



**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

**“ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS  
ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN RIOBAMBA.”**

**Autor:**

Lizbeth Nataly Orozco Vallejo

**Tutor:**

Ing. Carlos Israel Montalvo Montenegro

**Riobamba – Ecuador**

**Año 2021**

**REVISIÓN TRIBUNAL**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN RIOBAMBA”**, presentado por Lizbeth Nataly Orozco Vallejo y dirigida por: Ing. Carlos Israel Montalvo Montenegro. 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 constado 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. Carlos Montalvo

.....

**Tutor del Proyecto****Firma**

Mgs. Alfonso Arellano

.....

**Miembro del Tribunal****Firma**

Ing. Jorge Núñez

.....

**Miembro del Tribunal****Firma**

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Carlos Montalvo, Msc, en calidad de Tutor de Tesis que lleva como título:  
**“ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN RIOBAMBA”**,  
CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a la señorita Lizbeth Nataly Orozco Vallejo para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,

.....

Ing. Carlos Montalvo

**Tutor de Tesis**

## AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

Declaro que la responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación corresponde exclusivamente a: Lizbeth Nataly Orozco Vallejo y al Ing. Carlos Israel Montalvo Montenegro, MSc. y el patrimonio intelectual de la misma Universidad Nacional de Chimborazo.



.....  
Srta. Lizbeth Nataly Orozco Vallejo

C.I. 060505666-2

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser el conductor de mi vida, por regalarme salud, sabiduría y fe para superar cualquier obstáculo, a mis angelitos que de seguro interceden por mí y me cuidan desde el cielo y me ayudan a alcanzar mis metas.

A mis padres Nelson y Blanca por su apoyo incondicional, su inmenso amor y por creer siempre en mí, a mi hermano Jhonny quien con sus consejos y ejemplo fue mi guía en momentos importantes.

A mis amigos con quienes a lo largo de la carrera compartimos risas, preocupaciones y apoyo para motivarnos a superar lo que se nos presentaba.

A mis docentes que compartieron sus conocimientos y nos inculcaron el amor por la carrera y un especial agradecimiento a mi tutor Ing. Carlos Montalvo de quien siempre obtuve apoyo con sus conocimientos y comprensión para poder realizar el proyecto.

*Lizbeth Nataly Orozco Vallejo*

**DEDICATORIA**

El presente trabajo es dedicado a mis padres, quienes me enseñaron a luchar por lo que quiero y no rendirme en el camino, a mi hermano Jhonny que siempre me motivó y brindó consejos para superarme, a mi sobrina Dannita que llegó a nuestras vidas para traernos paz y alegría.

En general a mi familia y amigos que confiaron en mí y contribuyeron con un granito de arena para cumplir mi sueño.

*Lizbeth Nataly Orozco Vallejo*

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	X
ABSTRACT.....	XI
CAPITULO I: .....	11.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II: .....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
2. JUSTIFICACIÓN .....	3
CAPITULO III:.....	4
3. OBJETIVOS .....	4
Objetivo General:.....	4
Objetivos Específicos: .....	4
CAPITULO IV: .....	5
4. ESTADO DEL ARTE .....	5
4.1. PROBLEMAS ESTRUCTURALES .....	5
4.1.1. FALLAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO.....	6
4.2. DISEÑO HIDROSANITARIO .....	8
4.3. REVISIÓN DE NORMATIVA VIGENTE.....	10
4.4. ESTUDIOS REALIZADOS REFERENTE A LA PROBLEMÁTICA.....	14
4.5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	15
CAPITULO V:.....	16
5. METODOLOGÍA.....	16
5.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
5.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	17

5.2.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	17
5.3. MATERIALES.....	18
5.4. LEVANTAMIENTO EN CAMPO .....	18
5.5. REPRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS.....	19
5.6. CUANTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
CAPITULO VI: .....	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
6.1. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO EN CAMPO.....	21
6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	26
6.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS POR BARRIOS Y DISCUSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA .....	29
CAPITULO VII: .....	33
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	33
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	35
9. ANEXOS .....	38

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Diámetros máximos admisibles para tuberías embebida en columna considerando sus dimensiones.....	12
<b>Tabla 2</b> Materiales utilizados para el desarrollo del Trabajo .....	18
<b>Tabla 3</b> Porcentaje de Afectación en área en la zona de estudio en la ciudad de Riobamba.....	27
<b>Tabla 4</b> Porcentaje de Afectación de predios de la zona de estudio en la Ciudad de Riobamba.	27
<b>Tabla 5</b> Resultado por barrios de estudio.....	29
<b>Tabla 6</b> Tabla resumen de Afectación de la zona de estudio en Riobamba.....	30
<b>Tabla 7.</b> Deficiencias identificadas en las estructuras Afectadas.....	32



## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Diagramas de Cortante, Momento y Deformación en vigas .....	7
<b>Ilustración 2.</b> Unión Viga – Columna .....	8
<b>Ilustración 3.</b> Instalación tubería por cielo raso .....	9
<b>Ilustración 4.</b> Instalación tubería placa maciza .....	10
<b>Ilustración 5.</b> Disposiciones estipuladas en ACI 318, para embeber tuberías en vigas o losas ..	13
<b>Ilustración 6.</b> Diagrama del proceso metodológico.....	16
<b>Ilustración 7.</b> Delimitación del área de estudio en el Ecuador (izq.) y en Riobamba urbano (der). .....	17
<b>Ilustración 8.</b> Demarcación de predios en Tabla de contenidos .....	19
<b>Ilustración 9.</b> Cruce de tuberías en vigas.....	21
<b>Ilustración 10.</b> Cruce de tuberías en Vigas.....	22
<b>Ilustración 11.</b> Tuberías atravesando Vigas (Edificaciones de 4 o más pisos).....	22
<b>Ilustración 12.</b> Cruce de tuberías por centro de Viga .....	23
<b>Ilustración 13.</b> Tuberías en unión Viga-Columna .....	24
<b>Ilustración 14.</b> Desprendimiento de Concreto, tubería y acero expuesto.....	24
<b>Ilustración 15.</b> Corte de elementos por tuberías en edificios en construcción .....	25
<b>Ilustración 16.</b> Vigas atravesadas por dos o más tuberías en un solo punto.....	25
<b>Ilustración 17.</b> Tubería embebida en columna .....	26
<b>Ilustración 18.</b> Porcentaje por Área.....	27
<b>Ilustración 19.</b> Porcentaje por predios Afectados.....	28
<b>Ilustración 20.</b> Mapa de Resultados del área de estudio en la ciudad de Riobamba .....	28
<b>Ilustración 21.</b> Gráfico de los resultados del área afectada por la problemática en la Zona de estudio del Cantón Riobamba .....	31
<b>Ilustración 22.</b> Porcentaje de Predios afectados por la problemática en la zona de estudio del Cantón Riobamba.....	31

## RESUMEN

La ciudad de Riobamba presenta una gran demanda en construcción de estructuras civiles, provocando que el número de construcciones aumente de forma rápida y en ocasiones desordenada, razón por lo cual se puede pasar por alto el cumplimiento de ciertas normativas y controles de diseño, ocasionando que se presenten fallas en las estructuras. Existe un sin número de actividades que se debe considerar al momento de construir una edificación, una de ellas son las instalaciones hidrosanitarias que constituyen una parte fundamental en el bienestar de la edificación. El presente trabajo se enfocó precisamente en estas instalaciones considerando que se pueden presentar errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias ocasionando problemas estructurales, los cuales se identificaron mediante una cuantificación en el sector Norte de la ciudad específicamente en barrios aledaños a la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Campus Norte “Edison Riera”, considerándose una zona de crecimiento y expansión. Para ello se realizó levantamiento en campo en el cual se catalogan a las estructuras como afectadas, no afectadas o no identificadas, posteriormente utilizando la herramienta ArcGIS para marcar los predios afectados, y de esta manera obtener el porcentaje de afectación, dando como resultado que un 35.22% de las edificaciones se ven afectadas por dicha problemática, observando que la falla más recurrente es el corte en vigas causada por el paso de las instalaciones hidrosanitarias, reduciendo de esta manera su área de trabajo.

**Palabras clave:** controles de diseño, instalaciones hidrosanitarias, problemas estructurales, levantamiento en campo, catalogar, porcentaje de afectación.

## ABSTRACT

The city of Riobamba presents a great demand in construction of civil structures, causing the number of constructions to increase rapidly and sometimes in a disorderly manner, reason for which the compliance of certain regulations and design controls can be overlooked, causing failures in the structures. There are a lot of activities that must be considered when constructing a building, one of them being the plumbing installations, which are a fundamental part of the building's wellbeing. The present work focused precisely on these facilities considering that errors can occur in the design and construction of plumbing facilities causing structural problems, which were identified through a quantification in the northern sector of the city, specifically in neighborhoods adjacent to the National University of Chimborazo (UNACH), North Campus "Edison Riera", considered an area of growth and expansion. For this purpose, a field survey was carried out in which the structures were catalogued as affected, not affected or not identified, subsequently using the ArcGIS tool to mark the affected properties, and in this way obtain the percentage of affected, giving as a result that 35.22% of the buildings are affected by this problem, observing that the most recurrent failure is the cut in beams caused by the passage of the hydro-sanitary installations, thus reducing their working area.

**Key words:** design controls, hydro-sanitary installations, structural problems, field survey, cataloging, percentage of damage.

Reviewed by:  
Ms.C. Ana Maldonado León  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.I.0601975980

## **CAPITULO I:**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años el sector de la construcción se ha posicionado como una de las actividades más importantes, no obstante varias edificaciones se realizan de una manera incorrecta, ocasionando que las edificaciones sean vulnerables a eventos fortuitos como un sismo, teniendo en cuenta que la mayor parte del país se encuentra en zonas sísmicas de alto riesgo, donde los movimientos telúricos son impredecibles, razón por la cual es esencial que las edificaciones deban ser construidas bajo varias normativas y técnicas de manera que asegure la gestión de calidad de las edificaciones, lo cual no es así, debido a que muchas de las construcciones se realizan con poco o nulo control (Casignia & Vargas, 2013).

