



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

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Cargua Pilco Belén Estefanía

Tutor:

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca Mgs.

Riobamba - Ecuador

2022

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Belén Estefanía Cargua Pilco**, con cédula de ciudadanía **060563734-7**, autor (a) del trabajo de investigación titulado: **“ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN COLTA”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 10 de noviembre del 2022.



Belén Estefanía Cargua Pilco

C.I: 060563734-7

DICTAMEN FAVORABLE D EL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN COLTA ", presentado por Belén Estefanía Cargua Pilco con cédula de identidad número 0605637347, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 10 de noviembre del 2022.

Ing. Oscar Cevallos PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Gabriela Zúñiga Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Jorge Núñez Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Nelson Patiño Mgs.
TUTOR



CERTIFICA DO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN COLTA ", presentado por Belén Estefanía Cargua Pilco con cédula de identidad número 0605637347, bajo la tutoría de Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 10 de noviembre del 2022.

Ing. Oscar Cevallos PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Gabriela Zúñiga Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Jorge Núñez Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **CARGUA PILCO BELÉN ESTEFANÍA** con CC: **0605637347**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**", cumple con el 4 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 31 de octubre de 2022



Mgs. Nelson Patiño
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Quisiera dedicarle este trabajo de Investigación a todas las personas que contribuyeron en mi formación como profesional de forma directa e indirecta:

A la memoria de mi bis abuelitos maternos Esther y José por impartirme valores como la responsabilidad, respeto, humildad.

A mis abuelitos Fanny y Raúl por preocuparse, apoyarme y darme sus consejos, mientras estudiaba.

A mis padres Mariela y Fabián por apoyarme económicamente, mi hermano Josué por estar conmigo en mis mejores y malos momentos.

A Reny por apoyarme y estar conmigo a lo largo de mi formación como profesional, compartiendo momentos de alegría y ayudándome a superar los de tristezas.

A toda mi familia, amigos que contribuyeron y confiaron en mi para poder cumplir este sueño.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Chimborazo, facultad de Ingeniería, carrera de Ingeniería Civil, docentes que compartieron sus conocimientos, experiencias y valores lo que ayudó en mi formación como profesional.

De manera especial a los Ingenieros Carlos Montalvo y Nelson Patiño, quienes cooperaron, compartiendo sus conocimientos, experiencias y dando recomendaciones durante la elaboración de este trabajo de Investigación.

Y a todos los que contribuyeron de forma indirecta o directa en la elaboración de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	12
Antecedentes	12
Planteamiento del problema	13
Objetivos	14
General.....	14
Específico.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
Bases teóricas	15
Actividad Sísmica en Ecuador	15
Construcciones informales en Ecuador	15
Conservación de estructuras en Colta.....	16
Filosofía de diseño sismo resistente	16
Problemas estructurales	16
Configuración.....	17
Instalaciones hidrosanitarias	17
Afectación por Instalaciones hidrosanitarias	17
Normativa vigente	18
Estado del Arte	19
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	22
Tipo de Investigación	22
Población de estudio y tamaño de muestra	23
Población	23
Muestra	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
1.1.1 Porcentaje de incidencia por predios.....	32
1.1.2 Porcentaje de incidencia por área.....	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	39
Conclusiones	39
Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Sismos significativos en el Ecuador.....	15
Tabla 2: Resumen	21
Tabla 3: Errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias	26
Tabla 4: Barrios, distribución de manzanas y predios	32

Tabla 5: Porcentaje de incidencia de afectación por predios del cantón Colta	32
Tabla 6: Porcentaje de incidencia de afectación por predios (barrios)	34
Tabla 7: Porcentaje de incidencia de afectación del área.....	35
Tabla 8: Porcentaje de incidencia del área de afectación (barrios)	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Límites políticos del cantón Colta	12
Figura 2: Viga doblemente reforzada atravesada por tubería	17
Figura 3: Viga con tubo de 2"	18
Figura 4: Resultados cantón Guano	19
Figura 5: Resultados cantón Riobamba	20
Figura 6: Resultados cantón Chambo	21
Figura 7: Esquema metodológico	22
Figura 8: Cantón Colta.....	23
Figura 9: Identificación de predios	24
Figura 10: Porcentaje de Afectación.....	25
Figura 11: Vigas atravesadas por tubería dentro de la zona de confinamiento.....	26
Figura 12: Vigas atravesadas por tubería fuera de la zona de confinamiento.....	27
Figura 13: Vigas atravesadas por tubería fuera y dentro de la zona de confinamiento	27
Figura 14: Tubería embebida en columna.....	28
Figura 15: Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto dentro de la zona de confinamiento	28
Figura 16: Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera de la zona de confinamiento	29
Figura 17: Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera y dentro de la zona de confinamiento	29
Figura 18: Viga peraltada atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera y dentro de la zona de confinamiento	30
Figura 19: Viga atravesada transversalmente por tubería.....	30
Figura 20: Porcentaje de incidencia de afectación por predios del cantón Colta.....	33
Figura 21: Porcentaje de incidencia de afectación por predios (barrios).....	35
Figura 22: Porcentaje de incidencia de afectación del área	36
Figura 23: Porcentaje de incidencia del área de afectación (barrios)	37

RESUMEN

El crecimiento poblacional hace que la demanda de viviendas sea mayor dentro del cantón Colta, provocando un aumento en la construcción informal y un crecimiento desorganizado. Donde la mayoría de las edificaciones se construyen a través de mano de obra no calificada (mingas, peones, albañiles y maestros mayores), con conocimientos adquiridos empíricamente acerca de técnicas de construcción, pero que dejan de lado aspectos importantes que pueden acarrear problemas futuros.

En esta investigación se estimó porcentualmente la incidencia de los problemas estructurales causados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en edificaciones localizadas dentro de la zona urbana del cantón Colta con uso de suelo residencial, comercial y/o mixto. Se empleó una investigación tipo mixta (cuantitativa y cualitativa) con una recolección de datos netamente en campo.

Mediante el software ArcGIS versión 10.5 se encontró que el 36.60% de los predios se encuentran afectados por la problemática y fueron identificados como “Afectada”, identificándose en estas edificaciones problemas como: vigas atravesadas por tuberías dentro y fuera de la zona de confinamiento, tubería embebida en columnas, viga peraltada atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera y dentro de la zona de confinamiento. Aquellas edificaciones que no presentan la problemática fueron identificadas como “No afectada” y aquellas edificaciones que no pudieron ser inspeccionadas como “N/A”.

Palabras claves: Estimación porcentual, Instalaciones hidrosanitarias, ArcGIS, tubería embebida, zona de confinamiento.

ABSTRACT

Population growth has increased the demand for housing in the canton of Colta, causing an increase in informal construction and disorganized growth. Most of the buildings are constructed by unskilled labor (mingas, laborers, bricklayers and master builders), with empirically acquired knowledge of construction techniques, but which leave aside important aspects that can cause future problems.

In this research, the incidence of structural problems caused by errors in the design and construction of plumbing installations in buildings located in the urban area of Colta canton with residential, commercial and/or mixed land use was estimated as a percentage. A mixed type of research was used (quantitative and qualitative) with a purely field data collection.

Using ArcGIS software version 10.5, it was found that 36.60% of the properties are affected by the problem and were identified as "Affected", identifying in these buildings problems such as: beams crossed by pipes inside and outside the confinement zone, pipes embedded in columns, and beams crossed by two or more pipes at the same point outside and inside the confinement zone. Those buildings that do not present the problem were identified as "Not affected" and those buildings that could not be inspected as "N/A".

Keywords: Percentage estimation, hydrosanitary installations, ArcGIS, embedded piping, confinement zone.

