos que provocan cambios de diseño resulta muy beneficiosa para los contratistas de nuestro país, cabe indicar que para categorizar nuestra recolección de datos nos guiamos en estudios realizados por investigadores de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Malasia, Departamento de Gestión de Ingeniería de la construcción de Arabia Saudita, Universidad Huazhong de Ciencia y

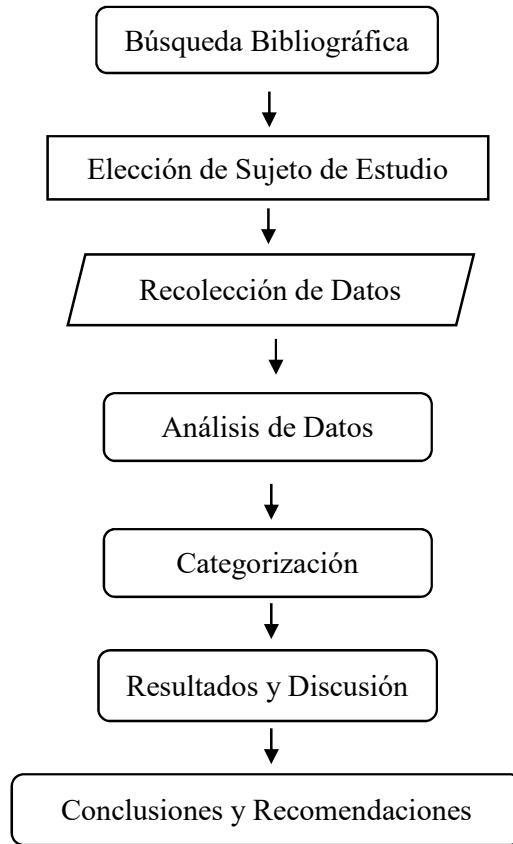
Tecnología de China, Departamento de Ingeniería Estructural de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Alejandría y del edificio de Gestión de la construcción de Egipto (Assaf y Al-hejji, 2006; Aziz y Abdel-hakam, 2016; Boon y Skitmore, 2017; El-razek et al., 2009; Gebrehiwet y Luo, 2017), ya que se basaron en varios resultados de autores internacionales referente a cambios de diseño en proyectos de ingeniería civil en general, donde definieron varios grupos para categorizar las razones según sus incidencias como se detalla en la tabla 1, sirviéndonos de esta manera como base para realizar nuestra categorización a variaciones de diseño producidos en los proyectos objeto de estudio con fundamento técnico.

**Tabla 1:** *Categorización según sus incidencias*

RAZONES	AUTORES
<b>Categoría Inducida por Cliente</b>	
Cambio de especificación	
Ingeniería de valor (ahorro de costos, materiales alternativos)	
Breve informe del cliente	
Adición / Omisión de alcances	
Requisitos adicionales (características adicionales)	
Deseo de usar nueva tecnología / materiales	
Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	
Toma de decisiones lenta	(Assaf y Al-hejji, 2006; Aziz y Abdel-hakam, 2016; Boon y Skitmore, 2017; El-razek et al., 2009; Gebrehiwet y Luo, 2017)
<b>Categoría Inducida por Consultor</b>	
Falta de coordinación entre diversas disciplinas profesionales / consultores	
Mala comprensión de las necesidades del cliente	
Insuficiente investigación del suelo antes del diseño	
Erróneas / discrepancias en los documentos de diseño	
Omisiones de diseño / dibujos incompletos	
Diseño desactualizado (nueva tecnología / método de construcción)	
Modificación del diseño (mejora)	
Diseño actual demasiado caro	
Constructibilidad ignorada en el proceso de diseño (difícil de construir)	
Cumplimiento de los requisitos de calidad	
Incumplimiento de los requisitos de la autoridad	(Assaf y Al-hejji, 2006; Aziz y Abdel-hakam, 2016; Boon y Skitmore, 2017; El-razek et al., 2009; Gebrehiwet y Luo, 2017)
<b>Categoría Inducida por Contratista</b>	
Solicitud de uso del material disponible	
Métodos de construcción alternativos para la aceleración del cronograma (es decir, uso de encofrados metálicos)	
Para adaptarse al diseño / requisitos de los subcontratistas	
Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	
Escasez de materiales (recursos no disponibles)	
Rectificar errores de construcción	
Mejorar la calidad de los trabajos (defectuoso)	
Mejorar aspectos de seguridad y salud (estructuras temporales, secuencia de trabajos)	
Coordinación de dibujos debido a discrepancias	
Falta de habilidades en ciertos oficios (mano de obra)	
Condiciones imprevistas del terreno (cuestiones geotécnicas)	(Assaf & Al-hejji, 2006; Aziz & Abdel-hakam, 2016; Boon & Skitmore, 2017; El-razek et al., 2009; Gebrehiwet & Luo, 2017)
<b>Categoría Inducida por el Sitio</b>	
Consideraciones de seguridad del sitio (erosión del suelo, andamios, acceso al sitio)	
Enfrentamientos con estructuras adyacentes	
Servicios subterráneos no detectados	(Assaf & Al-hejji, 2006; Aziz & Abdel-hakam, 2016; Boon & Skitmore, 2017; El-razek et al., 2009; Gebrehiwet & Luo, 2017)
<b>Categoría Inducida Externa</b>	
Cambios en las regulaciones gubernamentales, leyes y políticas	
Problema con propiedades adyacentes	
Condiciones económicas (es decir, cambios en la estructura impositiva, tasas de interés, tipos de cambio)	
Requisito de permiso de planificación de la autoridad local	(Assaf & Al-hejji, 2006; Aziz & Abdel-hakam, 2016; Boon & Skitmore, 2017; El-razek et al., 2009; Gebrehiwet & Luo, 2017)

#### 4. Metodología

El esquema siguiente detalla la metodología propuesta para el proceso de este proyecto de investigación.



**Figura 1:** Esquema de la metodología planteada

##### **Búsqueda bibliográfica:**

La metodología se basó en una revisión bibliografía minuciosa de investigaciones publicadas desde el año 2013 en adelante, para lo cual se utilizaron buscadores como Scopus, Science Direct, ProQuest, Scielo y Google Scholar, con el fin de obtener información importante que vaya acorde a este tema de investigación como: cambios de diseños en etapas de ejecución, causas de retraso de obras de construcción y categorización de las razones de cambio, las mismos que nos ayudaran a cumplir con lo propuesto en nuestro estudio. Además, para la revisión bibliográfica se utilizaron palabras

claves como razones de cambio, diseños modificados, ejecución de proyectos, problemas de ejecución.

### **Elección del sujeto de estudio:**

Para la selección de dichos proyectos, al ser ésta investigación un estudio de caso se consideró aspectos importantes tales como la posibilidad de acceso a información, tipo de suelos variados, de gran magnitud, modalidades de ejecución y estado del proyecto (terminado o en proceso). Con estos parámetros se analizaron cuatro proyectos de alcantarillado con la finalidad de determinar las razones de los cambios de diseño que se generan en el proceso de ejecución de la obra.

Una vez elegido los proyectos, mediante un oficio y un acta de confidencialidad (ver anexo 1) se solicitó a la autoridad máxima de los GADS Municipales antes mencionados la autorización para acceder a la documentación requerida de los proyectos objetos de estudio la misma que fue aprobada. Por confidencialidad a los proyectos se los asignó un código representativo.

### **Recolección de datos:**

La recolección de datos se llevó a cabo de forma presencial in situ y basándose en las técnicas de recolección de datos emitidas por el departamento de ciencias de la construcción de la Universidad de Chile se empleó el método de análisis de contenido ya que es una técnica que permite reducir y sistematizar cualquier tipo de información contenida en registros escritos, visuales o auditivos en datos o valores objetivos (Goldsack, 2010) Con este método se pudo recolectar documentación relevante para la investigación como: contrato, metodología de trabajos, presupuesto, cronogramas, planillas e informes técnicos, además, se socializó con los contratistas de cada proyecto y se hablaron de temas como: cambios en los diseños, multas, ampliaciones de plazo e

incremento de volúmenes y se realizó un recorrido con el objetivo de constatar los cambios efectuados.