Varias de las deficiencias en las estructuras tienen origen por la falta de integración de sus etapas, como lo son las redes hidrosanitarias y la parte estructural que deben estar íntimamente ligadas. Las instalaciones hidrosanitarias es una actividad tan importante como cualquier otra y considerarlas independientemente ocasionaría que en lo posterior se presenten problemas por realizar perforaciones en la estructura para conectar estas instalaciones a la edificación (Gómez & Palacios, 2011). Al momento de llevar a cabo el diseño y construcción de estas instalaciones se omiten varias recomendaciones presentadas en la Normativa Ecuatoriana con respecto a la inserción en elementos estructurales, como por ejemplo las bajantes de agua que se encuentran atravesando vigas, disminuyendo el área de trabajo y por lo tanto su capacidad de resistencia, precisamente este tipo de deficiencias provocan afectaciones a la obra.

Actualmente este tema no es muy abordado y no existe una cuantificación de que tan persistente es el problema en nuestra ciudad, sin embargo con el fin de evidenciar estas deficiencias mediante una inspección visual se analizaron las edificaciones en una zona de expansión urbana en los barrios aledaños a la UNACH, Campus Norte “Edison Riera”, en donde podemos encontrar barrios consolidados, centros educativos, centros comerciales, considerándose que en este sector se ha ocasionado un incremento de población y por ende un aumento de viviendas, razón por la cual esta zona se convierte en un potencial para desarrollar proyectos inmobiliarios (Carrera, 2017).

El objetivo de esta investigación es determinar el porcentaje de la incidencia de problemas estructurales relacionados a errores en instalaciones hidrosanitarias, además de que este estudio pudiera servir como referente para investigaciones similares sobre la problemática en otros sectores y ciudades.

## **CAPITULO II:**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2. JUSTIFICACIÓN**

Las instalaciones hidrosanitarias es una parte de las numerosas actividades que se ejecutan en obra, y es necesario prestar una especial atención en su diseño y ejecución, debe ser supervisada por las autoridades de control pertinentes para evaluar el cumplimiento de la normativa (Pulido & Wilches, 2017). Además cada una de las actividades que forman parte de una edificación deben estar íntimamente relacionadas entre sí, de esta manera se pretende mitigar los problemas que se pueden presentar posteriormente, ya que al momento que se integran las instalaciones hidrosanitarias a las edificaciones se realizan perforaciones en elementos de gran importancia dentro de una estructura como lo son las vigas, columnas y muros, sin considerar los requerimientos establecidos en normativas como la NEC-11 y la ACI 318, razón por la que se producen problemas estructurales.

Al desarrollar esta investigación se evidencia que actualmente no existen documentos en los que se cuantifique que tan persistente es en nuestra ciudad los problemas estructurales que son ocasionados por errores en instalaciones hidrosanitarias, es por este motivo que se ve la necesidad de determinar un porcentaje de incidencia de esta problemática para analizar si se considera relevante y de esta manera servir como referencia en investigaciones futuras, con el fin de evidenciar la incidencia de este problema se trabajó en el sector de la UNACH vía a Guano.

## **CAPITULO III:**

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General:**

Obtener una estimación porcentual de incidencia de problemas en estructuras civiles debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias, identificar las posibles causas de estos y proponer alternativas que mitiguen la incidencia de esta problemática

#### **Objetivos Específicos:**

- Identificar mediante inspecciones visuales las casas y edificios de sectores aledaños a la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte “Edison Riera”, que presente problemas en la infraestructura debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias.
- Utilizar la plataforma ArcGIS y el catastro municipal para marcar las viviendas que presentan dichos errores.
- Utilizar las herramientas de Geoestadística de ArcGIS para obtener valores cuantitativos de la zona afectada por la problemática descrita anteriormente.
- Determinar en base a los resultados obtenidos si el problema es relevante y requiere un mayor control y seguimiento por parte de las autoridades.
- Analizar posibles causas de la ocurrencia de dichos problemas
- Proponer alternativas para evitar el aumento de infraestructuras civiles que se vean afectadas por esta problemática.

## **CAPITULO IV:**

### **4. ESTADO DEL ARTE**

La industria de la construcción, específicamente el sector de viviendas es una de las actividades más desarrolladas en nuestro país, el alto crecimiento y mayor demanda de nuevas viviendas de forma rápida, puede ocasionar en algunos casos edificaciones realizadas mediante construcciones con autodiseño arquitectónico y estructural, autogestión, construcción por partes, etc. empobreciendo de esta manera el sistema constructivo, originando errores en la construcción(Casignia & Vargas, 2013). Todas y cada una de las fases de la construcción deben ser supervisadas, y ninguna de ellas se debe concebir como un hecho aislado tanto la parte estructural, arquitectónica e instalaciones técnicas. En primera instancia el objetivo del diseño estructural es ofrecer una estructura segura y económica, entendiendo por seguridad la capacidad resistente de la estructura para servir sin fallas durante su vida útil(Riddell & Hidalgo, 2010).

#### **4.1. PROBLEMAS ESTRUCTURALES**

Al momento de hablar de problemas estructurales es indispensable tener la idea de vulnerabilidad en las estructuras. La vulnerabilidad se manifiesta a través de patologías de las edificaciones ocasionando numerosos efectos, desde pequeños daños hasta grandes deformaciones lo cual puede ocasionar un colapso (Cortes & Perilla, 2017).

Uno de los fenómenos típicos que se pudo apreciar en la inspección visual era la corrosión de armaduras produciendo desgaste del acero del concreto, reduciendo su sección transversal y la capacidad de adherencia con lo que se perjudica también su capacidad para soportar las cargas ejercidas en los elementos estructurales(Gómez & Palacios, 2011).



Las estructuras son construidas y proyectadas con el fin de soportar una serie de acciones de diferentes características y magnitudes, de manera que lleguen al final de su vida útil bajo condiciones aceptables de servicio. Sin embargo, puede presentarse cambios, durante la concepción del proyecto o durante la ejecución de la estructura que puedan afectar de manera negativa la capacidad de resistencia de la misma, y que puedan llevar a ocasionar fallas en las estructuras (Luizaga, 2005).

#### **4.1.1. FALLAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

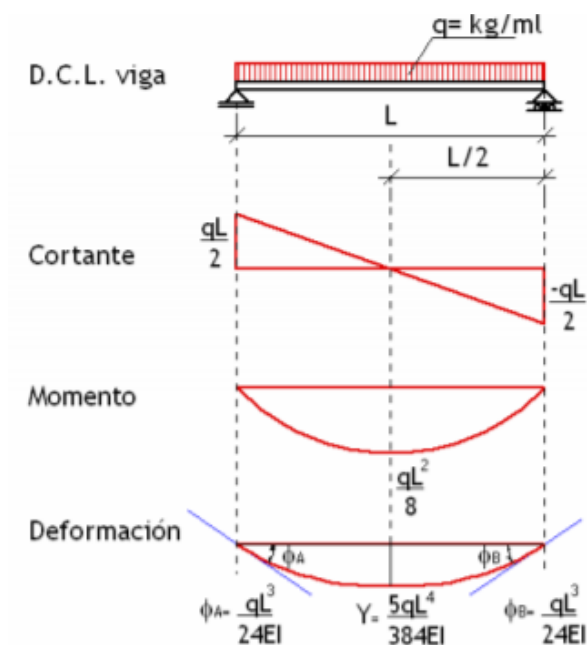
Las fallas que ocurren en estructuras de concreto se pueden dar por muchas razones, sin embargo, y haciendo énfasis en nuestra investigación se resalta:

Las fallas en el diseño del proyecto que se da por la carencia de integración entre las partes de la estructura, tales como la parte arquitectónica, estructural, instalaciones hidrosanitarias, luminaria, etc. Fallas en el proceso de construcción al pretender unir o conectar las instalaciones, perforando la estructura.(Gómez & Palacios, 2011).

En muchos países de Latinoamérica entre ellos nuestro país, las normas de construcción sismo resistentes no han sido efectivamente aplicadas, por esta razón cuando se presentan eventos fortuitos como sismos los daños pueden llegar a ser muy severos(Otavalo, 2017).

Al igual que las de columnas, las vigas al ser un elemento constitutivo tan importante en la edificación se debe prestar atención al momento de su diseño y construcción, sin embargo se puede cometer ciertos errores que impiden el correcto funcionamiento de estos elementos tan importantes, como es el caso de vigas que son atravesadas por instalaciones técnicas como las hidrosanitarias disminuyendo la sección del elemento y por lo tanto la resistencia a cortante de las vigas, debido a la presencia hueca en reforzado de vigas de hormigón(Salaman Al-Gasham, 2015).

Para analizar estos elementos es importante considerar también los diagramas de momento flector y fuerza cortante de una viga, se puede observar la tensión que se experimenta en el elemento, siendo que las mayores tensiones a flexión y las mayores deformaciones se localiza en el centro de su vano, por ser el punto más alejado de los apoyos, como se muestra en la Ilustración 1.

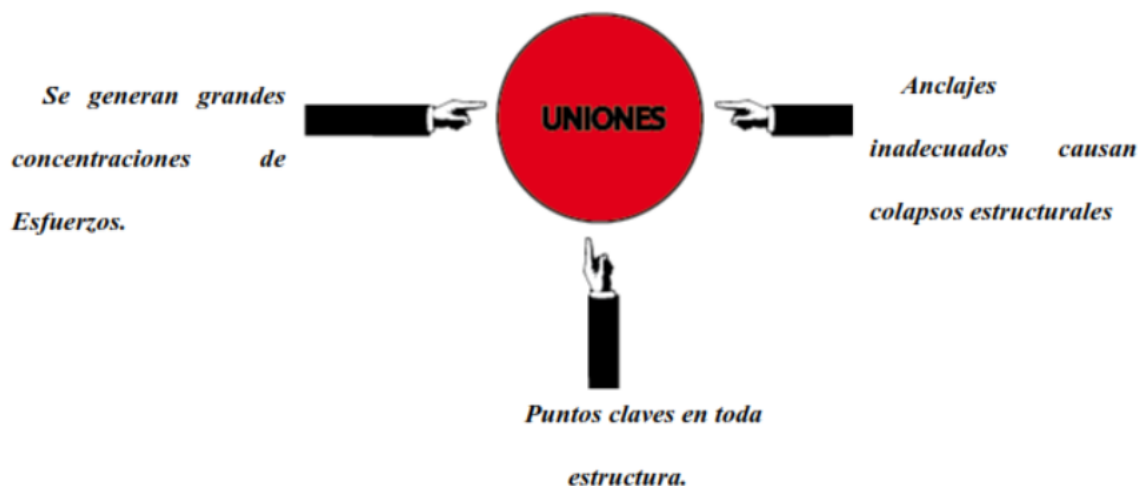


*Ilustración 1. Diagramas de Cortante, Momento y Deformación en vigas*

*Fuente:* (Veas & Chang Lou, 2000)

### Unión Viga – Columna

Este tipo de fallas causa discontinuidad en la rigidez lateral ocasionando el colapso de la estructura. En las conexiones entre los elementos estructurales se originan elevadas concentraciones de esfuerzos, por tal motivo es de vital importancia la supervisión en esta fase (Otavalo, 2017).