Reviewed by:



Firmado electrónicamente por:
**EDUARDO SANTIAGO
BARRENO FREIRE**

Lic. Eduardo Barreno Freire

ENGLISH PROFESSOR

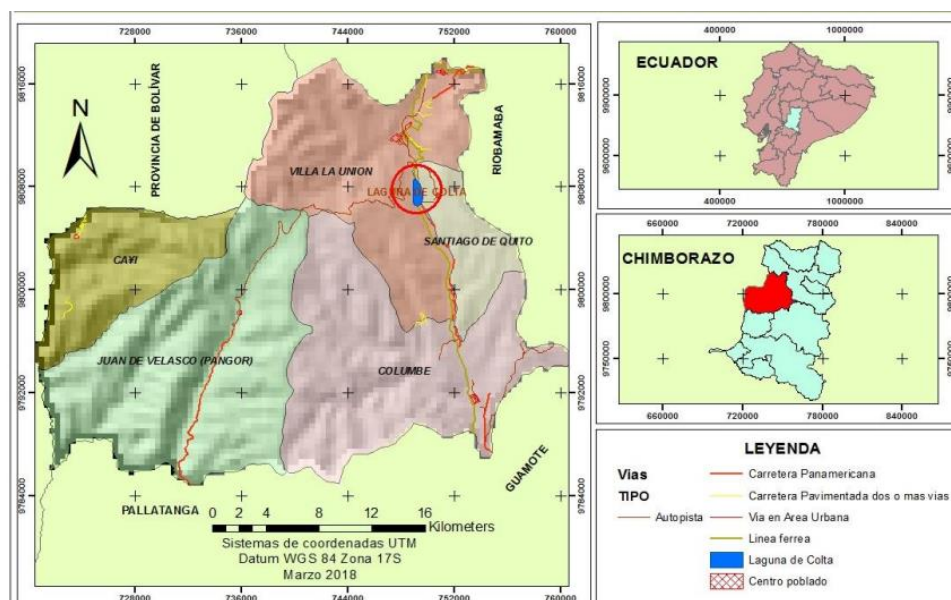
C.C. 0604936211

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

Antecedentes

El cantón Colta se encuentra ubicado en la provincia de Chimborazo en la región Sierra al centro del Ecuador cuyas coordenadas UTM son Norte: 9797230/9815630 y Este: 722490/750330. Limitado al norte por Bolívar (cantones San Miguel y Guaranda) y Riobamba, al sur por Pallatanga y Guamote, al este por Riobamba y Guamote, al oeste por Bolívar (cantones Chillanes y San Miguel) se muestra en la **Figura 1**. Según el GADMCC (2014), Colta tiene una extensión de 833´ 821 900 m², con 792 500 m² en el sector urbano y 365 520.86 m² que posee una construcción.

Figura 1:
Límites políticos del cantón Colta



Fuente: (Cuji, 2019)

La Norma Ecuatoriana de la Construcción muestra a través del mapa de riesgo sísmico (**Anexo 1**) que el cantón Colta se encuentra en una zona de alto riesgo. Por lo tanto, existe alta probabilidad que ocurra un evento sísmico y cause que las edificaciones que se encuentran en el cantón se vuelvan vulnerables a sufrir daños asociados a las características físicas y estructurales.

La Secretaría de gestión de Riesgos (2016), manifiesta que en el cantón Pedernales perteneciente a la provincia de Manabí, el 16 de abril del año 2016 ocurrió una catástrofe sísmica (terremoto) de magnitud 7.8 en la escala de Richter, donde solamente el 20% de las construcciones resistió adecuadamente y el 80% restante llegaron a colapsar. Varios edificios se hallaban bajo grandes sollicitaciones (cargas), sostenidos por columnas

deficientes o atravesadas por tuberías hidrosanitarias, provocando una falla rápida cuando se presenta una oscilación vertical u horizontal debido a que estos elementos no se encuentran funcionando adecuadamente (El Comercio, 2016).

El Instituto Geográfico Militar (IGM, 2018), señala que la informalidad en construcciones alcanza el 70% en el Ecuador, debido a que carece de registros municipales (planos y licencias de construcción), las viviendas no pasan por revisiones de ningún profesional, siendo construidas por maestros de obra, albañiles, con mucha o poca experiencia. En donde, se puede encontrar fallas constantes que pueden ser de leves a graves. Al trabajar con mano de obra no calificada se puede correr el riesgo de que al construir no se sigan las indicaciones de la normativa vigente (NEC 15, ACI 318), cometiéndose errores relacionados con la distribución y ubicación de instalaciones hidrosanitarias.

Esta investigación tiene como finalidad estimar porcentualmente la incidencia de problemas estructurales originados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en el sector urbano del cantón Colta, mediante una inspección visual de las estructuras, estas se cuantifican con la herramienta Geoestadística de ArcGIS versión 10.5. En el catastro municipal se identifican los predios afectados, no afectados y no identificados. A través de lo hallado en campo se determina las posibles causas de los problemas y se plantea soluciones alternativas para mitigar los errores.

Planteamiento del problema

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Colta (GADMCC, 2014), menciona que en el cantón Colta es común la construcción de viviendas con mano de obra no calificada a través de mingas, en el cual participan miembros de la comunidad o barrio y peones, se lo realiza como retribución de quienes han ayudado. Aproximadamente el 45% de estas viviendas se realizan solo con peones y un 10% con peones y comuneros, esto sucede en el sector urbano y rural. Este problema se ve en aumento debido al escaso control durante la ejecución de las edificaciones por parte de los técnicos del municipio

Dentro del cantón por el momento no se tiene una cuantificación de que tan persistente es este problema, debido a la costumbre de trabajar con mano de obra no calificada por parte de la población.

En varias construcciones mediante una breve inspección visual se puede apreciar que presentan errores en la construcción y diseño de instalaciones hidrosanitarias, observándose que tuberías atraviesan miembros estructurales (vigas y columnas). Por ejemplo, bajantes de agua que atraviesan vigas, tubería de agua residual que pasan por vigas y columnas, entre otras, como se puede apreciar en los **Anexo 2** y **Anexo 3**. La ACI318 (2008), especifica que los miembros estructurales se ven afectados en la capacidad de resistencia, esto sucede cuando las tuberías exceden el 33% del espesor de la losa, viga o muro, y en columnas cuando la tubería ocupa más del 4% del área de la sección transversal.

Objetivos

General

- Obtener una estimación porcentual de incidencia de problemas estructurales causados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en construcciones localizadas dentro del cantón Colta.

Específicos

- Identificar mediante inspecciones visuales las estructuras que presenten posibles errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en la zona urbana del cantón Colta.
- Usar el software ArcGIS y catastro municipal para identificar las estructuras que presentan errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias.
- Determinar cuantitativamente las zonas afectadas por la problemática descrita mediante el uso de la herramienta de Geoestadística de ArcGIS.
- Determinar en base a los resultados obtenidos la relevancia del problema y si requiere un mayor control y seguimiento por parte de las autoridades.
- Analizar posibles causas de la problemática y plantear propuestas para evitar el incremento de estructuras que se vean afectadas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

Bases teóricas

Actividad Sísmica en Ecuador

Rivadeneira et al. (2017), mencionan que el Ecuador se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, sobre las placas de Nazca y Sudamericana, por lo que tiene alto riesgo sísmico.

Según Quinde & Reinoso (Quinde & Reinoso, 2016), las fuentes sísmicas por las que se encuentra regido son por subducción (una placa de mayor masa que choca con otra menor masa) y corticales (desplazamiento traslacional o rotacional). En los últimos 400 años se han producido más de 130 eventos sísmicos de intensidad mayor o igual a VI (Duque et al., 2018), los sismos más perjudiciales dentro del país se evidencian en la **Tabla 1**.

Tabla 1:
Sismos significativos en el Ecuador

Lugar	Año	Magnitud
Riobamba	1797	8.3
Esmeraldas	1906	8.8
Pedernales	1942	7.8
Golfo de Guayaquil	1953	7.3
Bahía de Caráquez	1956	7.0
Huaquillas	1970	7.2
Pedernales	2016	7.8

Fuente: (Duque et al., 2018)

Construcciones informales en Ecuador

Para Castillo (2016), el aumento poblacional ha ocasionado que la zona urbana y rural del país, experimente una expansión de la ciudad y/o comunidad de forma rápida. Incrementando la informalidad en la construcción de viviendas.