### **Análisis de datos:**

Con el método de análisis de contenido se evaluaron los cambios generados en cada proyecto para posteriormente categorizarlos y con ayuda de tablas y gráficas se determinó la incidencia tanto de las razones técnicas atribuidas que generan los cambios como de las categorías a las cuales están atribuidas las razones, estos porcentajes también se los realizó de forma global con la finalidad de determinar cuál de éstas son las que predominan en todos los proyectos objeto de estudio.

### **Categorización:**

Para la categorización nos basamos en los estudios realizados por (Assaf y Al-hejji, 2006; Aziz y Abdel-hakam, 2016; Boon y Skitmore, 2017; El-razek et al., 2009; Gebrehiwet y Luo, 2017), debido a que se basaron en resultados de investigaciones internacionales dentro del tema de modificaciones de diseño en proyectos de ingeniería civil en general. Además, porque la categorización que cada uno genera, engloba factores internos y externos que producen los cambios de los diseños originales. De esta manera creamos cinco grupos de categorías las cuales son: inducidas por “cliente, consultor, contratista, de sitio y agentes externos”, con la finalidad de que los cambios generados en los proyectos objeto de estudio se les relacione a incidencias atribuidas a razones técnicas y al grado de responsabilidad de involucrados, para de esta manera realizar tablas y graficas porcentuales.

### **Resultados y discusión:**

Una vez evaluado los cambios generados con la aplicación del método de análisis de contenido, se obtuvo las razones de cambio de los proyectos objeto de estudio, para

posteriormente discutir los resultados obtenidos con el estado del arte encontrado en la búsqueda bibliográfica.

### **Conclusiones y recomendaciones:**

Se formularon conclusiones y recomendaciones fundamentadas en los resultados encontrados en este estudio, que permitieron sintetizar todo el trabajo realizado y dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación.

## **5. Resultados y Discusión**

La búsqueda bibliográfica aportó con los resultados de autores de varias universidades y departamentos de gestión de construcción que sirvieron como base para la elaboración del estado de arte y además para la categorización de las razones técnicas atribuidas a cada cambio.

En la Tabla 1 se muestra la categorización según sus incidencias, donde se da a conocer las razones técnicas y a quien se le atribuye la responsabilidad de los cambios de diseño, además, está estructurada por resultados de cinco investigadores internacionales que nos servirá como base para posiblemente reducir las ocurrencias de variaciones en los diseños de proyectos.

Se seleccionaron cuatro proyectos como sujeto de estudio en: Penipe (P4) y Guamote (P3) ubicados en la parte central de la sierra y que se encuentran 100% ejecutados, Puyo (P1) que tiene un avance de 35% y al de Macas (P2) con un 90% ubicados en la amazonia, todos estos proyectos tienen la modalidad de ejecución: diseño-oferta-construcción, con presupuestos superiores al medio millón de dólares y con plazos que van desde los cinco hasta los catorce meses.

**Tabla 2:** *Características del sujeto de estudio*

<b>Código</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Plazo</b>	<b>Modalidad de ejecución</b>
P1	Puyo	3'235.481,28	12 meses	Diseño – Oferta - Construcción.
P2	Macas	1'709.308,61	8 meses	Diseño – Oferta - Construcción.
P3	Guamote	3'998.085,28	14 meses	Diseño – Oferta - Construcción.
P4	Penipe	660.738,11	5 meses	Diseño – Oferta - Construcción.

Al recopilar información necesaria de cada uno de éstos, se obtuvo las razones del porque no se ejecutaron los proyectos según diseños originales, cabe indicar que estos dos últimos pertenecen a subsistemas debido a que el proyecto global se los subdividió por etapas, todo esto nos condujo a cumplir con los objetivos planteados permitiéndonos visualizar los resultados expresados en tablas y gráficas.

Las tablas que se presenta a continuación contienen los cambios generados en los proyectos objeto de estudio, en donde se les atribuyo una razón técnica por cada cambio, asimismo estas razones fueron inducidas al grado de responsabilidad de involucrados.



### 5.1. Resultados Proyecto 1 (P1) “Zona 3 Puyo”

**Tabla 3:** Interrelación entre la razón generado en el proyecto P1 con la razón técnica y categoría atribuida.

<b>PROYECTO 1</b>				
N.-	<b>Razón Generada en Proyecto</b>	<b>Cambio</b>	<b>Razón Técnica Atribuida</b>	<b>Categoría</b>
<b>1</b>	Suelo arcilloso, Abatimiento del nivel freático, Ríos colindantes	Rediseño de la planta de tratamiento	Condiciones imprevistas del terreno (cuestiones geotécnicas)	Inducida por contratista
			Cambio de requisito / especificación	Inducida por cliente
			Consideraciones de seguridad del sitio (erosión del suelo, andamios, acceso al sitio)	Inducida por el sitio
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida por consultor
<b>2</b>	Intensidad y la Concurrencia de lluvias, Redes existentes y Acometida Domiciliaria	Mayoración de los diámetros en la red de Alcantarillado Sanitario	Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	Inducida por cliente
			Falta de coordinación entre diversas disciplinas profesionales / consultores	Inducida por consultor
			Rectificar errores de construcción	Inducida por contratista
			Servicios subterráneos no detectados	Inducida por el sitio
<b>3</b>	Estudio Geotécnico de suelos	Aumento de plazo	Insuficiente investigación del suelo (SI) antes del diseño	Inducida por consultor
			Condiciones imprevistas del terreno (cuestiones geotécnicas)	Inducida por contratista
			Consideraciones de seguridad del sitio (erosión del suelo, andamios, acceso al sitio)	Inducida por el sitio

## 5.2. Resultados Proyecto 2 (P2) “Zona 6 Macas”

**Tabla 4:** Interrelación entre la razón generado en el proyecto P2 con la razón técnica y categoría atribuida.

PROYECTO 2				
N.-	Razón Generada en Proyecto	Cambio	Razón Atribuida	Categoría
1	Las cotas mostradas en los perfiles no correspondían a la realidad del terreno	Reubicación de ejes de colectores	Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
			Coordinación de dibujos debido a discrepancias	Inducida Por Contratista
2	No se consideró en muchos casos la profundidad de las redes para captar las viviendas	Profundización de redes implicando mayores cortes	Adición / Omisión de alcances	Inducida Por Cliente
			Diseño desactualizado (nueva tecnología / método de construcción)	Inducida Por Consultor
			Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
3	La profundización requerida en ciertos casos implica necesariamente cambiar el trazado vertical con las pendientes adecuadas y con ello el correspondiente dimensionamiento hidráulico	Cambio en diámetros	Problema con propiedades adyacentes	Inducido Externo
			Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Constructibilidad ignorada en el proceso de diseño (difícil de construir)	Inducida Por Consultor
4	No se consideran redes de alcantarillado en tramos consolidados hace muchos años y que deben ser servidas	Incorporación de redes	Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
			Adición / Omisión de alcances	Inducida Por Cliente
5	Los planos no muestran la ubicación de sumideros	Cambio en número de sumideros contratados	Mala comprensión de las necesidades del cliente	Inducida Por Consultor
			Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	Inducida Por Cliente
6	No se considera la interferencia con el embaulado del principal curso de agua que atraviesa la ciudad. se debe considerar también que las redes deben empatarse al colector principal de la calle 9 de octubre, por ende todos los niveles y pendientes del diseño original variarán	Ajuste diseño vertical	Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
			Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
			Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Constructibilidad ignorada en el proceso de diseño (difícil de construir)	Inducida Por Consultor
			Métodos de construcción alternativos para la aceleración del cronograma (es decir, uso de encofrados metálicos, IBS)	Inducida Por Contratista
Enfrentamientos con estructuras adyacentes	Inducida Por El Sitio			
Problema con propiedades adyacentes	Inducido Externo			
Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	Inducida Por Cliente			
7	Se puede modificar la concepción del trazado del eje principal de la tubería de 1000 mm HA en la calle 9 de octubre disminuyendo cortes muy profundos y por tanto excavaciones.	Cambio configuración redes principales	Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Erróneas / discrepancias en los documentos de diseño	Inducida Por Consultor
			Métodos de construcción alternativos para la aceleración del cronograma (es decir, uso de encofrados metálicos, IBS)	Inducida Por Contratista
8	Planos originales no contienen el detalle para el derivador en el Pasaje Los Canelos y su posterior conexión al Interceptor	Diseño redes derivación Los Canelos	Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista

9	Se debe proyectar un interceptor en el Plaza yacu y buscar su conexión a la red a construir en el punto más bajo en la calle Riobamba entre Don Bosco y 9 de octubre	Incorporación de un Interceptor Sanitario de tubería 200 mm PVC	Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	Inducida Por Cliente
			Mala comprensión de las necesidades del cliente	Inducida Por Consultor
			Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
10	Se dejaban varias viviendas sin servicio como es en el caso de la calle Pastaza, descargas sanitaria y pluvial de la Unidad Educativa Don Bosco	Incorporación de nueva derivación y paso elevado en estructura metálica para empate al Interceptor existente	Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	Inducida Por Cliente
			Falta de coordinación entre diversas disciplinas profesionales / consultores	Inducida Por Consultor
			Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
			Enfrentamientos con estructuras adyacentes	Inducida Por El Sitio
			Problema con propiedades adyacentes	Inducido Externo
11	Las pendientes para las tuberías de 1000mm y 1200 mm en Hormigón Armado deben ser lo más cercanas al 1 por ciento como mínimo.	Cambio en pendientes tuberías de Hormigón Armado	Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista
12	La planimetría consta de varios quiebres innecesarios ya que se puede dar un trazo continuo empleando radios adecuados	Ajuste diseño en planta y perfil	Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Erróneas / discrepancias en los documentos de diseño	Inducida Por Consultor
			Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
13	El tramo final de descarga prevé cruzar la vía al Puyo planteando un relleno, ninguno de estos dos aspectos es técnicamente viable puesto que existe al momento un embaulado y un relleno de grandes dimensiones, por lo que se debe realizar la descarga antes de cruzar la mencionada vía	Cambio de ubicación punto de descarga final	Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	Inducida Por Cliente
			Erróneas / discrepancias en los documentos de diseño	Inducida Por Consultor
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista
			Enfrentamientos con estructuras adyacentes	Inducida Por El Sitio
14	El diseño del canal con rugosidades artificiales no contempla la distribución adecuada de éstas acorde al tipo asumido que es de Barras cortadas	Cambio de distribución de rugosidades artificiales	Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Falta de coordinación entre diversas disciplinas profesionales / consultores	Inducida Por Consultor
			Mejorar la calidad de los trabajos (defectuoso)	Inducida Por Contratista
15	La sección planteada al tener rugosidades artificiales como medio para disipación de energía no contempla el hecho de que el nivel del agua se eleva por efectos de aireación	Aumento de sección	Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
			Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
16	Se plantean pozos de revisión en el canal, que deberían tener dimensiones muy considerables, en su lugar se colocan únicamente conos de revisión para permitir el acceso al mismo.	Eliminación de pozos de revisión en canal de descarga	Cambio de requisito / especificación	Inducida Por Cliente
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista
			Enfrentamientos con estructuras adyacentes	Inducida Por El Sitio

### 5.3. Resultados Proyecto 3 (32) “Zona 3 Guamote”

**Tabla 5:** Interrelación entre la razón generado en el proyecto P3 con la razón técnica y categoría atribuida.

PROYECTO 3				
N.-	Razón Generada en Proyecto	Cambio	Razón Técnica Atribuida	Categoría
1	La consultoría no contaba con este Rubro y es necesario dar mejoramiento para garantizar estabilidad.	Elaboración de nuevos ensayos de suelos para la implantación de elementos estructurales.	Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
			Insuficiente investigación del suelo (SI) antes del diseño	Inducida Por Consultor
2	No cuenta con el recubrimiento mínimo del acero de refuerzo en paredes que están en contacto con el suelo que es de 7.5cm (ACI 350)	Rediseño del tanque de reserva de ferro-cemento de 50m3	Diseño desactualizado (nueva tecnología / método de construcción)	Inducida Por Consultor
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista
3	La descarga D3 no tendría la capacidad hidráulica suficiente para descargar 5m3/s por lo que es necesario incluir dos pozos de revisión y una separación de caudales desde el pozo PP 15 Hasta la descarga nueva D4.	Implantación de la descarga D4	Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
4	Topografía mal levantada. En varios tramos existe deslizamiento de los taludes. La línea de conducción afecta al canal de riego.	Rediseño de la línea de conducción de Chacaza	Falta de coordinación entre diversas disciplinas profesionales / consultores	Inducida Por Consultor
			Enfrentamientos con estructuras adyacentes	Inducida Por El Sitio
5	El estudio de suelos ha establecido que el suelo existente no está compactado y que se encontró suelo firme a una profundidad de 8m.	Rediseño del muro de protección de la descarga D2	Insuficiente investigación del suelo (SI) antes del diseño	Inducida Por Consultor
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
6	No se consideraron rubros para las redes eléctricas de alta, media y baja tensión, para las plantas paquete del Plan Maestro de alcantarillado	Aumento del Presupuesto	Falta de coordinación entre diversas disciplinas profesionales / consultores	Inducida Por Consultor
			Reprogramación partida presupuestaria de la entidad	Inducida Por Cliente
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor

			Modificación del diseño (mejora)	Inducida Por Consultor
7	Este tipo de estructuras son diseñadas para ser usadas sin empuje del suelo, es necesario cambiar el espesor de pared a 20 cm y debe ser acompañada de acero de refuerzo.	Rediseño del Tanque de Almacenamiento para el Agua Potable de la Planta Paquete de 12 l/s	Mejorar aspectos de seguridad y salud (estructuras temporales, secuencia de trabajos)	Inducida Por Contratista
			Insuficiente investigación del suelo (SI) antes del diseño	Inducida Por Consultor
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
8	En los estudios realizados los planos no corresponden a la topografía del sitio, Las dimensiones de las plantas no están emparejadas con las necesidades del caudal y la carga contaminante a tratarse.	Rediseño de las Plantas de Tratamiento la Victoria 1 y 2	Para adaptarse al diseño / requisitos de los subcontratistas	Inducida Por Contratista
			Consideraciones de seguridad del sitio (erosión del suelo, andamios, acceso al sitio)	Inducida Por El Sitio
			Consideraciones de seguridad del sitio (erosión del suelo, andamios, acceso al sitio)	Inducida Por El Sitio
9	La pendiente natural del terreno supera el 10%. El suelo es arenoso.	Acceso a la Planta de Tratamiento de Agua Potable de 12 l/s ubicada en el sector de San Juan Samborondon y Carapungo	Mejorar la calidad de los trabajos (defectuoso)	Inducida Por Contratista
			Condiciones imprevistas del terreno (cuestiones geotécnicas)	Inducida Por Contratista
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
10	En el estudio no se consideró puntos Topográficos del emisario. Los terrenos por los que atraviesa la línea de conducción ameritan hacer cortes de hasta 10m de altura.	Rediseño del alcantarillado sanitario marginal; Tramo: P247 (Prolongación General Barriga) - P254 (Ingreso Puente y Planta de Tratamiento 6l/s)	Mejorar aspectos de seguridad y salud (estructuras temporales, secuencia de trabajos)	Inducida Por Contratista
			Condiciones imprevistas del terreno (cuestiones geotécnicas)	Inducida Por Contratista