**Ilustración 2. Unión Viga – Columna**

*Fuente:* (Otavalo, 2017)

## 4.2. DISEÑO HIDROSANITARIO

Este diseño consiste en la red encargada de la conducción, distribución y almacenamiento de agua potable, de aguas negras y recolección y conducción de aguas lluvias de manera que asegure el buen funcionamiento de la edificación (Barbosa & Molina, 2011).

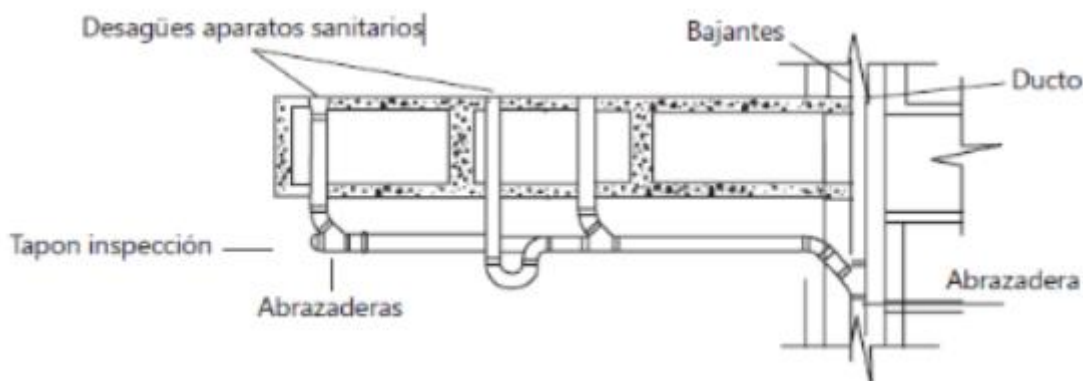
Para el diseño y ejecución de las instalaciones hidrosanitarias se debe seguir varias recomendaciones, sin embargo como lo han indicado (Pulido & Wilches, 2017) en su investigación, en la fase de instalaciones técnicas se omiten demasiadas normas y técnicas, provocando que se presenten deficiencias, las cuales ocasionan afectaciones en toda la obra, tanto económicos, administrativos y estructurales.

En ocasiones se comete el error de perforar vigas como fue el caso más frecuente que se encontró en la inspección visual que se realizó en nuestra zona de estudio, afectando de esta manera la resistencia del concreto y del acero de refuerzo, a su vez también puede causar afectaciones en la distribución de los refuerzos ocasionando deformaciones que talvez no fueron consideradas al momento de la modelación de la estructura (Cortes & Perilla, 2017).

A menudo se presentan aberturas y orificios en vigas y columnas de hormigón para permitir el acceso de servicios como tuberías para fontanería y cableado eléctrico, sin embargo no se considera que la capacidad de deformación plástica y la disipación de energía puede que no sea la adecuada para garantizar un confinamiento eficaz(Salaman Al-Gasham, 2015).

Cabe recalcar también que la información existente y la normativa que se refiera a la colocación y ubicación de este tipo de instalaciones es limitada, en normativa se hace referencia a los diámetros de tuberías, y menciona en una parte sobre los encamisados o ductos que son aquellos que alberga en su parte interna (hueca) las tuberías de fluidos del edificio, se presenta de diferentes formas puede ser rectangular o circular. Se conoce como columnas falsas cuando están ubicadas verticalmente y están intercaladas entre la pared y la columna y viga falsa cuando están en sentido horizontal y se sustenta entre losas y vigas, están ubicadas sobre el techo falso o cielo raso. Estos ductos brindan protección a las instalaciones y facilidad en la instalación y mantenimiento(Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC-11], 2011). Para una mejor disposición de las instalaciones hidrosanitarias, los planos de estas instalaciones deben ser acorde con los planos de diseño arquitectónico y estructural.

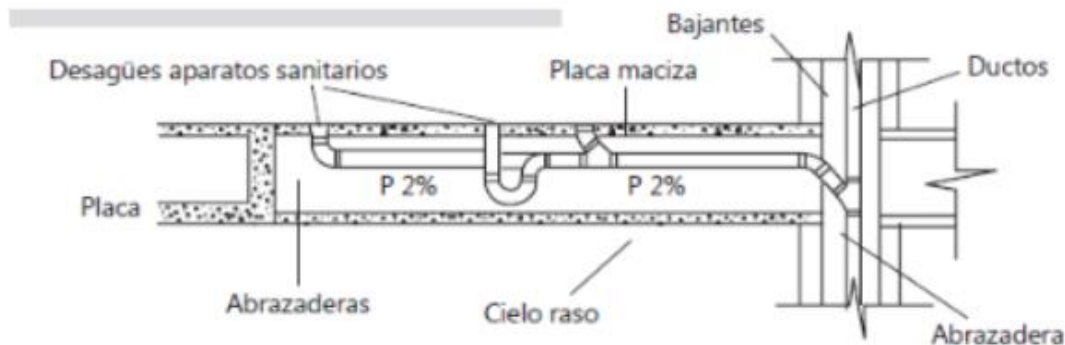
A continuación, se muestra algunas formas de instalación de tubería hidrosanitaria:



**Ilustración 3.** Instalación tubería por cielo raso

**Fuente:** (Pérez, 2010)

En la Ilustración 3 muestra la forma correcta de instalación de la tubería por cielo raso, descolgada y evitando el paso por elementos estructurales y facilitando la inspección.



*Ilustración 4. Instalación tubería placa maciza*

*Fuente:* (Pérez, 2010)

Y en la Ilustración 4 se muestra la forma en la que se podría instalar la tubería por placa maciza, con una pendiente del 2% permitiendo facilidad de inspección, y el paso de esta a través de muros se hace por medio de ductos.

### **4.3. REVISIÓN DE NORMATIVA VIGENTE**

En la normativa ecuatoriana no existe mucha información en lo que se refiere a la ubicación y distribución de las instalaciones, sin embargo, se hace referencia a ciertas recomendaciones que nos podría servir como guía al momento de realizar las instalaciones y para poder desarrollar nuestro documento.

Para dar inicio correctamente a un proyecto hidrosanitario en un edificio se requiere disponer los planos de la edificación en plantas y cortes y conocer los objetivos del edificio, por tal motivo se hace necesario la presencia de una persona que tenga conocimientos sobre estos temas es necesario que el proyectista del edificio esté al tanto y a cargo del proyecto para poder definir los ductos para las diferentes instalaciones, cielos rasos falsos, y ubicaciones de los elementos

hidrosanitarios y además del calculista estructural para poder definir de igual manera las ubicaciones de forma que no se vea comprometida la parte estructural por cambios realizados para las instalaciones (Ruiz, 2008).

La normativa es permisiva en cuanto a la inserción de tuberías, de manera que: las tuberías atraviesan elementos estructurales, al momento que un tubo cruza perpendicularmente al elemento, y también con tuberías embebidas en los elementos, como es el caso de tuberías dentro de una columna, losa o muro.

En la (NEC-11, 2011), Norma Hidrosanitaria NHE Agua, nos hace referencia a los ductos, dentro de los cuales se albergan las tuberías, y en donde nos menciona que van colocados como vigas y columnas falsas dependiendo de su ubicación.

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructuras de Hormigón Armado, se menciona que el diámetro en ductos y tuberías embebidas no debe ser mayor a  $1/3$  de la altura de la losa, y deben estar separados por una distancia mínima de 3 veces su ancho o diámetro, estos elementos no deben desplazar al acero de refuerzo y para superficies expuestas a la intemperie su recubrimiento mínimo es de 40 mm (NEC-SE-HM, 2015, p. 85).

Para colocar estos elementos se hace referencia a lo estipulado en el Capítulo 6 del (ACI 318, 2005), en donde se menciona que se permite las tuberías y ductos embebidos en el concreto, previa aprobación del ingeniero, siempre y cuando no sea perjudicial para el concreto y que se encuentre dentro de las limitaciones del apartado 6.3, que serán mencionadas a continuación:

La resistencia de la estructura no debe verse afectada significativamente por el paso de ductos, tuberías e insertos que atraviesen a elementos estructurales. El espacio ocupado por ductos y tuberías embebidas en columnas no debe ser mayor al 4% del área de la sección transversal

utilizada para el cálculo de su resistencia, o de la necesaria para protección contra el fuego (ACI 318, 2005, p. 81).

Estas reglas empíricas nos permiten tener una idea de las dimensiones de tuberías que serían aceptables para ser embebidas en columnas, de esta manera nos conduce a mencionar la Tabla 1. con diámetros máximos de tuberías en función a dimensiones de columnas.