Una edición del diario El Comercio (2019) menciona que en Quito se censaron las construcciones para establecer su vulnerabilidad, tras el terremoto de Pedernales en el 2016, encontrándose que el 70% son informales, de estas un 80% podrían sufrir daños y el 36% pueden llegar al colapso.

Conservación de estructuras en Colta

El GADMCC (2014), manifiesta que dentro del cantón existe una gran cantidad de edificaciones vernáculas construidas en adobe, piedra, paja, carrizo y madera, consideradas como patrimonio cultural. Estas estructuras representan la base del crecimiento de los pueblos y por ello la municipalidad ha implementado acciones para su conservación.

La mayoría de las construcciones consideradas como patrimonio cultural se encuentran en la parroquia Villa la Unión (Cajabamba y Sicalpa), en el centro histórico del cantón **Anexo 7**.

Las estructuras modernas cuyo material principal es el hormigón no tiene un valor especial debido a que su presencia no representa ningún valor cultural o histórico. Estas construcciones han ido apareciendo a mediados del siglo XIX hasta la actualidad, hoy en día estas edificaciones representan el 68.13% dentro de la zona urbana del cantón Colta (GADMCC, 2014).

Filosofía de diseño sismo resistente

Según NEC-SE-DS (2015), la filosofía de diseño sismo resistente se logra al diseñar una estructura que tenga la capacidad de resistir solicitaciones y presentar derivas de piso ante cargas inferiores a las admisibles. Mediante la metodología de diseño por capacidad y dispositivos de control sísmico se obtiene la disipación de energía de deformación inelástica. El objetivo principal del diseño estructural es prevenir daños graves en elementos estructurales y daños leves en elementos no estructurales evitando el colapso ante terremotos severos.

Problemas estructurales

Sánchez et al. (2020), mencionan que es común la construcción de losas planas con vigas embebidas en estructuras de hormigón armado dentro del Ecuador por su bajo costo, aspecto arquitectónico y facilidad de construcción. Este tipo de losas tienen un buen comportamiento ante cargas verticales, pero son susceptibles ante el punzonamiento que se genera alrededor de las columnas y presentan vulnerabilidad ante eventos sísmicos.

Dentro de una construcción o proyecto, las fallas y problemas se clasifican en catastróficas y no catastróficas, pero una falla no implica el colapso de la estructura. El daño en la edificación se da al sobrepasar el estado límite durante su uso, por acciones: mecánicas, físicas, químicas y biológicas. Ocasionando síntomas comunes como: el aplastamiento, grietas, eflorescencia, segregación, deformación y deflexión (Cortes & Perrilla, 2017).

Configuración

La concentración de esfuerzos se origina por vibraciones torsionales en estructuras que presentan irregularidades en planta, pueden ser: concentraciones de masa, columna débil, pisos blandos, excesiva flexibilidad estructural y riesgo torsional (Nuñez, 2019).

Instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias son aquellas que abastecen y desfoguen todos los aparatos y equipos sanitarios en armonía con la estructura, cumpliendo los requisitos mínimos y criterios establecidos por la Normativa vigente (NEC-15, CPE INEN 5), para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones, redundando en un óptimo servicio y adecuada disposición de la red (aguas servidas, pluviales y potable) (UCV, 2013).

Elementos arquitectónicos, estructurales, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias integran un proyecto de construcción, de modo que interactúen en el diseño y construcción, para que puedan resistir fuerzas sin que se produzcan fallas en la estructura (Alvarado et al., 2014).

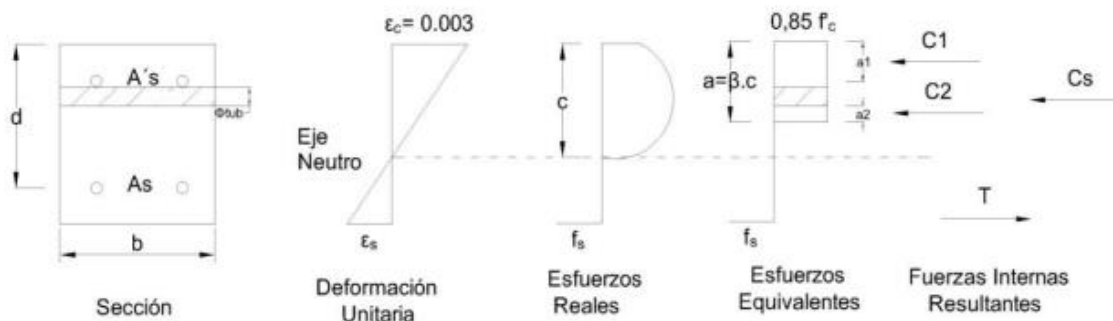
Afectación por Instalaciones hidrosanitarias

a) Tubería en contacto con el acero

En la **Figura 2**, se presenta el diagrama de esfuerzos equivalentes de una viga de concreto doblemente reforzada, atravesada por una tubería de 2'' de diámetro, en donde la rigidez se degrada en un 23% y se reduce la capacidad de carga entre el 4% y el 10% (Pino, 2015).

Figura 2:

Viga doblemente reforzada atravesada por tubería



Fuente:(Pino, 2015)

En la **Figura 3** se muestra la pos falla de una viga atravesada por un tubo de 2", cuyo diámetro no excede el 1/3 de base, al realizarse un ensayo a flexión se obtuvo que la carga máxima a soportar es de 1.8 T, generándose un debilitamiento por la adherencia nula o baja del concreto con el PVC (Fonseca & Suarez, 2018).

Figura 3:
Viga con tubo de 2"



Fuente: (Fonseca & Suarez, 2018).

Normativa vigente

La norma NEC-SE-HM sección 9.4 Supervisión antes de la colocación del hormigón subsección 9.4.4. Elementos ahogados (embebidos), menciona que los ductos y tuberías embebidas deben tener un diámetro exterior menos a 1/3 de la altura de la losa, estos elementos no deben desplazar al acero de refuerzo (NEC-SE-HM, 2015).