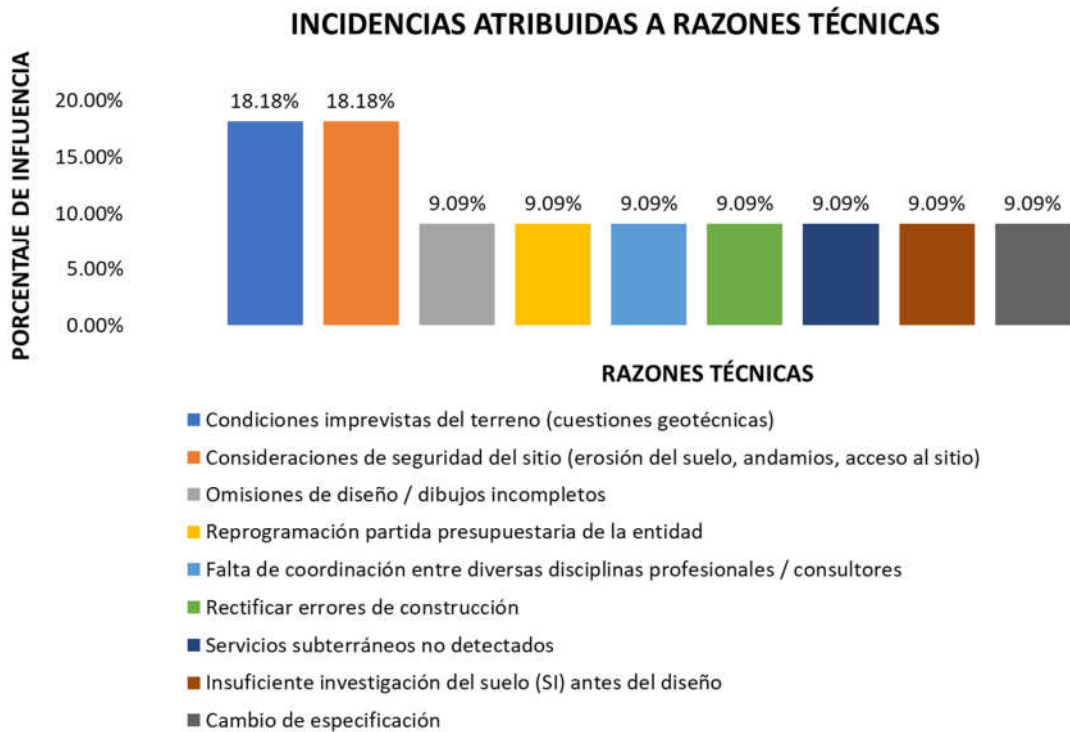
#### 5.4. Resultados Proyecto 4 (P4) “Zona 3 Penipe”

**Tabla 6:** *Interrelación entre la razón generado en el proyecto P4 con la razón técnica y categoría atribuida.*

<b>PROYECTO 4</b>				
<b>N.-</b>	<b>Razón Generada en Proyecto</b>	<b>Cambio</b>	<b>Razón Técnica Atribuida</b>	<b>Categoría</b>
<b>1</b>	Debido a problemas de cruce con el alcantarillado pluvial existente	Cambio de Pendientes	Enfrentamientos con estructuras adyacentes	Inducida Por El Sitio
			Falta de coordinación entre diversas disciplinas profesionales / consultores	Inducida Por Consultor
			Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista
<b>2</b>	No se respetó los ejes correspondientes tanto verticales como horizontales	Rediseños y topografía	Omisiones de diseño / dibujos incompletos	Inducida Por Consultor
			Constructibilidad ignorada en el proceso de diseño (difícil de construir)	Inducida Por Consultor
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista
			Rectificar errores de construcción	Inducida Por Contratista
<b>3</b>	Dificultad de acceso donde se construyó la planta de tratamiento	Construcción de un tramo de vía a la planta de tratamiento	Consideraciones de seguridad del sitio (erosión del suelo, andamios, acceso al sitio)	Inducida Por El Sitio
			Mejora de la construcción (facilidad de construcción)	Inducida Por Contratista
			Constructibilidad ignorada en el proceso de diseño (difícil de construir)	Inducida Por Consultor

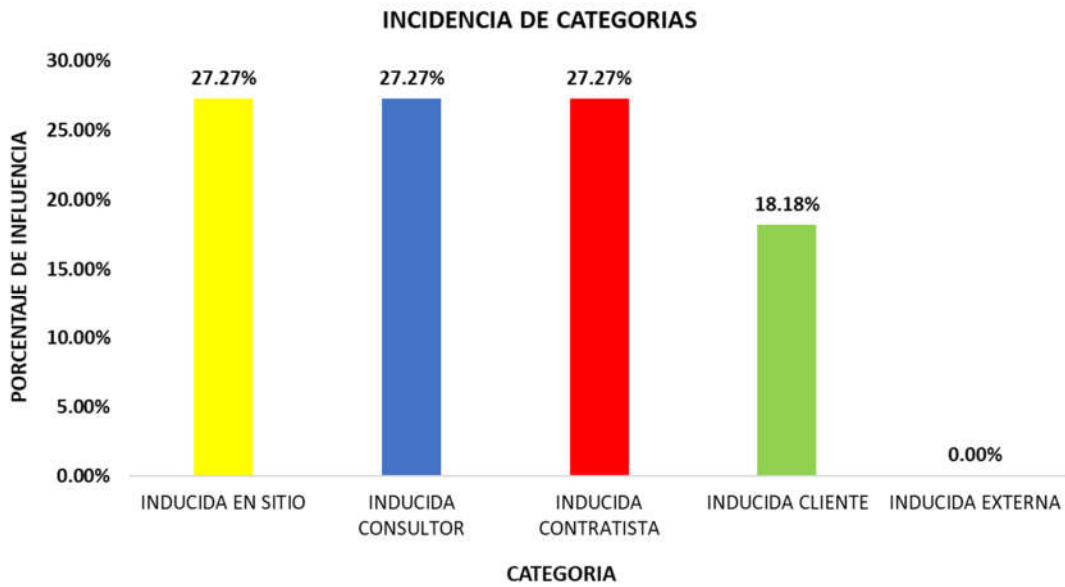
A continuación, se presentan los resultados porcentuales de la relación entre las incidencias atribuidas a razones técnicas y el grado de responsabilidad de los involucrados de los proyectos.

**Proyecto 1 (P1) “Zona 3 Puyo”**



**Figura 2:** Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P1.

Del análisis de la figura 1 tenemos que las modificaciones se deben en primera instancia a condiciones imprevistas del terreno y las consideraciones de seguridad del sitio, debido a una falta concepción en estructuras y de estudios geotécnicos, ya que los suelos eran de tipo arcilloso con un alto nivel freático. Además, la construcción de la planta de tratamiento presentaba poca seguridad debido a que colindaba con dos principales ríos del sector, que en tiempos de invierno el nivel de crecida podría afectar la estructura, demostrándonos de esta manera que los diseñadores omitieron consideraciones importantes para elaborar el estudio.