**Tabla 1** Diámetros máximos admisibles para tuberías embebida en columna considerando sus dimensiones

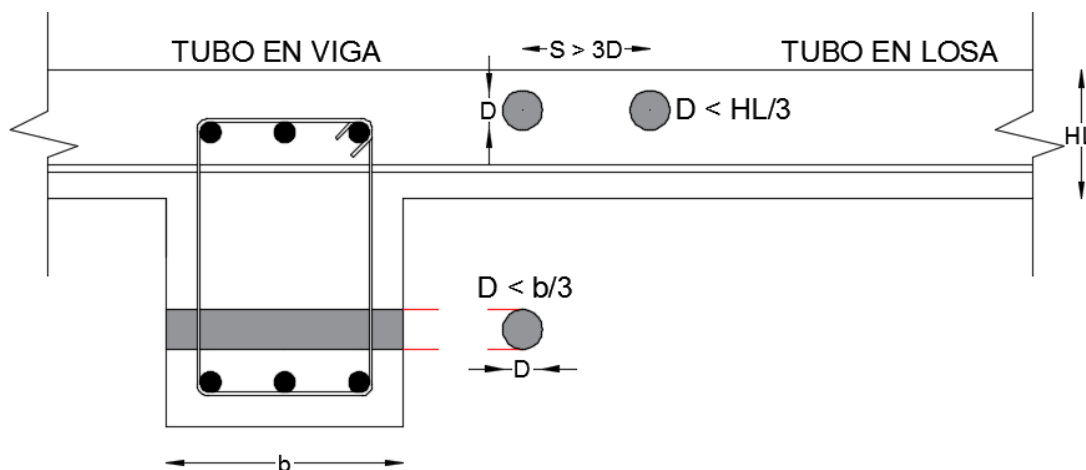
DIMENSION DE COLUMNA (m)		DIAMETRO MAXIMO TUBO
0.20	0.20	45.10
0.25	0.25	56.40
0.30	0.30	67.70
0.40	0.40	90.30
0.50	0.50	112.80
0.60	0.60	135.40

*Fuente:* (Rivera, 2021)

Es necesario mencionar que según (Ruiz, 2008) el diámetro mínimo para bajante de aguas lluvias debe ser de 75 mm, y para bajantes que reciben descargas de servicios higiénicos el diámetro mínimo es de 100 mm, con lo cual se puede decir que al embeber una tubería destinadas a estos usos no se estaría cumpliendo con los requerimientos de la normativa, ocasionando problemas en la estructura.

Por otra parte la Normativa ACI 318, se refiere a tuberías y ductos que se encuentran embebidos en losas, muros o vigas y recomienda en su apartado 6.3.5 lo siguiente:

Las dimensiones exteriores de tuberías y ductos deben ser menores al 1/3 del espesor de la losa, muro o viga, la separación entre estos elementos debe ser mayor a 3 veces su diámetro o ancho (ACI 318, 2005, p. 82).



**Ilustración 5.** Disposiciones estipuladas en ACI 318, para embeber tuberías en vigas o losas

**Fuente:** (Rivera, 2021)

Se menciona también en (ACI 318) que se puede considerar los ductos, tuberías e insertos sustituyen estructuralmente en compresión al concreto si se cumple que no se encuentren expuestos a la corrosión o cualquier otra causante de deterioro (2005, p. 82).

Se menciona también en esta normativa lo expuesto en la (NEC-SE-HM) sobre el recubrimiento mínimo confirmando los 40 mm para superficies expuestas a intemperie (ACI 318, 2005, p. 82).

Además se realiza las siguientes recomendaciones mencionadas en los apartados 6.3.11 y 6.3.12 que dice:

El refuerzo se debe colocar en dirección normal a la tubería, con un área mayor a 0.002 veces el área de la sección de concreto y a su vez para la colocación de estas tuberías se debe considerar



una forma en la que no se necesite doblar, cortar o desplazar el acero de refuerzo de su posición (ACI 318, 2005, p. 82).

Adicional a esta información, cabe la mención de lo expuesto en la Norma Técnica Colombiana (NTC 1500, 2004) la cual indica en el apartado:

4.10.1 Toda tubería que pase por debajo de paredes, o a través de ellas, debe estar protegida contra la rotura. Toda tubería que pase a través de escoria u otros materiales corrosivos, o por debajo de estos debe estar protegida de la corrosión exterior(NTC 1500, 2004).

4.10.2 Las tuberías deben ser instaladas de tal manera que estas y sus conexiones no estén sometidas a excesos de presión, y se deben tomar medidas para la expansión, contracción y el asentamiento estructural de la edificación. Las tuberías no deben estar empotradas directamente en cemento o en mampostería. De igual forma, los miembros estructurales de una edificación no deben ser debilitados o dañados debido a cortes o ranuras por efectos de la instalación del sistema de fontanería(NTC 1500, 2004).

#### **4.4. ESTUDIOS REALIZADOS REFERENTE A LA PROBLEMÁTICA**

La revisión bibliográfica que se ha desarrollado para llevar a cabo este documento, indica que actualmente en la ciudad de Riobamba y de manera más general en Latinoamérica no existe documentación que evalúe que tan persistente es el problema planteado en nuestro proyecto.

En ocasiones el desconocimiento de normativa, y la falta de control en el momento de la construcción de instalaciones técnicas como lo son las instalaciones hidrosanitarias, provoca que se presenten errores y daños muchas de las veces en la parte estructural de la edificación. Como es el caso de tuberías que atraviesan miembros estructurales como vigas y columnas disminuyendo de esta manera la sección de los elementos.

Debido a que la sección tiene varias ventajas al momento de maximizar la eficiencia de las estructuras en la relación fuerza / masa y rigidez / masa, disminuyendo la contribución de los elementos estructurales a la respuesta sísmica(Salaman Al-Gasham, 2015).

Una inspección visual rápida puede evidenciar qué la cantidad de edificaciones en las que sus elementos estructurales estaban siendo atravesadas por tuberías es realmente más de la esperada.

#### **4.5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

Los SIG presentan dos aspectos esenciales, la base de datos espacial y la descriptiva, que lo hacen diferente de otros sistemas ya existentes. Una base datos espacial es aquella que maneja datos existentes en el espacio, los cuales deben adaptarse a un lenguaje informático, es decir pasan a trabajar como puntos, líneas y polígonos. En cambio, la base de datos descriptiva hace referencia a bases de datos alfanuméricos que se almacenan en una tabla de atributos. Es decir, un SIG tiene la capacidad de trabajar como una base de datos con información geográfica, cuyos objetos se agrupan relacionándose con características comunes (Namuche, 2019). Este sistema nos permite separar la información de una manera rápida y sencilla, en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, facilitando la posibilidad de relacionar información ya existente y al mismo tiempo añadir otra nueva.

Es un sistema que posee interface gráfica de usuario, que posibilita cargar con facilidad datos espaciales tabulares, que pueden ser observados en forma de mapas, tablas y gráficos (Namuche, 2019).

## CAPITULO V:

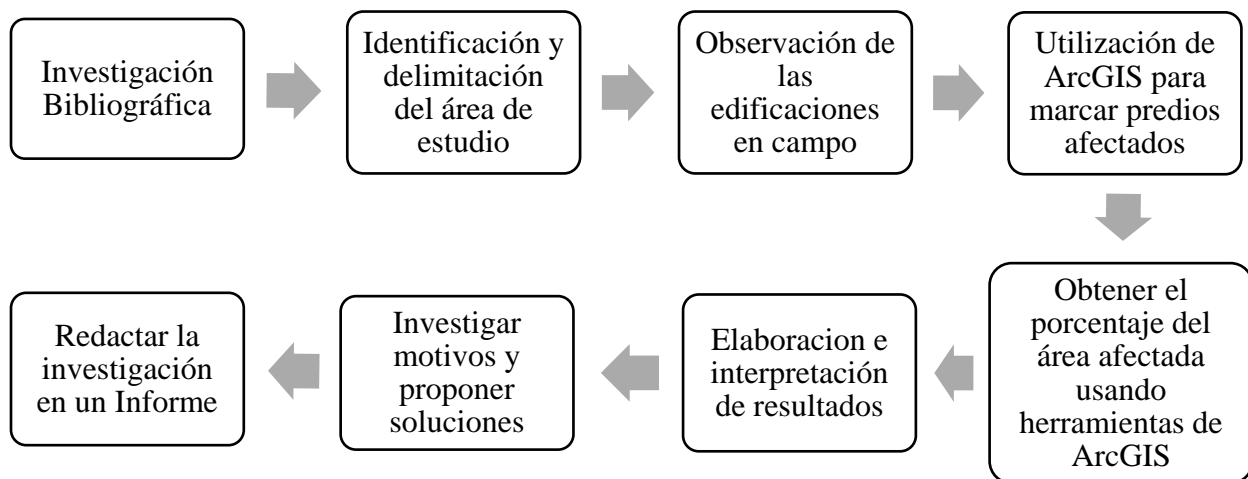
### 5. METODOLOGÍA

#### 5.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para alcanzar el objetivo de la investigación se la desarrolló con un método mixto, tanto cuantitativo como cualitativo.

Nuestro estudio se llevó a cabo con un enfoque cualitativo al evaluar mediante el método de la observación, las características de las estructuras catalogándolas como afectadas o no afectadas por el problema en cuestión. Por otra parte se trabajó con un método cuantitativo, puesto que se producen datos numéricos en porcentajes, al cuantificar las edificaciones en donde se presentaron problemas estructurales debido a errores en instalaciones hidrosanitarias

Como indica la Ilustración 6 para iniciar el trabajo de investigación se procede en primer lugar a una búsqueda bibliográfica, de esta manera se pretende adquirir conocimientos necesarios para el desarrollo de la investigación, posteriormente se siguen los pasos detallados a continuación.

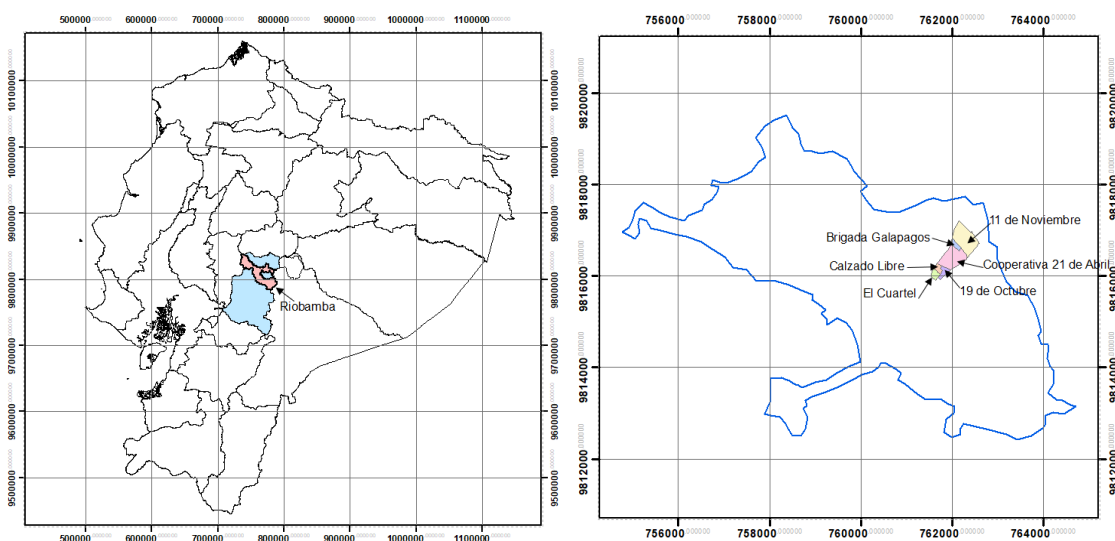


*Ilustración 6. Diagrama del proceso metodológico*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

## 5.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La delimitación del área de estudio se realizó en la zona Norte de la ciudad de Riobamba. Nuestra unidad de análisis serán las edificaciones que se encuentran ubicadas en barrios aledaños a la Universidad Nacional de Chimborazo Campus Norte “Edison Riera”.