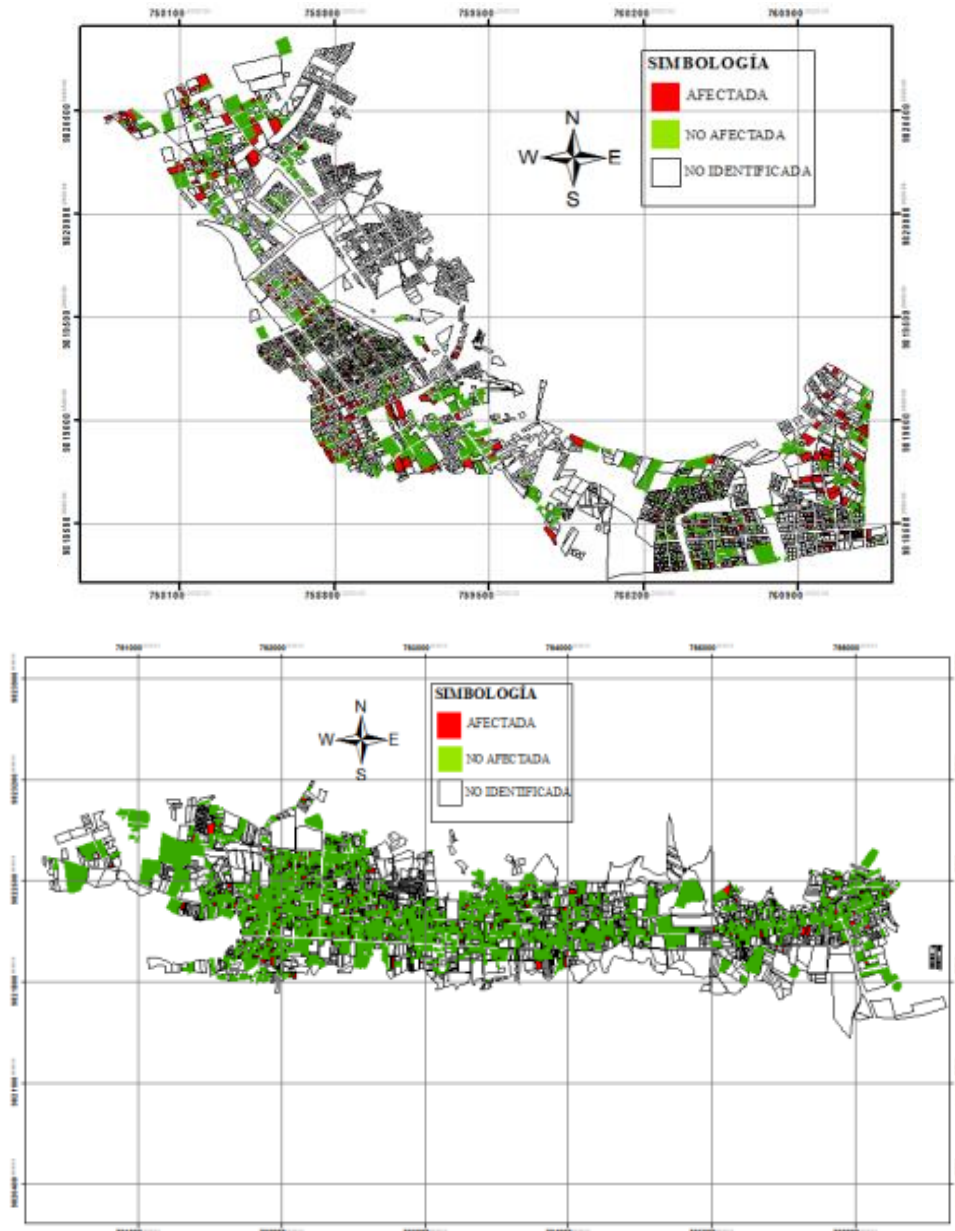
La colocación de la tubería debe cumplir con lo que estipula el Capítulo 6 de la ACI 318-08.

- Las tuberías que atraviesan muros, losas o vigas, no deben debilitar la resistencia de la estructura, si pasan por columnas no deben ocupar más del 4% del área de la sección transversal (ACI318, 2008).
- Se coloca refuerzo con un área menor a 0.002 veces el área de la sección de concreto perpendicularmente a las tuberías embebidas (ACI318, 2008).

Estado del Arte

El estudio realizado en el cantón Guano en el sector urbano en las parroquias La Matriz y el Rosario se obtuvo que el 40,92% y 10,40% respectivamente de los lotes, se encuentran afectados por la problemática expuesta (Rivera, 2021).

Figura 4:
Resultados cantón Guano

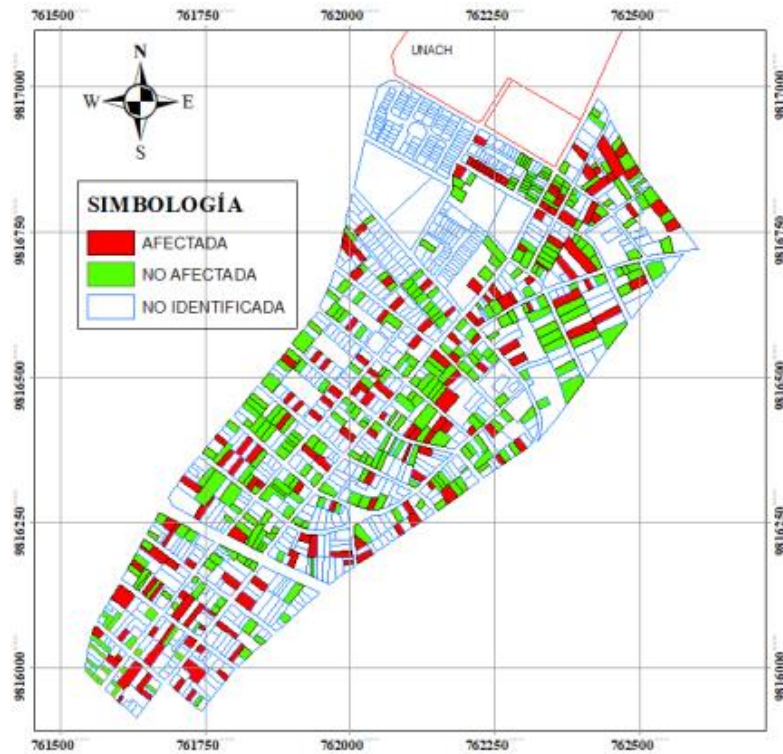


Fuente: (Rivera, 2021).

El estudio realizado en el cantón Riobamba en una parte del sector urbano, barrios (El Cuartel, Calzado Libre, 19 de Octubre, Cooperativa 21 de Abril, Brigada Galápagos y

11 de Noviembre) aledaños a la Universidad Nacional de Chimborazo, campus norte Edison Riera, se obtuvo que un 35.22% de los predios se encuentra afectada por la problemática (Orozco, 2021).

Figura 5:
Resultados cantón Riobamba

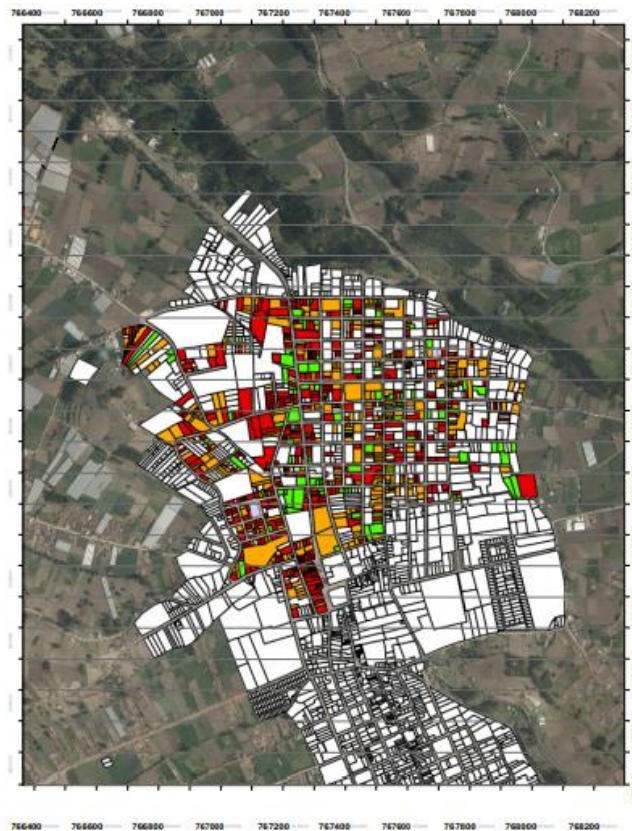


Fuente: (Orozco, 2021).

El estudio realizado en el cantón Chambo en el sector urbano, barrios (La Matriz, Batán, Santo Cristo, Cuba, Rumicruz, El Carmen, La Dolorosa, San Sebastián y Llio), se obtuvo que el 42% de los predios se encuentran afectados por la problemática (Sula, 2022).

Dentro de la provincia de Chimborazo este problema es recurrente debido a los resultados obtenidos en los diferentes cantones: Guano, Chambo y Riobamba (barrios: El Cuartel, Calzado Libre, 19 de Octubre, Cooperativa 21 de Abril, Brigada Galápagos y 11 de Noviembre) encontrándose entre el 35% y 40% de viviendas afectadas dentro de la zona urbana.

Figura 6:
Resultados cantón Chambo



Fuente: (Sula, 2022).