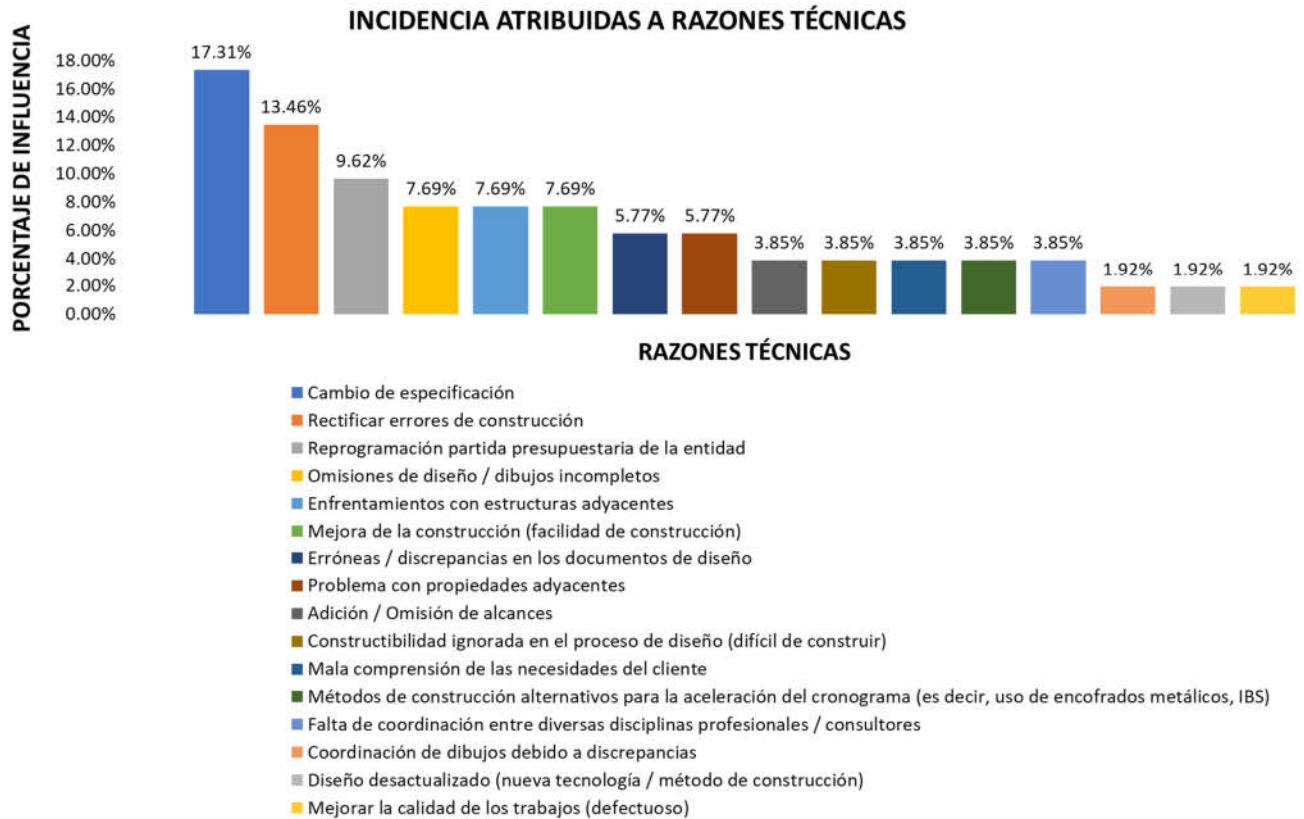


**Figura 3:** Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 1.

En lo referente al grado de responsabilidad de los involucrados, tenemos al consultor y contratista como los autores directos en provocar variaciones en los diseños, generando de esta manera rediseños y retrabajos en el proyecto por falta de conocimiento del sitio y errores en los diseños originales, los mismo que provocaron el incremento de volúmenes de obra y una ampliación del plazo establecido.

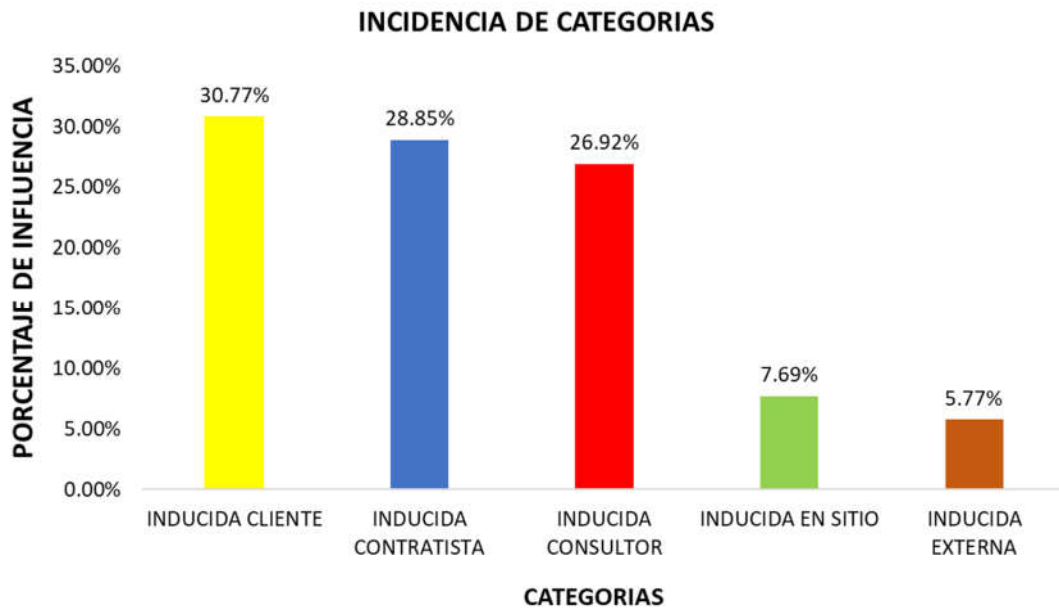


## Proyecto 2 (P2) “Zona 6 Macas”



**Figura 4:** Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P2

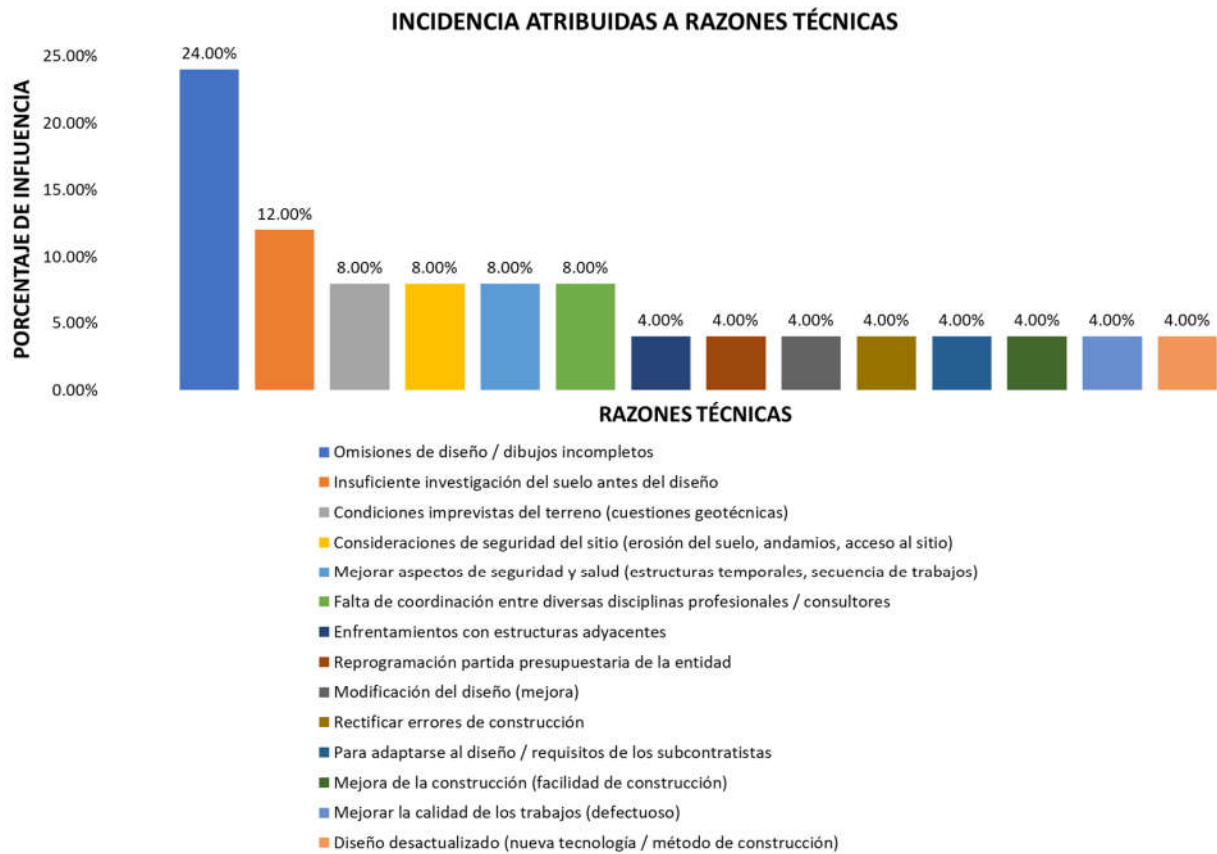
Al relacionar las incidencias atribuidas a razones técnicas con sus porcentajes se definió, que las más importantes son el cambio de especificación y rectificaciones de errores en la construcción realizadas por el contratista, debido al incorrecto levantamiento topográfico, interferencias con estructuras y la reubicación del punto de descarga final del alcantarillado, que indujeron al redimensionamiento hidráulico, disminución de volúmenes de obra y por ende se realizó la reprogramación de la partida presupuestaria. Finalmente, con un menor porcentaje se encuentran las demás razones que no afectaron en gran magnitud la ejecución del proyecto.