*Ilustración 7. Delimitación del área de estudio en el Ecuador (izq.) y en Riobamba urbano (der).*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

### 5.2.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para la toma de esta decisión se realizó un muestreo no probabilístico, mediante la técnica de Muestreo por conveniencia, trabajando con todas las edificaciones existentes en los barrios “El Cuartel”, “Calzado Libre”, “19 de Octubre”, “Cooperativa 21 de Abril”, “Brigada Galápagos” y “11 de Noviembre”, basado en la ubicación geográfica ya que se encuentra en un límite urbano en donde según investigaciones realizadas por autores como (Romero, 2017) y (Carrera, 2017), se considera que en estos sectores existe una mayor demanda de residencias lo cual conlleva a la necesidad de construcciones de forma rápida y desordenada dificultando el control y gestión de calidad.

### 5.3. MATERIALES

En la Tabla 2 se muestra los materiales que fueron necesarios para el desarrollo del proyecto:

*Tabla 2 Materiales utilizados para el desarrollo del Trabajo*

FUENTES		RECURSOS	ESCALA
Geoportal del Instituto Geográfico Militar - Ecuador		Catastro	1:5000
GAD Municipal de Riobamba		Ortofoto Georreferenciada del cantón Riobamba	1:5000

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

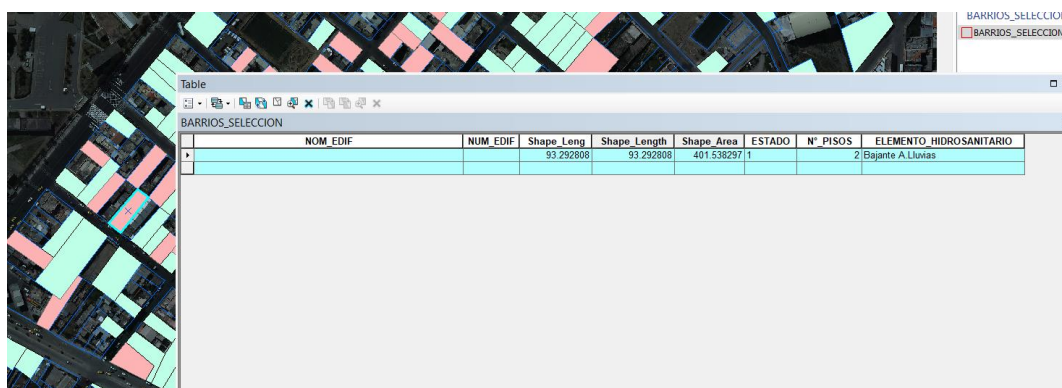
Para poder utilizar el catastro y ortofoto de Riobamba se contó con el programa ArcGIS que fue la herramienta utilizada para desarrollar el proyecto.

### 5.4. LEVANTAMIENTO EN CAMPO

Para obtener los datos de la investigación se realizó el trabajo de campo, utilizando la técnica de la observación, la cual consistía en realizar una inspección visual de la parte externa de todas las edificaciones tanto las habitadas como aquellas que estaban en proceso de construcción que pertenecían a nuestra área de estudio, la información se colocaba en un diario de campo (Ver Anexo 1), evaluando las estructuras en base a las recomendaciones de las normas (NEC-SE-HM, 2015) y (ACI 318, 2005) e identificando las construcciones que presentaban tuberías atravesando vigas, tuberías embebidas en columnas, y tuberías en unión viga - columna, catalogando a las edificaciones como afectada, no afectada o no identificada en los casos en los que la edificación no era visible externamente, respaldando la información recolectada mediante fotografías de los problemas identificados ([Ver Anexo 2](#)). Además, se consideró importante tener en cuenta el número de pisos de la edificación.

## 5.5. REPRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Posterior al levantamiento de datos se realizó el trabajo en ArcGIS, que consistía en utilizar una ortofoto y el catastro municipal de la ciudad de Riobamba, de esta manera obtenemos la cantidad de predios existentes en los barrios muestreados que nos servirá para el conteo de las edificaciones ingresando los datos obtenidos en campo y demarcando los predios afectados, no afectados y los no identificados en una tabla de contenidos generada en la plataforma, como se muestra en la Ilustración 8.



*Ilustración 8. Demarcación de predios en Tabla de contenidos*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

Una vez concluido el ingreso de toda la información de los predios correspondientes, se realizó un análisis geoestadístico, mediante la plataforma ArcGIS se permitió representar en el mapa el área de afectación, diferenciando los predios afectados con un color rojizo para resaltar la problemática en la zona estudiada ([Anexo 4](#))

## 5.6. CUANTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para obtener un estimado del porcentaje de afectación se inició la cuantificación, que previamente mediante el uso de un catastro municipal se fueron demarcando los predios en donde

se encontraban las edificaciones afectadas, no afectadas y también aquellas que no podían visualizarse. Para facilidad de cálculo fue necesario exportar la información de la tabla de contenido de la plataforma ArcGIS a una hoja Excel, para de esta manera comparar el área total de nuestra zona de estudio y los resultados obtenidos de nuestro levantamiento de campo, recalando que para el cálculo del porcentaje de afectación se decidió asumir una muestra en base a lo que conocemos es decir considerando el total entre las edificaciones catalogadas como afectadas y no afectadas excluyendo a las edificaciones que externamente no podían ser visualizadas debido a que no se pudo constatar si estaban o no afectadas por la problemática, para de esta manera tratar de llegar a un resultado más aproximado, para ello se utilizaron ecuaciones como las que se presentan a continuación:

$$\text{Área Neta} = \text{Área Total} - \text{Área No Identificada} \text{ [Ec. 1]}$$

$$\% \text{ Afectación}_{\text{ÁREA}} = \frac{\text{Área Afectada}}{\text{Área Neta}} * 100\% \text{ [Ec. 2]}$$

$$\% \text{ Afectación}_{\text{PREDIOS}} = \frac{\# \text{ Predios Afectados}}{\# \text{ de Predios Netos}} * 100\% \text{ [Ec. 3]}$$

Con la [Ec. 2] y [Ec. 3] se obtuvo el porcentaje de afectación, haciendo referencia en la [Ec. 2] al Área de los predios afectados y en la [Ec. 3] en función del número de predios que se encuentran afectados dentro de la zona de estudio.

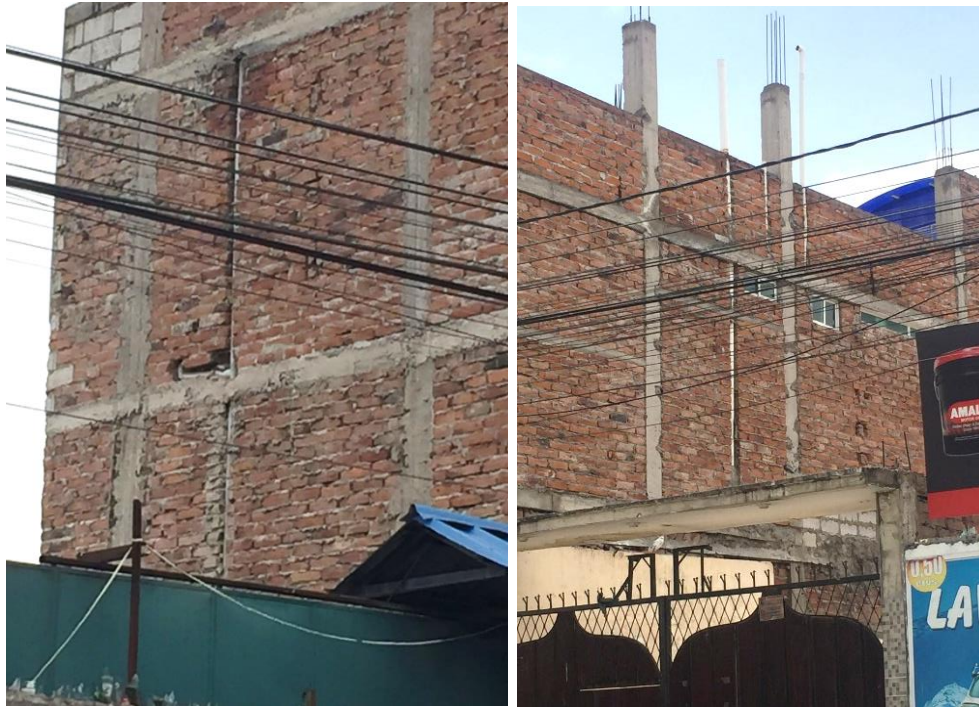
## CAPITULO VI:

### 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicando la metodología descrita anteriormente se obtuvieron los resultados mostrados en los siguientes apartados:

#### 6.1.RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO EN CAMPO

Al realizar la inspección visual en los barrios de nuestra área de estudio, se pudo observar que en varias edificaciones se presentaba este problema, entre los errores más comunes se muestra el corte de vigas por tuberías de bajantes de agua que están atravesando estos elementos como se puede apreciar en las Ilustraciones mostradas a continuación.



*Ilustración 9. Cruce de tuberías en vigas*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*





*Ilustración 10. Cruce de tuberías en Vigas*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

En las ilustraciones se puede apreciar que no se está considerando las recomendaciones de la normativa en cuanto al recubrimiento mínimo de las instalaciones en donde se encuentran expuestas y embebidas directamente en el concreto y mampostería. Estos errores se pueden observar también en edificaciones de considerable altura de 4 pisos en adelante como se muestra en la Ilustración 11.