En la **Tabla 2**, se presenta un resumen general del estado del arte:

Tabla 2:
Resumen

Nombre de la investigación	Porcentaje de afectación	Fuente
GUANO	40.92%	(Rivera, 2021)
RIOBAMBA	35.22%	(Orozco, 2021)
CHAMBO	42%	(Sula, 2022)

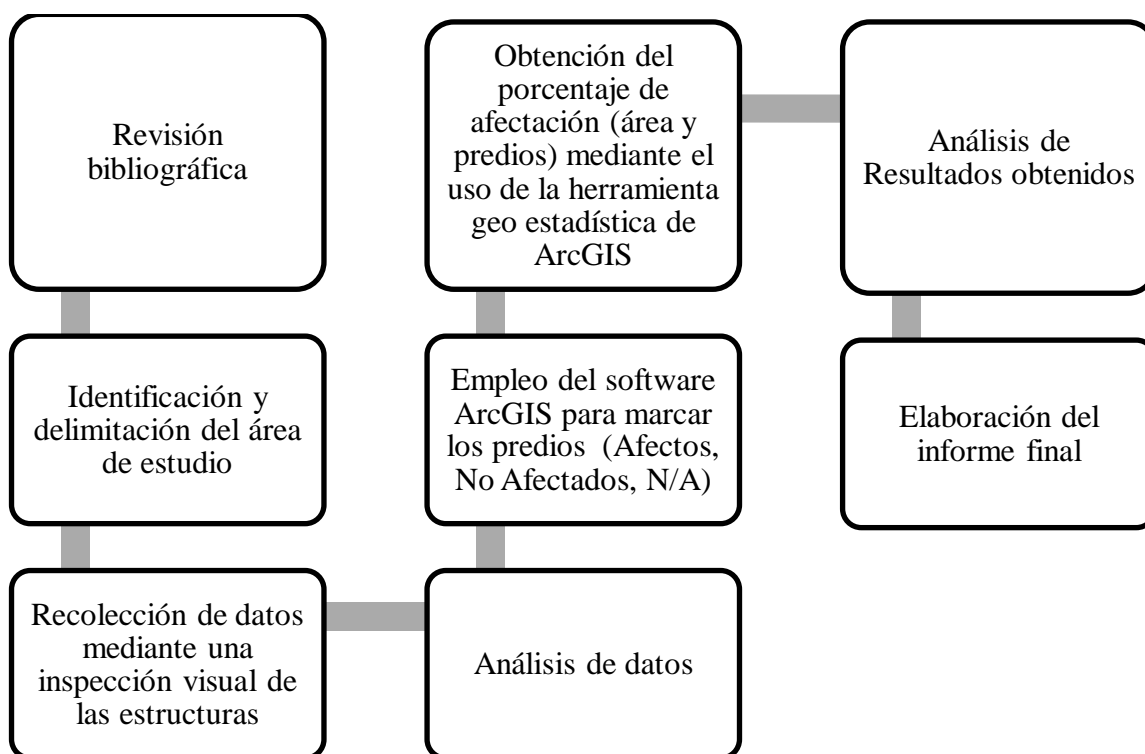
Fuente: (Cargua, 2022)

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

Tipo de Investigación

El proyecto presenta una investigación tipo mixta, cualitativo por qué se va a encontrar viviendas que presenten problemas estructurales debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias y otras que no, categorizándolas como afectadas y no afectadas. Corresponde a una recolección de datos mediante un recorrido e inspección visual de las edificaciones en campo. Cuantitativo debido a que estas serán cuantificadas mediante el programa Geo estadística del ArcGIS obteniendo como resultado el porcentaje de lotes afectados. En la **Figura 7** se puede observar los pasos a seguir en esta investigación.

Figura 7:
Esquema metodológico



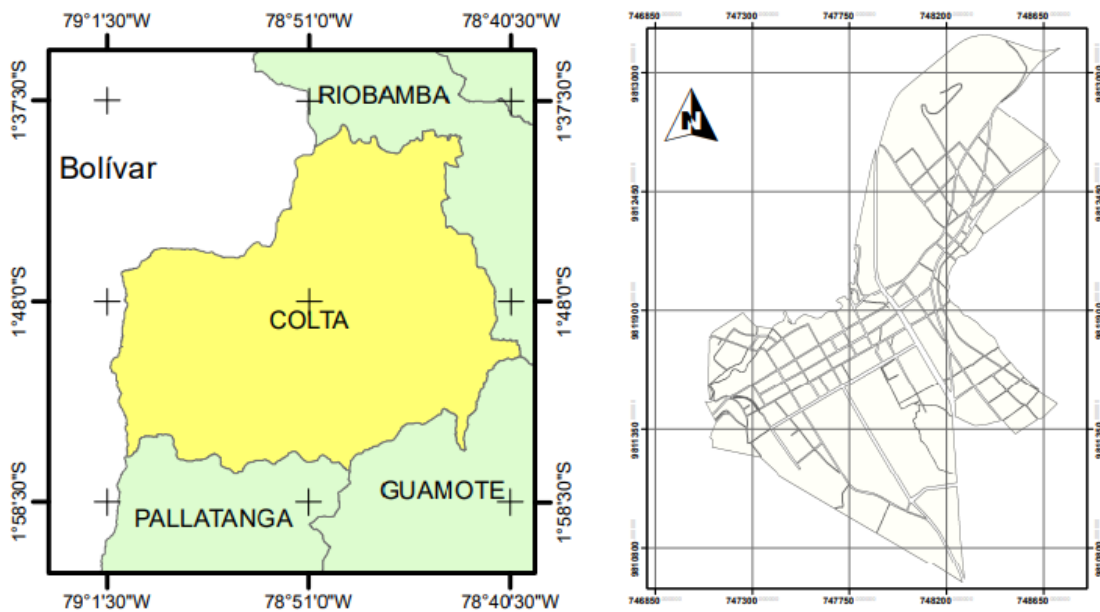
Fuente: (Cargua, 2022)

Población de estudio y tamaño de muestra

Población

En la **Figura 8** se muestra que el área de estudio se limita a la zona urbana del cantón Colta, la cual posee una expansión de 792 500 m², correspondiente a 112 manzanas de uso comercial, residencial, mixto, áreas verdes, parques, gestión pública, mercados, unidades educativas e iglesias.

Figura 8:
Cantón Colta



Fuente: (Cargua, 2022)

Muestra

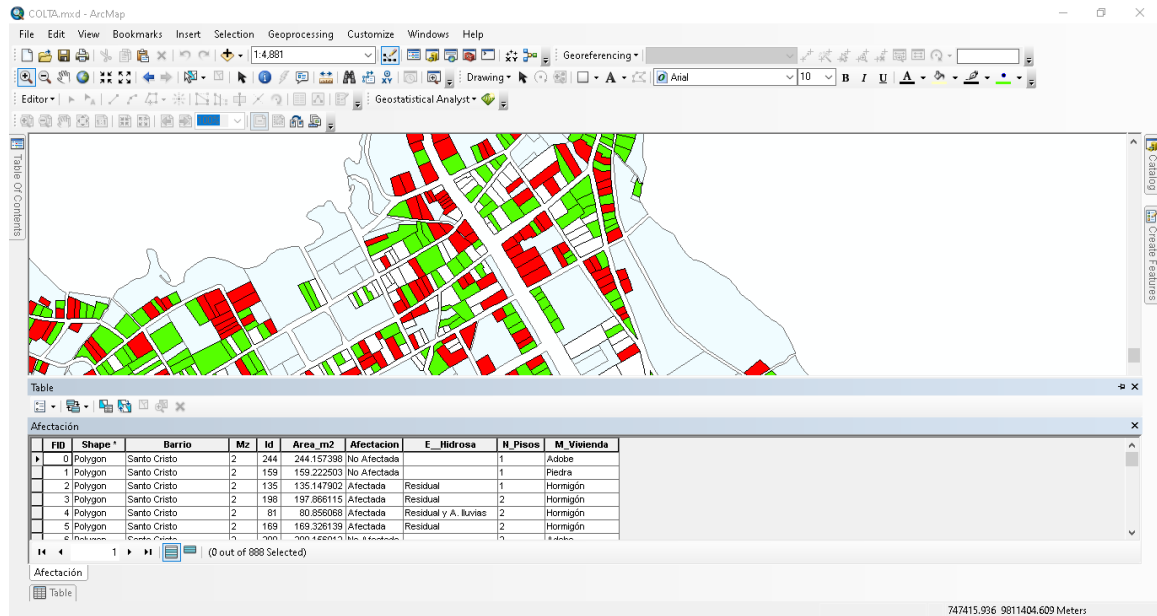
Se utilizó una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio denominado “Muestreo por conveniencia”, trabajando con una extensión de 365 520.86 m² correspondiente a 93 manzanas dentro de la zona urbana con uso de suelo residencial, comercial, y/o mixto. Formada por los barrios Santo Cristo, San Lorenzo de Sicalpa, La Concepción, Miraflores, San Francisco, Cunugpoggio, Marianitas, Santo Domingo, Misquilli, La Loma, 2 de Agosto y San Sebastián, **Anexo 6**.