**Figura 5:** Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 2.

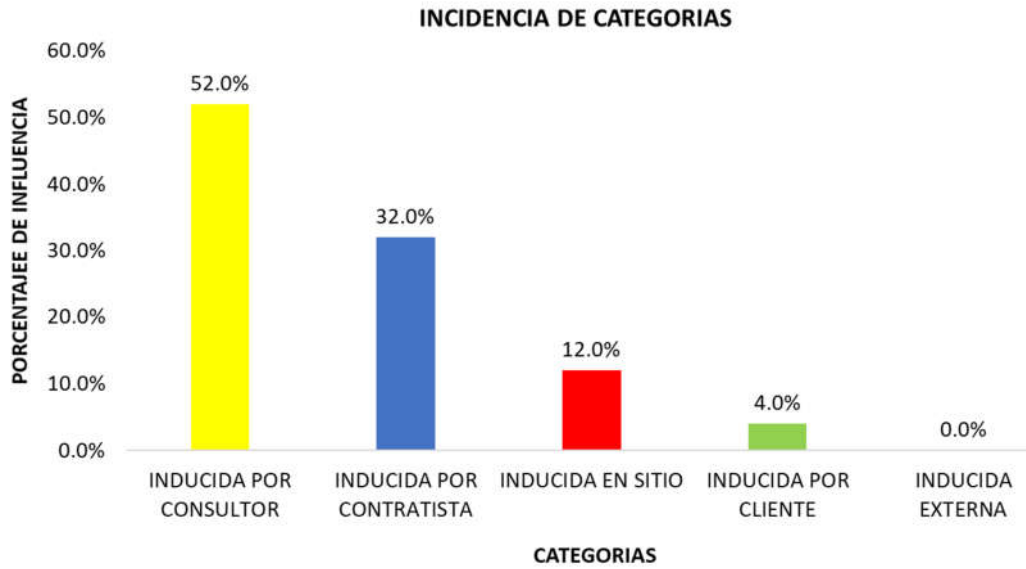
Es notable que en la incidencia por categoría la de mayor grado de responsabilidad recae en el cliente, puesto que las variaciones en los diseños son provocadas por el contratista y el consultor, ya que, al no considerar la intensidad y concurrencia de lluvias e incorporación de nuevas infraestructuras, ocasionaron cambios en la configuración de redes de alcantarillado, incremento de interceptores sanitarios y derivadores, generando retrabajos y retrasos.

### Proyecto 3 (P3) “Zona 3 Guamote”



**Figura 6:** Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P3

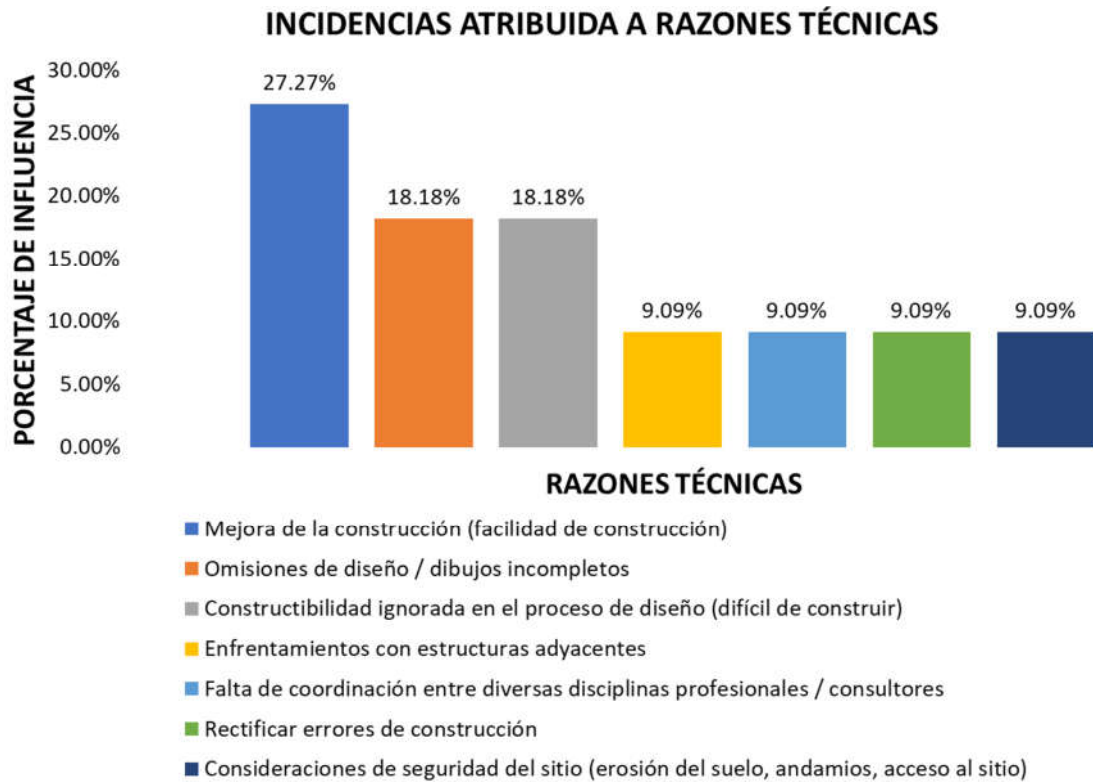
Los cambios en los diseños del proyecto P3 fueron producidos principalmente por el consultor, posiblemente por su poca experiencia, conllevando a omisiones de diseños/dibujos incompletos, insuficiente investigación o ensayos de suelos antes del estudio y poca seguridad del sitio, provocando que el proyecto sufriera varios rediseños: hidráulicos, en muros de protección de la descarga y en plantas de tratamiento que generaron un incremento en el presupuesto y plazo establecido. Las demás razones en su mayoría se atribuyen al contratista debido a que es el llamado a identificar errores o problemas que se crean durante la ejecución de un proyecto.



**Figura 7:** Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 3.

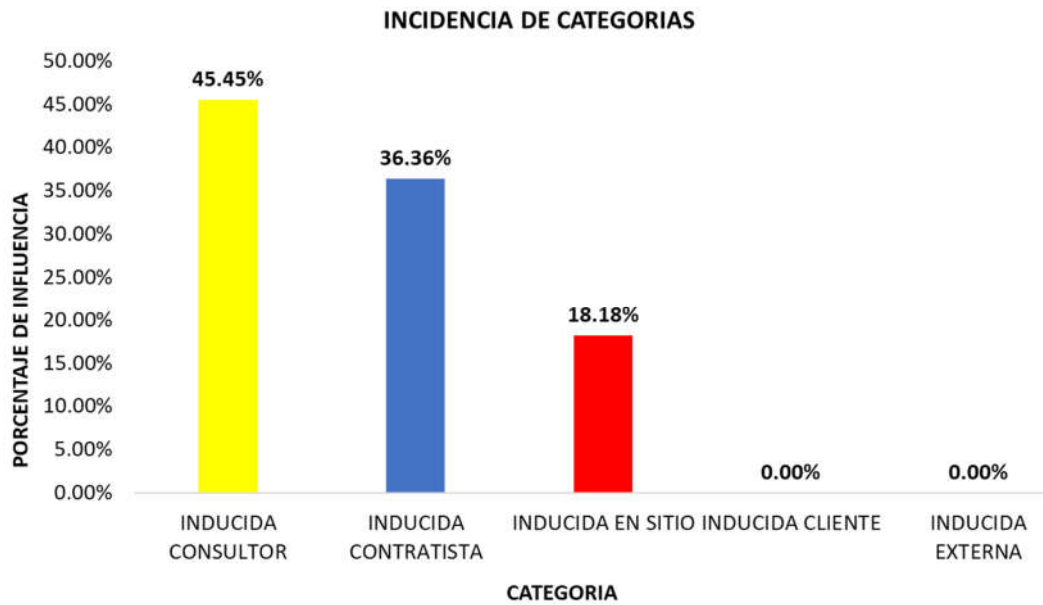
En lo referente a la figura 7, el consultor es el culpable directo en ocasionar que el proyecto sufra retrasos y retrabajo, debido a que la consultoría no contaba con varios rubros para garantizar seguridad, además, existió falencias en la topografía lo que generó que el contratista resuelva varios problemas como la creación de un acceso a la planta de tratamiento para facilitar su construcción y la implementación de una nueva descarga. Todos estos problemas implicaron que la obra se paralice por un tiempo determinado.