*Ilustración 11. Tuberías atravesando Vigas (Edificaciones de 4 o más pisos)*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

Los casos de bajantes atravesando las vigas son muy recurrentes y se encuentran ubicados en cualquier punto de la viga, como se puede apreciar en la Ilustración 12 en donde se observa que las vigas están siendo atravesadas en su parte central, considerándose este el punto donde se concentran las mayores tensiones y la mayor deformación, pudiendo ser un mayor riesgo al cortar la sección.

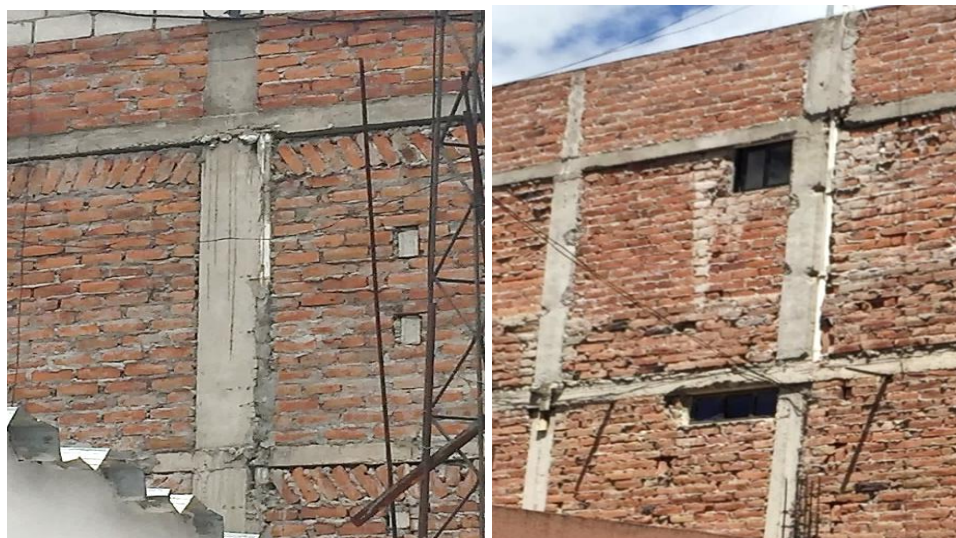


*Ilustración 12. Cruce de tuberías por centro de Viga*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

Se presentan también tuberías en la unión Viga- Columna como se puede ver en la Ilustración 13, es importante recalcar este caso debido a que la unión entre los elementos estructurales es muy importante ya que en este punto también se presenta grandes concentraciones de esfuerzos.





**Ilustración 13.** Tuberías en unión Viga-Columna

**Elaborado por:** (Orozco, 2021)

Se puede observar que en varios de los casos parte del concreto se ha desprendido de los elementos estructurales, como se muestra en la Ilustración 14, dejando a la intemperie no solamente la tubería hidrosanitaria incumpliendo con el recubrimiento requerido de 40 mm, sino el acero de refuerzo de los elementos estructurales, afectando de esta manera significativamente la resistencia del elemento y exponiéndose a la presencia de patologías como la corrosión.



**Ilustración 14.** Desprendimiento de Concreto, tubería y acero expuesto

**Elaborado por:** (Orozco, 2021)

Estos errores en las instalaciones se pueden observar incluso en edificaciones que actualmente están en proceso de construcción como se muestra en la Ilustración 15, dejando en evidencia la falta de control en cuanto se refiere a las instalaciones hidrosanitarias con respecto a la normativa.



**Ilustración 15.** Corte de elementos por tuberías en edificios en construcción

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

En la Ilustración 16 se observa el incumplimiento de la separación mínima de 3 veces el diámetro de la tubería como indica el (ACI 318, 2005), afectando significativa en la resistencia de los elementos y aún más considerando su presencia en edificaciones de 4 pisos o más.



**Ilustración 16.** Vigas atravesadas por dos o más tuberías en un solo punto

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*



En la Ilustración 17 se puede observar un bajante de aguas lluvias embebida en la columna.



*Ilustración 17. Tubería embebida en columna*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

Se observaron varias edificaciones con presencia de estos errores, se pueden observar más registro fotográfico en la parte final en el (Anexo 2).

## **6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO**

Para determinar el porcentaje de incidencia de estos problemas estructurales en los barrios “El Cuartel”, “Calzado Libre”, “19 de Octubre”, “Cooperativa 21 de Abril”, “Brigada Galápagos” y “11 de Noviembre” de la ciudad de Riobamba, con la ayuda del catastro municipal se contó con un total de 1229 predios existentes en la zona, de los cuales para la estimación del porcentaje se consideró únicamente los que se encontraban afectados por la problemática y los que no se encontraban afectados, dejando a un lado aquellos que no se podían considerar.

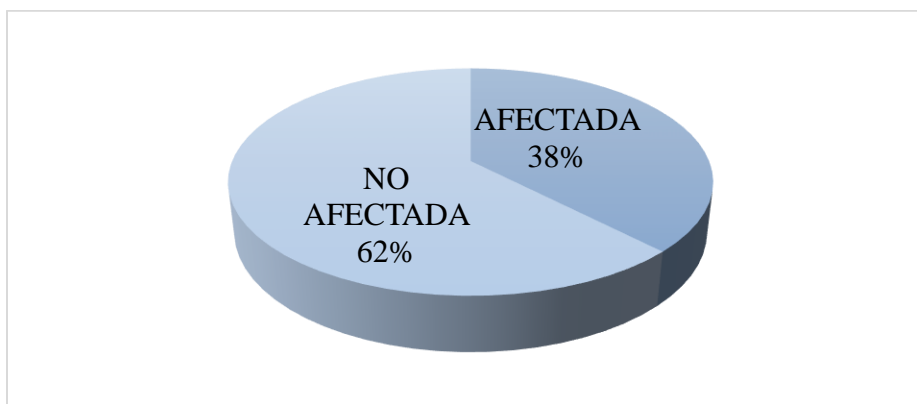
En la Ilustración 18 que representa el diagrama de pastel se puede evidenciar que el 38% del área catastrada se encuentra afectada por errores en instalaciones hidrosanitarias, y de igual manera para llegar a un resultado haciendo referencia a predios, en la Tabla 4 se observa que 168 edificaciones correspondientes a un 35% están afectados por la problemática planteada.

**Tabla 3** Porcentaje de Afectación en área en la zona de estudio en la ciudad de Riobamba

ÁREA	ESTADO
52240.42 m <sup>2</sup>	AFECTADA
86307.80 m <sup>2</sup>	NO AFECTADA
250556.71 m <sup>2</sup>	NO IDENTIFICADA
<b>389104.94 m<sup>2</sup></b>	<b>TOTAL</b>
138548.2216 m <sup>2</sup>	ÁREA ESTIMABLE
37.71%	% AFECTADA
62.29%	% NO AFECTADA

**Nota:** Los porcentajes de “Afectada” y “No Afectada” no se consideró los predios correspondientes a “No Identificada”

*Elaborado por:* (Orozco, 2021)

**Ilustración 18.** Porcentaje por Área

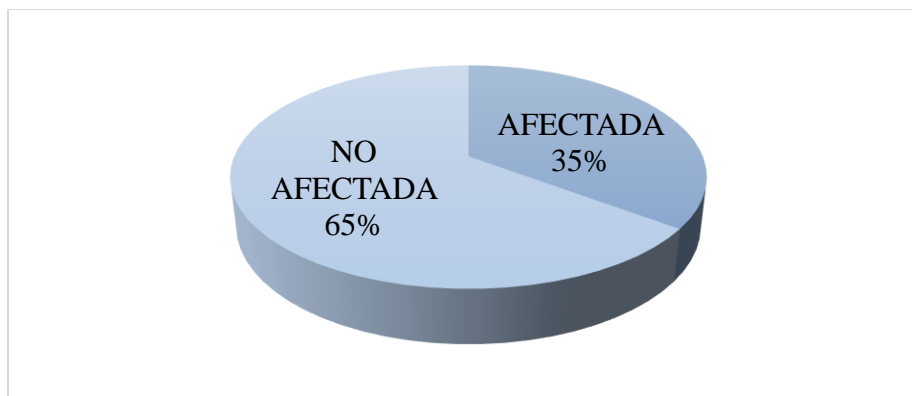
*Elaborado por:* (Orozco, 2021)

**Tabla 4** Porcentaje de Afectación de predios de la zona de estudio en la Ciudad de Riobamba

N° PREDIOS	ESTADO
168	PREDIOS AFECTADOS
309	PREDIOS NO AFECTADOS
752	PREDIOS NO IDENTIFICADOS
1229	TOTAL
<b>477</b>	<b>PREDIOS IDENTIFICADOS</b>
35.22%	% AFECTADA
64.78%	% NO AFECTADA

**Nota:** Los porcentajes de “Afectada” y “No Afectada” no se consideró los predios correspondientes a “No Identificados”

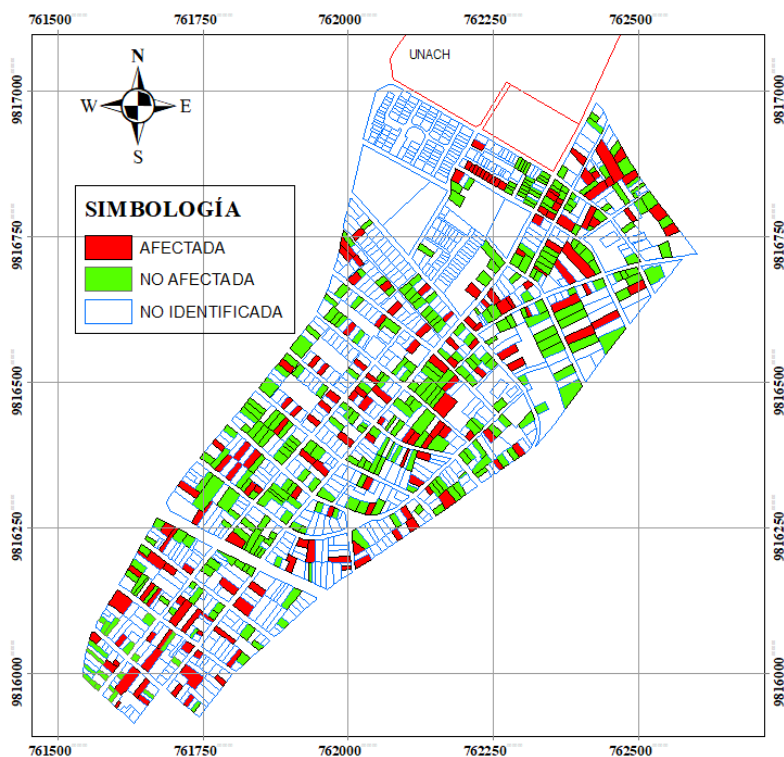
*Elaborado por:* (Orozco, 2021)



*Ilustración 19. Porcentaje por predios Afectados*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

Los resultados obtenidos de nuestra investigación realizada con los predios “Afectados” y “No Afectados”, se pueden observar gráficamente en la Ilustración 20, y de manera más clara en la representación realizada en el programa ArcGIS, que se aprecia en el ([Anexo 4](#)).