3.3. Procesamiento y análisis de datos

En la **Figura 9** se muestra los datos obtenidos del levantamiento en campo a través de la inspección visual de las construcciones se señalaron cada uno de los lotes en ArcGIS

categorizándolos como “Afectados” (construcciones que se vean afectados por la problemática), “No Afectados” (construcciones sin problemas) y “N/A” (construcciones que no se puedan identificar).

Figura 9:
Identificación de predios



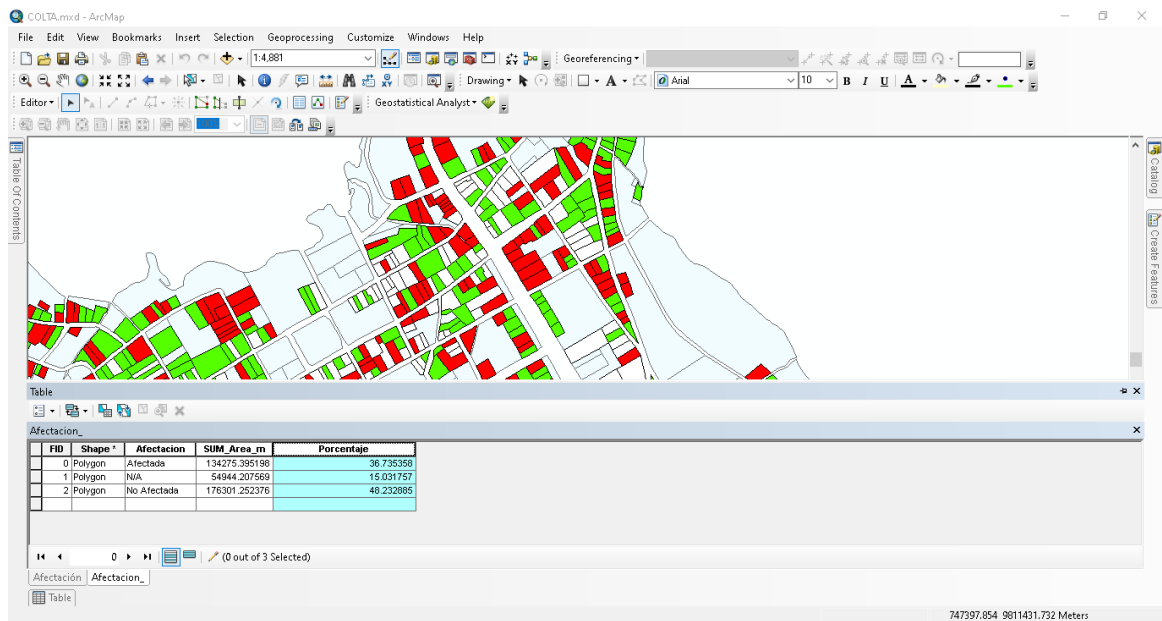
Fuente: (Cargua, 2022)

Se realizó un análisis geoestadístico en ArcGIS, se obtuvo el porcentaje de incidencia de afectación en la zona de estudio como se muestra en la **Figura 10**, se obtuvieron a través de las ecuaciones **Ec.1** y **Ec.2**.

$$\%Afectación_{\text{Área}} = \frac{\text{Área Afectada}}{\text{Área con viviendas}} * 100 \quad \text{Ec.1}$$

$$\%Afectación_{\text{Predios}} = \frac{\text{Predio Afectado}}{\text{Predio con viviendas}} * 100 \quad \text{Ec.2}$$

Figura 10:
Porcentaje de Afectación



Fuente: (Cargua, 2022)

Los resultados obtenidos fueron exportados a la herramienta Microsoft Excel 2016, donde se organizó la información.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Inspección visual de las estructuras

Varias estructuras que forma parte de la zona urbana del cantón Colta presentaron errores en el diseño y construcción por instalaciones hidrosanitarias esto se obtuvo mediante una inspección visual de las mismas véase en los **Anexo 2** y **Anexo 3**.

En la **Tabla 3**, se muestran los errores encontrados en el levantamiento en campo:

Tabla 3:

Errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias

Errores	Ilustración
---------	-------------

Figura 11:

Vigas atravesadas por tubería dentro de la zona de confinamiento

Vigas atravesadas por tubería dentro de la zona de confinamiento



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 12:

Vigas atravesadas por tubería fuera de la zona de confinamiento

Vigas atravesadas
por tubería fuera de
la zona de
confinamiento



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 13:

Vigas atravesadas por tubería fuera y dentro de la zona de confinamiento

Vigas atravesadas
por tubería fuera y
dentro de la zona
de confinamiento



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 14:
Tubería embebida en columna

Tubería embebida
en columna



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 15:
Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto dentro de la zona de confinamiento

Viga atravesada
por dos o más
tuberías en el
mismo punto
dentro de la zona
de confinamiento



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 16:

Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera de la zona de confinamiento

Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera de la zona de confinamiento



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 17:

Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera y dentro de la zona de confinamiento

Viga atravesada por dos o más tuberías en el mismo punto fuera y dentro de la zona de confinamiento



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 18:

Viga peraltada atravesada por dos o más tuberías fuera y dentro de la zona de confinamiento

Viga peraltada
atravesada por dos
o más tuberías
fuera y dentro de la
zona de
confinamiento



Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 19:

Viga atravesada transversalmente por tubería

Viga atravesada
transversalmente
por tubería



Fuente: (Cargua, 2022)

Fuente: (Cargua, 2022)

Los miembros estructurales (vigas y columnas) de varias estructuras se encuentran atravesadas por tuberías de (agua lluvia, residual), exponiéndose varios casos en la **Tabla 3**, aquellos que no cumplen con lo estipulado en la normativa vigente: Norma ecuatoriana de la construcción (NEC – 15) y American Concrete Institute (ACI 318). Presentándose en edificios de poca y gran altura tanto de uso comercial como residencial.

Fonseca & Suarez (2018), manifiestan que en tuberías que atraviesan vigas (**Figura 13**), se evidencia fallas en la adherencia entre la tubería (PVC) y el hormigón, debido a que al momento que ocurre la falla se produce un desprendimiento del tubo en toda la longitud, dándose una pérdida en la capacidad de carga y el módulo de rotura, tomándose en cuenta que la tubería no debe exceder el 1/3 de la base o la altura de la viga.

Considerando que en la mayoría de las estructuras de la zona urbana del cantón Colta presumiblemente tienen vigas de base entre 20cm a 30 cm. Y se encuentran atravesadas por tuberías de 4'' (110 mm) de diámetro, entonces este tubo excedería la recomendación de 1/3 de la base de la viga.

Bakhteri et al.(2016), mencionan que las columnas al encontrarse embebidas por tuberías (**Figura 14**), tienen menor capacidad de carga reduciendo el área de la sección transversal efectiva, existiendo la posibilidad que la tubería quede inclinada al vaciarse el hormigón. El mantenimiento de la tubería embebida en la columna es imposible y existe una alta posibilidad de que ocurran fugas por fallas o rupturas, causando a largo plazo la oxidación del acero de refuerzo, pérdida de adherencia y reducción de la resistencia del miembro estructural.