## Proyecto 4 (P4) “Zona 3 Penipe”



**Figura 8:** Incidencias de las razones técnicas atribuidas del proyecto P4

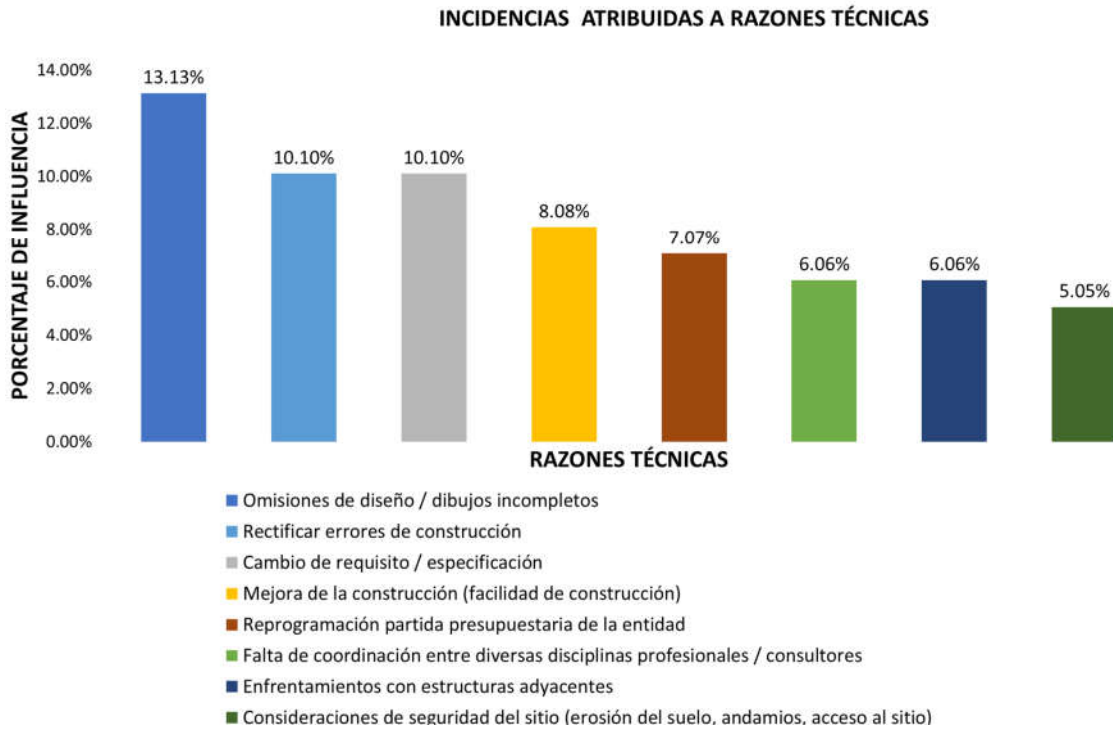
Las razones técnicas para que los proyectos de construcción no se ejecuten como se diseñan originalmente fueron especialmente por: aspectos de mejora en la construcción y constructibilidad ignorada en el proceso de diseño debido a las omisiones en los diseños o dibujos incompletos de consultoría, estas razones de cambio ocasionaron el cruce entre alcantarillados provocando cambio de pendientes en los ramales de alcantarillado y la dificultad de acceso a la planta de tratamiento conllevó a construir un tramo vial para de este modo tener facilidad en su construcción.



**Figura 9:** Grado de responsabilidad de involucrados del proyecto 4.

La categoría atribuida al consultor es la involucrada directa en provocar que el proyecto P3 sufra cambios en la etapa de construcción, debido a que se realizaron varios rediseños a petición del contratista por facilidad en la construcción ante errores encontrados en el sitio, con el objetivo de no realizar retrabajos en la obra y así descartar algún retraso en el cronograma.

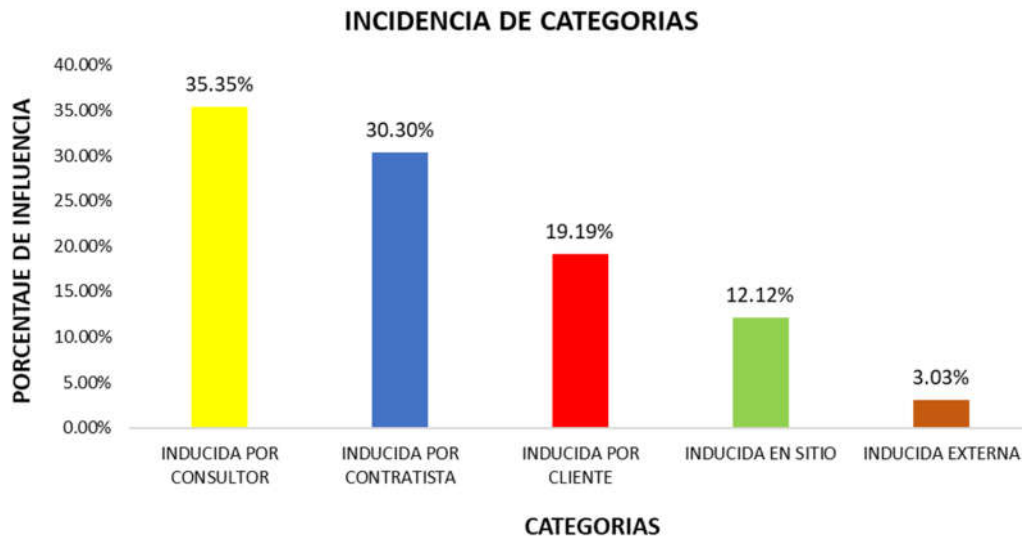
## 5.5. Resultados de la categorización de todos los proyectos



**Figura 10:** Incidencias de las razones técnicas atribuidas de todos los proyectos.

De un análisis global de los cuatro proyectos que son objeto de estudio tenemos los siguientes resultados: en primer plano tenemos las omisiones de diseño / dibujos incompletos, rectificar errores de construcción y cambios de especificación, las cuales generaron la mayor parte de las variaciones en los diseños causando incrementos del presupuesto, volúmenes de obra, ampliaciones de plazo, retrabajo y posiblemente una baja productividad de los mismos, por lo que se concuerda con lo mencionado por (Aziz y Abdel-hakam, 2016; Sunday y Clinton, 2017), donde mencionan que dibujos con omisiones de detalles o mal elaborados, informe de suelos defectuosos y la falta de experiencia del consultor son errores de diseño que conducen a variaciones en proyectos de construcción.

En un segundo plano y no menos importante se encuentran: mejoras de construcción, la reprogramación partida presupuestaria de la entidad, la falta de coordinación, enfrentamientos con estructuras y finalmente las consideraciones de seguridad del sitio, provocaron que los cronogramas establecidos no se cumplan debido a que los estudios tenían errores para lo cual se realizaron rediseños y por ende existieron retrasos en los proyectos afectando a los contratistas.



**Figura 11:** Grado de responsabilidad de involucrados de todos los proyectos.

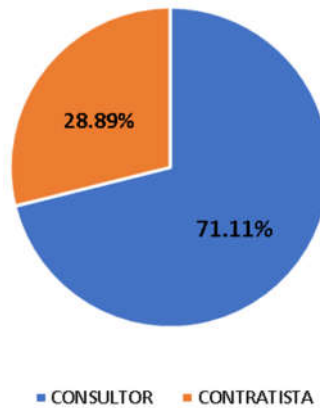
Podemos observar que el mayor grado de responsabilidad en los proyectos involucrados en el estudio son causadas por el consultor y el contratista, ya que son los actores principales en una obra de construcción, teniendo en cuenta que los generados por el consultor llevan al proyecto a tener varios problemas en su etapa de ejecución, por otro lado las modificaciones que el contratista causa son de mejoramiento para el desarrollo y probablemente para la productividad del proyecto debido a que es el llamado a identificar y resolver los problemas provocados por el consultor, por lo que esta investigación coincide con los resultados del estudio realizado en Malasia (Boon y Skitmore, 2017) y por (Agung, Rusdhi y Wibowo, 2015), donde demuestran que la



influencia de los cambios de diseño en etapas de construcción y sobrecostos recaen en el consultor con 40.00% y contratista con 37.00%, y que al conocer la razones y evaluar las mismas servirán como referencias y estrategias apropiadas para reducir la ocurrencia de variaciones en el diseño.