*Ilustración 20. Mapa de Resultados del área de estudio en la ciudad de Riobamba*

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

### 6.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS POR BARRIOS Y DISCUSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Para poder contrastar los resultados obtenidos en la zona aledaña a la Universidad Nacional de Chimborazo se utilizó la Tabla 5. En donde se realizó el análisis del porcentaje de afectación por cada uno de los barrios elegidos para nuestra área de estudio.

*Tabla 5 Resultado por barrios de estudio*

BARRIO	ÁREA	%	N° PREDIOS	%	ESTADO
<b>EL CUARTEL</b>	4652.00	57.27%	13	40.63%	AFECTADA
	3470.42	42.73%	19	59.38%	NO AFECTADA
	8122.42	100%	32	100%	TOTAL
<b>CALZADO LIBRE</b>	4229.66	51.93%	13	43.33%	AFECTADA
	3914.49	48.07%	17	56.67%	NO AFECTADA
	8144.15	100%	30	100%	TOTAL
<b>19 DE OCTUBRE</b>	3893.37	55.57%	10	45.45%	AFECTADA
	3112.82	44.43%	12	54.55%	NO AFECTADA
	7006.19	100%	22	100%	TOTAL
<b>COOPERATIVA 21 DE ABRIL</b>	20038.27	31.40%	68	31.78%	AFECTADA
	43775.51	68.60%	146	68.22%	NO AFECTADA
	63813.78	100%	214	100%	TOTAL
<b>BRIGADA GALAPAGOS</b>	2670.71	44.31%	10	40%	AFECTADA
	3356.93	55.69%	15	60%	NO AFECTADA
	6027.64	100%	25	100%	TOTAL
<b>11 DE NOVIEMBRE</b>	17364.08	37.71%	54	35.06%	AFECTADA
	28677.63	62.29%	100	64.94%	NO AFECTADA
	46041.71	100%	154	100%	TOTAL
<b>TOTAL DE PREDIOS IDENTIFICADOS</b>			<b>477</b>		

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

Mediante los datos de la Tabla 5 representados en la Ilustración 22 en donde se visualiza de mejor manera que no existe una considerable diferencia entre los porcentajes de afectación de edificaciones en los barrios, ya que se encuentra en un rango entre 30% y 45%, esto quiere decir que existe concordancia entre los resultados de cada barrio y el porcentaje de afectación total en



el área muestreada con un 35.22%, por lo que reiteramos lo expuesto en (Rivera, 2021) en donde se indica que al trabajar en una parroquia de expansión urbana con cercanía a centros de educación y centros comerciales ocasiona crecimiento desorganizado, influyendo en el porcentaje de afectación en el cual se presentó un porcentaje similar al obtenido en el área de estudio en Riobamba indicado en la Tabla 6.

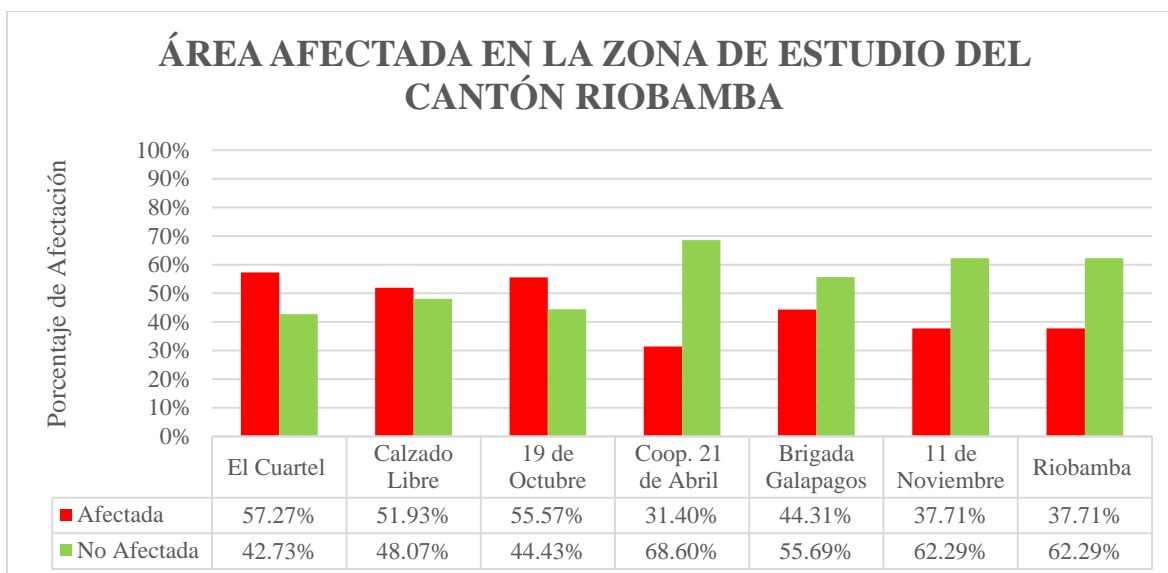
**Tabla 6** Tabla resumen de Afectación de la zona de estudio en Riobamba

<b>PORCENTAJE DE ÁREA</b>	<b>N° PREDIOS</b>	<b>PORCENTAJE DE PREDIOS</b>	<b>ESTADO</b>
37.71%	168	35.22%	AFECTADA
62.29%	309	64.78%	NO AFECTADA
<b>EDIFICACIONES IDENTIFICADAS</b>		477	
<b>EDIFICACIONES NO IDENTIFICADAS</b>		752	
<b>TOTAL EDIFICACIONES ANALIZADAS</b>		1229	

**Nota:** Los porcentajes de “Afectada” y “No Afectada” no se consideró los predios correspondientes a “No Identificados”

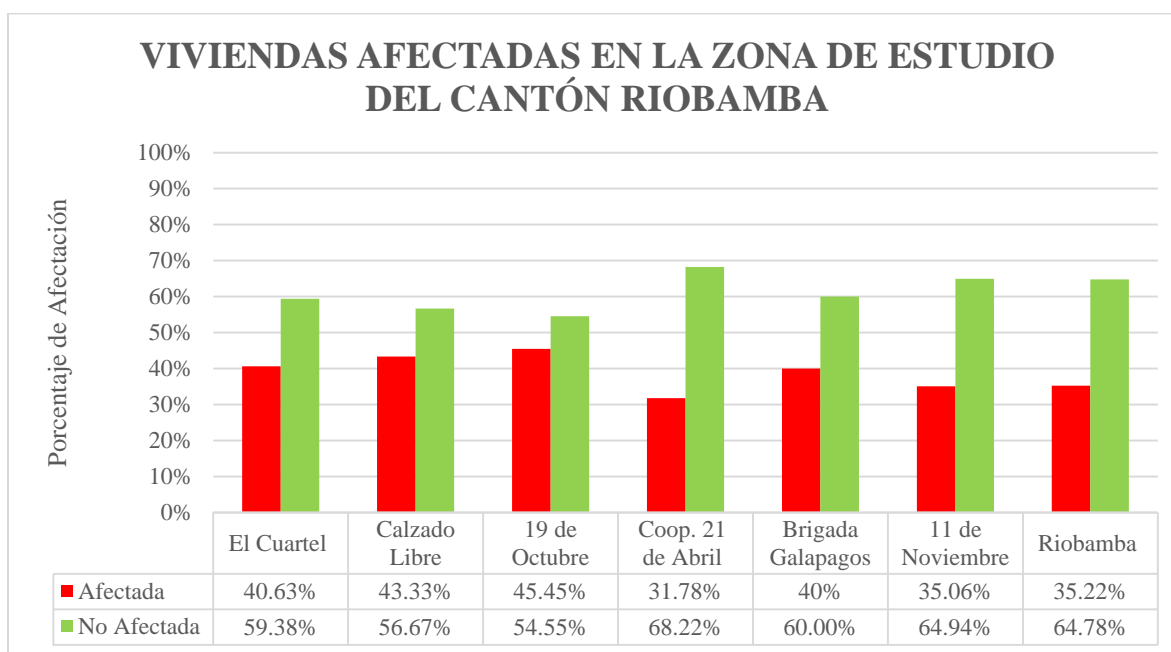
*Elaborado por:* (Orozco, 2021)

La información presentada en la Tabla 6 muestra los porcentajes de afectación obtenidos en la muestra de la investigación, contando con un total de 1229 predios pertenecientes a los barrios muestreados, de los cuales para calcular el porcentaje de afectación se descartaron 752 debido a que en estos predios se encontraban edificaciones que no podían ser visualizadas o que a su vez se encontraban vacíos y por lo tanto no se pudo constatar si presentaban o no presentaban problemas en su estructura, razón por la cual se optó por trabajar directamente con las 477 edificaciones en base a lo que conocemos y que eran visibles externamente de las cuales 168 presentaron las deficiencias en la parte estructural ocasionadas por tuberías hidrosanitarias representando un 35.22%.



**Ilustración 21.** Gráfico de los resultados del área afectada por la problemática en la Zona de estudio del Cantón Riobamba

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*



**Ilustración 22.** Porcentaje de Predios afectados por la problemática en la zona de estudio del Cantón Riobamba

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

Mediante las inspecciones visuales y las fotografías tomadas como respaldo se realizó un recuento en la Tabla 7 de un total de 168 edificaciones afectadas, para determinar el problema más

reincidente, dando como resultado las ocasionadas por tuberías de bajantes de agua atravesando vigas representando un 90% de todas las fallas encontradas en las edificaciones, reincidiendo con lo expuesto en la tesis de (Rivera, 2021) en donde este error fue el más notorio considerándose un error originado desde el diseño de la edificación. El embebimiento de tuberías hidrosanitarias en columnas fue el error menos encontrado, identificándose únicamente en una construcción, sin embargo este resultado podría no estar representando lo que en realidad sucede, ya que probablemente existan más tuberías que ocasionen posibles problemas que no pueden ser visualizadas externamente.