Pino (2015), expone que al encontrarse la tubería atravesando la viga de forma transversal (**Figura 19**), esta pierde altura en el bloque de esfuerzo, provocando una pérdida en la capacidad a compresión aportada por el hormigón, a medida que el diámetro de la tubería aumenta, se tiene una mayor probabilidad de agrietamiento en la viga debido a la reducción de inercia.

Estos errores en muchas de las estructuras han provocado el desprendimiento de concreto y la exposición del acero a la intemperie (**Figura 15**), causando a futuro la corrosión y desgastamiento de este afectando la resistencia del miembro y por ende de toda la estructura.

4.2. Porcentaje de incidencia

Se registró 112 manzanas dentro de la zona urbana de uso residencial, comercial, educación, parques, salud, mercados, baldíos, iglesias y gestión pública. Son 93 manzanas las que contienen construcciones registradas en el catastro (uso comercial y residencial), las mismas que se tomaron para este estudio, abarcando 888 predios distribuidos en los diferentes barrios como se muestra en la **Tabla 4** y **Anexo 6**.

Tabla 4:
Barrios, distribución de manzanas y predios

Barrio	Manzanas	Predios	Área de Construcción (m2)
Santo Cristo	7	47	12174.39
San Lorenzo de Sicalpa	5	61	28316.82
Concepción	5	63	21367.83
Miraflores	5	45	17199.41
San Francisco	7	81	27409.20
Cunugpoggio	8	69	36466.56
Marianitas	10	128	39994.99
Santo Domingo	4	49	17504.13
2 de Agosto	3	39	15167.39
Misquilli	13	100	41673.71
La Loma	4	36	13098.58
San Sebastián	22	170	95147.86
Total	93	888	365520.86

Fuente: (Cargua, 2022)

1.1.1 Porcentaje de incidencia por predios

En la **Tabla 5** y **Figura 20** se muestra que el 36.60% de los predios que contienen construcción se encuentran afectados por la problemática, representa 325 predios.

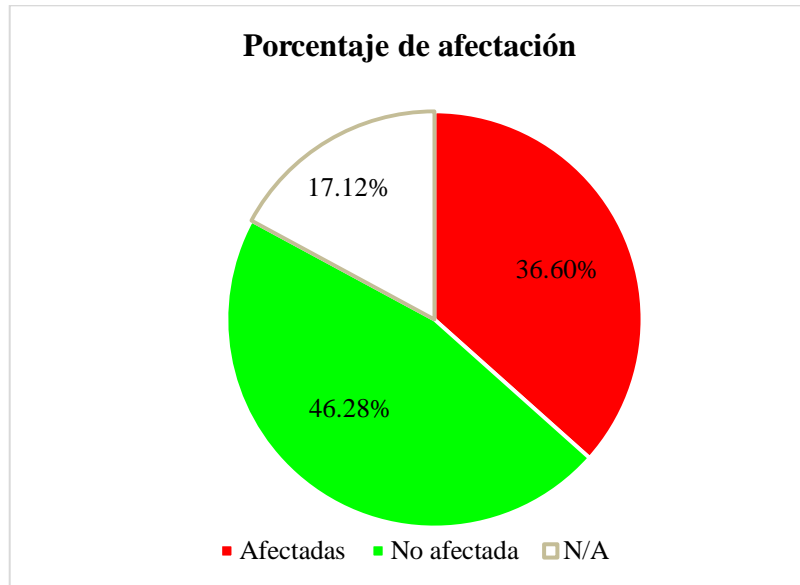
Tabla 5:
Porcentaje de incidencia de afectación por predios del cantón Colta

	# Predios	Porcentaje (%)
Afectadas	325	36.60
No afectada	411	46.28
N/A	152	17.12
Total	888	100

Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 20:

Porcentaje de incidencia de afectación por predios del cantón Colta



Fuente: (Cargua, 2022)

El 36.60 % de las estructuras presentan problemas en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias dentro de la zona de estudio, distribuida en los diferentes barrios. En los barrios Cunugpoggio, Misquilli y San Sebastián se encuentra la mayor concentración de predios afectados, siendo el 5.18%, 6.64% y 5.63% respectivamente, como se muestra en la **Tabla 6** y **Figura 21**.

Varios de los predios que contienen las estructuras que no son afectadas se encuentran dentro del centro histórico (**Anexo 7**) donde una gran cantidad de ellas están construidas de adobe o piedra. El GADMCC (2014), expone que las construcciones de adobe y piedra representan el crecimiento del pueblo como patrimonio cultural, los cuales se convierten en un activo con amplias probabilidades de desarrollo socioeconómico.

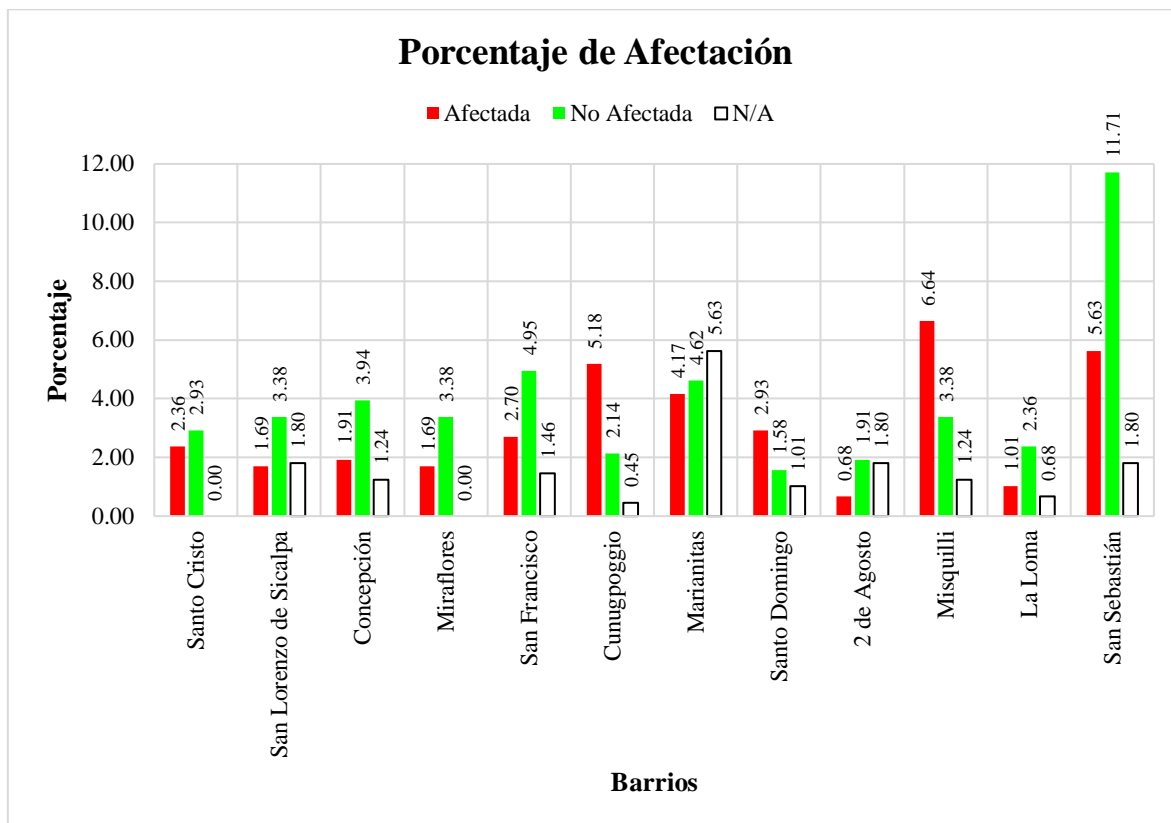
De los 888 lotes con construcciones que conforman la zona urbana, 283 contienen estructuras de adobe o piedra representando el 31.86% de no afectadas, dentro del histórico se encuentran 205 lotes.