Por otro lado, el grado de responsabilidad atribuido al: cliente, sitio y agentes externos son originados por errores del consultor y rectificaciones del contratista, debido que las razones técnicas atribuidas a estas categorías son consecuencia de las falencias en los diseños, en la siguiente figura se evidencia un valor porcentual mayor de las incidencias del consultor ocasionando que el grado de responsabilidad del contratista derezca:

CONSECUENCIA DEL GRADO DE RESPONSABILIDAD



**Figura 12:** Consecuencia del grado de responsabilidad de involucrados de todos los proyectos.

## **6. Conclusiones**

Una vez que se obtuvo la información sobre los proyectos objeto de estudio, mediante documentación emitida por fiscalización externa y con la aplicación del método de análisis de contenido, se verificó que todos estos proyectos sobrellevaron variaciones en sus diseños originales en la etapa de ejecución. Estos cambios se les atribuye principalmente a razones técnicas como: omisiones de diseño / dibujos incompletos, los cuales provocaron retrabajo y afectaron en el plazo de ejecución; las rectificaciones de errores de construcción y cambios de especificación ocasionaron incrementos en monto y plazo del proyecto, lo que posiblemente generó una baja productividad en los proyectos analizados.

El grado de responsabilidad con mayor incidencia fue provocada por el consultor, debido a insuficiente investigación del sitio donde se genera el proyecto, la desactualización de catastros y probablemente a su poca experiencia, por otro lado las modificaciones generadas por el contratista, implicaron realizar rediseños para evitar retrasos en la ejecución de cada proyecto, lo que nos da a entender que: consultores y contratistas son los responsables directos en generar variaciones en los diseños ya que talvez no pueden administrar de manera eficaz modificaciones prevenibles.

## **7. Recomendaciones**

Para evitar los cambios de diseño originales en los proyectos de construcción de alcantarillado se debe prever que el levantamiento topográfico sea exacto, mantener catastros actualizados y realizar un estudio geotécnico de suelos previo.

Proponemos que los consultores terminen su contrato una vez concluido todo el proyecto y no antes de su ejecución, de esta manera ayudarían administrar eficientemente cambios previsibles.

Al ser el consultor y el contratista actores principales de un proyecto se sugiere que estos tengan una adecuada comunicación ya que son los mayores causantes de modificaciones en una obra civil.

## 8. Bibliografía

- Agung, A. A. G., Rusdhi, H. A., & Wibowo, M. A. (2015). Analysis of factors affecting design changes in construction project with Partial Least Square ( PLS ). *Procedia Engineering*, 125, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.007>
- Assaf, S. A., & Al-hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects, 24, 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010>
- Aziz, R. F., & Abdel-hakam, A. A. (2016). *Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. Alexandria Engineering Journal*. Faculty of Engineering, Alexandria University. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.03.006>
- Boon, J., & Skitmore, M. (2017). *Investigating design changes in Malaysian building projects*. <https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1384714>
- Castillo, L. (2018, January 24). El costo de cinco vías contratadas por el Ministerio de Transporte y Obras públicas se encareció y tuvo retrasos. *El Comercio*, p. 1. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/costo-vias-contratadas-ministeriodetransporte-retrasos.html>
- Diario la Hora. (2018, May 8). Fallas y retrasos persisten en varios proyectos hidroeléctricos de Ecuador. *La Hora*, p. 1. Retrieved from <https://lahora.com.ec/noticia/1102155132/fallas-y-retrasos-persisten-en-varios-proyectos-hidroelectricos-de-ecuador->
- El-razek, M. E. A., Bassioni, H. A., & Mobarak, A. M. (2009). Causes of Delay in Building Construction Projects in Egypt, 134(11), 831–841.
- Gebrehiwet, T., & Luo, H. (2017). Analysis of Delay Impact on Construction Project

- Based on RII and Correlation Coefficient : Empirical Study. *Procedia Engineering*, 196(June), 366–374. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.212>
- Goldsack, L. (2010). Qué técnicas de recolección de datos existen. Chile. Retrieved from [https://www.u-cursos.cl/fau/2010/1/AO1001/12/material\\_docente/bajar?id\\_material=453755](https://www.u-cursos.cl/fau/2010/1/AO1001/12/material_docente/bajar?id_material=453755)
- González, M. (2016, March 3). Cuatro proyectos suspendidos en Solca Quito por deuda del Estado. *El Comercio*, p. 1. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/proyectos-suspendidos-solca-quito-pagos.html>
- Han, S., Love, P., & Peña-Mora, F. (2013). A system dynamics model for assessing the impacts of design errors in construction projects, 57(9–10), 2044–2053.
- Kozlovska, M., Mackova, D., & Spisakova, M. (2016). Survey of Construction Management Documentation Usage in Planning and Construction of Building Project. *Procedia Engineering*, 161, 711–715. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.747>
- Merizalde, R. (2017). Análisis de la evolución del sector de la construcción en el Ecuador en el período 2010 – 2016 y sus efectos en la economía nacional., 27.
- Park, J., Park, B., Cha, Y., & Hyun, C. (2016). Risk Factors Assessment considering Change Degree for Mega-Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 218, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.04.009>
- Rivera, C., & Rodriguez, E. (2018). *Nivel de satisfacción del sistema nacional de contratación pública desde el punto de vista del contratista en ejecución de obras*. Universidad Nacional de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4712>
- Sunday, O., & Clinton, O. (2017). Impact of Design Errors on Variation Cost of

Selected Building Project in Nigeria. *Procedia Engineering*, 196(June), 847–856.

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.016>

## 9. Anexos

### 9.1. Anexo 1: Oficio y acta de confidencialidad



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Carrera de Ingeniería Civil

Riobamba, 29 de mayo de 2018  
Oficio No. 490-DCIC-2018

Ingeniero  
Geovanny Guamán  
**FISCALIZADOR DEL PROYECTO**  
Guamote.

De mi consideración.

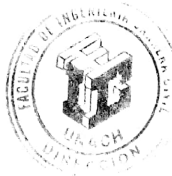
Reciba un cordial y atento saludo, de quienes conformamos la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Por medio del presente tengo a bien solicitarle de la manera más comedida, autorice al Señor CASTILLO CHAVARRA ANDRÉS PATRICIO con cédula de identidad No. 0603954108 y Señor MARTÍNEZ PILCO JOFFRE ALEJANDRO con cédula de identidad No. 1600581498, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil, para que puedan desarrollar en el Plan Maestro de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial de la Cabecera Cantonal de Guamote, el proyecto de investigación con fines académicos, titulado "*RAZONES POR LAS CUALES LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN NO SE EJECUTAN COMO SE DISEÑAN ORIGINALMENTE*", para lo cual es necesario que se les proporcione la información necesaria para el desarrollo de un buen trabajo de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil.

Seguro de contar con su aceptación, anticipo mi agradecimiento.

Atentamente,

Ing. Víctor Velásquez, MsC.  
DIRECTOR DE CARRERA  
INGENIERÍA CIVIL – UNACH  
Elab. Gaby Guerrero



Recibido  
29/05/2018



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DEL CANTÓN GUAMOTE  
ALCALDÍA**



Oficio No. 0314-A-GADMCG-2018  
Guamote, 18 de junio de 2018

Ingeniero  
Victor Velasquez  
**DIRECTOR DE CARRERA INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
Riobamba.-**

De mi consideración:

A nombre del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guamote reciba un atento y cordial saludo, a la vez que auguro éxitos en las funciones que viene desempeñando a favor de sus representados.

Por medio del presente me permito dar contestación a la comunicación presentada mediante Oficio No. 559-DCIC-2018 en el que solicita la autorización para que el Señor CASTILLO CHAVARREA ANDRÉS PATRICIO y Señor MARTÍNEZ PILCO JOFFRE ALEJANDRO, estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, realicen el trabajo de investigación con fines académicos, titulado: **“RAZONES POR LAS CUALES LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN NO SE EJECUTAN COMO SE DISEÑAN ORIGINALMENTE”**, al respecto me permito indicar que el GAD Municipal del Cantón Guamote dará todas las facilidades requeridas, con la finalidad que efectúen su trabajo a entera satisfacción.

Particular que comunico para los fines pertinentes, no sin antes reiterar los sentimientos de consideración y estima.

Atentamente,

**Econ. Luis Ángel Chuquimarca Coro  
ALCALDE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO  
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUAMOTE**

Cc. Dirección de Gestión de Obras Públicas GADMCG