*Tabla 7. Deficiencias identificadas en las estructuras Afectadas*

<b>VIVIENDAS CON PROBLEMAS EN SU ESTRUCTURA</b>	<b>N° DE VIVIENDAS</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Tubería de bajantes atravesando Vigas	151	90%
Tubería de bajantes embebida en columna	1	1%
Tubería de bajantes en unión viga-columna	12	7%
<b>TOTAL VIVIENDAS AFECTADAS</b>	<b>168</b>	

*Elaborado por: (Orozco, 2021)*

## CAPITULO VII:

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con lo expuesto anteriormente al momento de integrar las instalaciones hidrosanitarias a la estructura y de las observaciones exteriores en nuestra área de estudio se determinó que de un total de 477 edificaciones identificadas, el porcentaje de afectación es de 35.22% que corresponde a 168 estructuras que presentan problemas de tuberías embebidas en columnas, cruce de tuberías vistas en la unión viga-columna o bajantes de agua atravesando losas y vigas que estarían provocando posibles problemas estructurales en las edificaciones muestreadas. Este porcentaje de afectación se considera relevante, debido a que los resultados obtenidos indican que 4 de cada 10 edificaciones presentan estos problemas. Esto implica un desconocimiento de la importancia de las recomendaciones expuestas en las normas de construcción en cuanto a recubrimientos, separaciones mínimas, y demás requerimientos para el reforzamiento y seguridad de la estructura.

Por lo tanto se concluye que se debería reforzar los conocimientos de las personas involucradas en construcción es decir arquitectos, ingenieros, estudiantes, albañiles, a través de capacitaciones para evitar que estos errores se sigan repitiendo, adicional a esta alternativa contar un mayor control por parte de las autoridades pertinentes, desde el inicio de la construcción presentando un plan de seguimiento y supervisión, que hagan cumplir las recomendaciones de la normativa, para de esta manera reducir los errores antes de culminar con la construcción de la edificación.

Se recomienda que la Universidad a través de gremios de arquitectos o ingenieros sugiera cursos de capacitaciones para albañiles u obreros de construcción para concientizar y alertar de este problema, además se considera importante también adoptar nuevas técnicas e innovación tecnológica para el mejoramiento de los procesos constructivos, como una propuesta se tiene la

metodología BIM, que son mecanismos en donde se integra toda la información necesaria para garantizar una mayor eficiencia al momento de ejecutar el proyecto.

Además, al considerar que esta problemática si se repite de manera considerable en las edificaciones de la ciudad de Riobamba, se recomienda analizar el tema más a profundidad, realizando ya un estudio de la manera en la que se ve afectada estructuralmente la edificación, realizando la modelación de estos edificios, para conocer su comportamiento ante un sismo.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACI 318. (2005). *Requisitos de Reglamento para concreto estructural ( ACI 318S-08 ) y Comentario ( ACI 318SR-08 )*. American Concrete Institute.
- Barbosa, E., & Molina, J. (2011). *Guía para la integración de los diseños arquitectónicos, estructurales e hidráulico-sanitarios en proyectos de edificaciones residenciales en altura* [Especialización en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles]. Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Civil.
- Carrera, J. (2017). *Plan de Negocios: Conjunto Habitacional “Terranova”* [Trabajo de titulación de posgrado]. Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Posgrados.
- Casignia, J., & Vargas, A. (2013). *Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes en tres barrios Urbano Marginales de la ciudad de Riobamba* [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería.
- Cortes, B., & Perilla, K. (2017). *Identificación de patologías estructurales en edificaciones indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal (Sector Educativo)*. [Trabajo de grado]. Universidad Libre Seccional Pereira, Facultad de Ingeniería.
- Gómez, J., & Palacios, E. (2011). *Principales causas y posibles soluciones de las reclamaciones a nivel patológico en sistemas de edificaciones aporticadas* [Trabajo de grado]. Universidad de Medellín, Especialización Gerencia de Construcciones.
- Luizaga, A. (2005). *Comportamiento mecánico de vigas de hormigón armado reforzadas con bandas encoladas con resinas epoxídicas* [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Civil: Construcción.

- Namuche, S. (2019). *Manejo de sistema integrado de información aplicando SAP Logon y ARCGIS para el eficiente procesamiento de datos y georreferenciación de tuberías de conexión de gas natural en Lima y Callao* [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Civil.
- NEC-11. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Norma Hidrosanitaria NHE Agua*. Norma Ecuatoriana De La Construcción.
- NEC-SE-HM. (2015). *NEC-SE-HM Estructuras de hormigón armado*. MIDUVI.
- NTC 1500. (2004). *NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería* (2nd ed.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Otavalo, J. (2017). *Determinación de los principales problemas de configuración estructural en edificaciones, que aumentan la vulnerabilidad sísmica en el Ecuador* [Trabajo de grado]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática.
- Pérez, R. (2010). *Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones* (6th ed.). Ecoe.  
[https://www.academia.edu/41685015/Instalaciones\\_Hidrosanitarias\\_y\\_de\\_Gas\\_para\\_Instalaciones\\_Rafael\\_Perez\\_Carmona\\_6ta\\_ed](https://www.academia.edu/41685015/Instalaciones_Hidrosanitarias_y_de_Gas_para_Instalaciones_Rafael_Perez_Carmona_6ta_ed)
- Pulido, A., & Wilches, M. (2017). *Deficiencias identificadas en instalaciones técnicas en tres obras caso de estudio* [Trabajo de grado]. Universidad de la Gran Colombia, Facultad de Arquitectura.
- Riddell, R., & Hidalgo, P. (2010). Diseño Estructural. In *Diseño Estructural* (5th ed.).  
<https://doi.org/10.2307/j.ctv14rmd3>
- Rivera, L. (2021). *Estimación porcentual de incidencia de problemas estructurales originados por*

*errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en Guano.* [Trabajo de Fin de Grado]. Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería.

Romero, F. (2017). *Proyecto de viabilidad de Residencia Universitaria utilizando Contenedores Marinos Reciclados* [Trabajo de grado]. Universidad San Francisco de Quito USFQ.

Ruiz, G. (2008). *Manual de Instalaciones Hidrosanitarias.*

Salaman Al-Gasham, T. S. (2015). Reinforced Concrete Moderate Deep Beams with Embedded PVC Pipes. *Engineering Sciences*, 3(1), 19–29. <https://doi.org/10.31185/ejuow.vol3.iss1.32>

Veas, V., & Chang Lou, J. (2000). *Deformaciones en vigas.*



## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Ejemplo de información llevada en Diario de Campo para levantamiento de Datos

BARRIO: 19 de Octubre

LUGAR DE REFERENCIA: Cerca a Gasolinera Primax

FECHA: \_\_\_\_\_

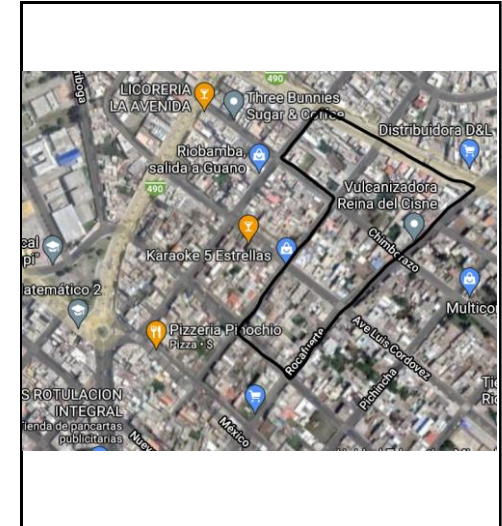
	Errores en diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias			Elemento Hidrosanitario			Número de pisos			
	AFFECTADA	NO AFFECTADA	N/A	A. LLUVIAS	A. POTABLE	RESIDUAL	1	2	3	4
Vivienda 1	x			x				x		
Vivienda 2			x				x			
Vivienda 3			x					x		
Vivienda 4			x						x	
Vivienda 5			x					x		
Vivienda 6			x					x		
Vivienda 7	x			x						x
Vivienda 8		x					x			
Vivienda 9			x				x			
Vivienda 10			x					x		
Vivienda 11			x				x			
Vivienda 12			x				x			
Vivienda 13		x						x		
Vivienda 14			x				x			
Vivienda 15	x			x					x	
Vivienda 16			x					x		
Vivienda 17			x				x			
Vivienda 18	x			x					x	
Vivienda 19										x
Vivienda 20							x			
Vivienda 21	x			x					x	
Vivienda 22			x				x			
Vivienda 23			x				x			
Vivienda 24										
Vivienda 25										
Vivienda 26										
Vivienda 27										
Vivienda 28										
Vivienda 29										
Vivienda 30										

1                      2                      3

OBSERVACIONES:

--

**CROQUIS**



**AFFECTADA**  
**NO AFFECTADA**  
**N/A:** No se puede identificar

*Anexo 2. Respaldo Fotográfico del Levantamiento en Campo*



[https://unachedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/lnorozco\\_fic\\_unach\\_edu\\_ec/EpwCYwUnbB5FiWxqgbVOI1sBS2bNEK608MexO5JNx41X6A?e=eTGCui](https://unachedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/lnorozco_fic_unach_edu_ec/EpwCYwUnbB5FiWxqgbVOI1sBS2bNEK608MexO5JNx41X6A?e=eTGCui)

*Anexo 3. Datos Levantados en Área de estudio en la ciudad de Riobamba*

[https://unachedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/Inorozco\\_fic\\_unach\\_edu\\_ec/EtQUt0qEI2JEvu5hG6Ky1UsBF8nhxTg\\_zJJIYREcd\\_9pQA?e=jh5WYs](https://unachedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/Inorozco_fic_unach_edu_ec/EtQUt0qEI2JEvu5hG6Ky1UsBF8nhxTg_zJJIYREcd_9pQA?e=jh5WYs)

Anexo 4. Mapa de Resultados en el área de estudio, Cantón Riobamba

## RESULTADOS DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES POR ERRORES HIDROSANITARIOS EN RIOBAMBA