Tabla 6:
Porcentaje de incidencia de afectación por predios (barrios)

Barrio	# Predios	Porcentaje Predios	Tipo
Santo Cristo	21	2.36	Afectada
	26	2.93	No Afectada
	0	0.00	N/A
San Lorenzo de Sicalpa	15	1.69	Afectada
	30	3.38	No Afectada
	16	1.80	N/A
Concepción	17	1.91	Afectada
	35	3.94	No Afectada
	11	1.24	N/A
Miraflores	15	1.69	Afectada
	30	3.38	No Afectada
	0	0.00	N/A
San Francisco	24	2.70	Afectada
	44	4.95	No Afectada
	13	1.46	N/A
Cunugpoggio	46	5.18	Afectada
	19	2.14	No Afectada
	4	0.45	N/A
Marianitas	37	4.17	Afectada
	41	4.62	No Afectada
	50	5.63	N/A
Santo Domingo	26	2.93	Afectada
	14	1.58	No Afectada
	9	1.01	N/A
2 de Agosto	6	0.68	Afectada
	17	1.91	No Afectada
	16	1.80	N/A
Misquilli	59	6.64	Afectada
	30	3.38	No Afectada
	11	1.24	N/A
La Loma	9	1.01	Afectada
	21	2.36	No Afectada
	6	0.68	N/A
San Sebastián	50	5.63	Afectada
	104	11.71	No Afectada
	16	1.80	N/A
Total	888	100	

Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 21:
Porcentaje de incidencia de afectación por predios (barrios).



Fuente: (Cargua, 2022)

1.1.2 Porcentaje de incidencia por área

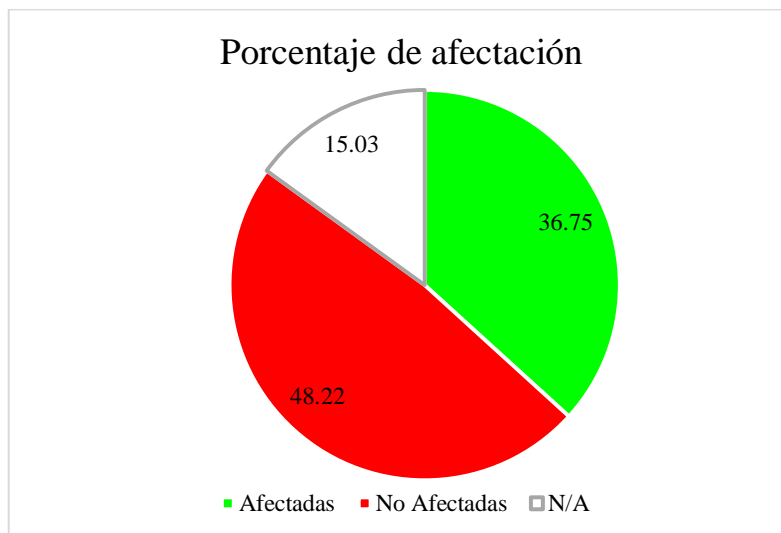
El área total de la zona urbana del cantón es de 365 520.86 m², de los cuales el 36.75% se encuentra afectada equivalente a 134 346.12 m² como se muestra en la **Tabla 7** y **Figura 22**.

Tabla 7:
Porcentaje de incidencia de afectación del área

	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Afectadas	134316.12	36.75
No afectada	176260.53	48.22
N/A	54944.21	15.03
Total	365520.86	100

Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 22:
Porcentaje de incidencia de afectación del área



Fuente: (Cargua, 2022)

El mayor porcentaje de afectación se encuentra en el barrio San Sebastián con un área de 28 560.39 m² representando el 7.81% del área total del sector urbano, el 91.19% está distribuido como se expone en la **Tabla 8** y **Figura 23**.

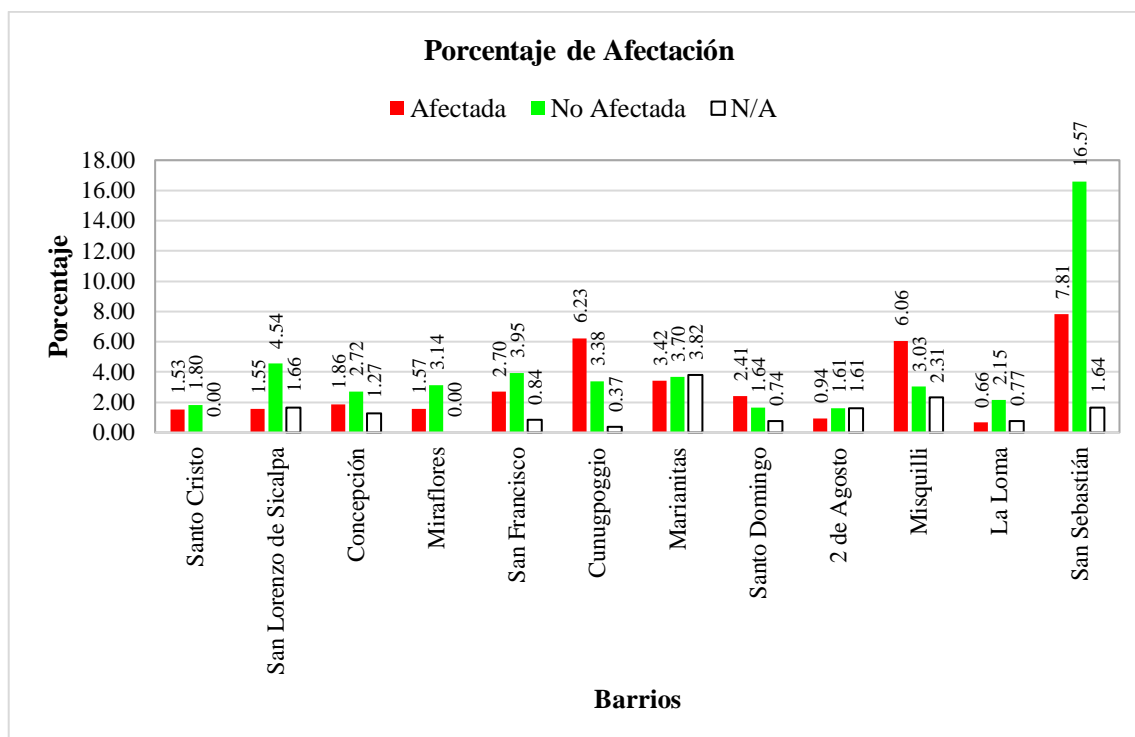
Tabla 8:
Porcentaje de incidencia del área de afectación (barrios)

Barrio	Área (m ²)	Porcentaje Área	Tipo
Santo Cristo	5610.40	1.53	Afectada
	6563.99	1.80	No Afectada
	0	0.00	N/A
San Lorenzo de Sicalpa	5657.62	1.55	Afectada
	16609.25	4.54	No Afectada
	6049.94	1.66	N/A
Concepción	6788.59	1.86	Afectada
	9935.85	2.72	No Afectada
	4643.39	1.27	N/A
Miraflores	5728.93	1.57	Afectada
	11470.49	3.14	No Afectada
	0.00	0.00	N/A
San Francisco	9887.27	2.70	Afectada
	14434.95	3.95	No Afectada
	3086.98	0.84	N/A
Cunugpoggio	22767.98	6.23	Afectada
	12362.42	3.38	No Afectada
	1336.16	0.37	N/A

	12518.89	3.42	Afectada
Marianitas	13507.67	3.70	No Afectada
	13968.43	3.82	N/A
	8805.71	2.41	Afectada
Santo Domingo	5977.41	1.64	No Afectada
	2721.01	0.74	N/A
	3425.12	0.94	Afectada
2 de Agosto	5869.58	1.61	No Afectada
	5872.69	1.61	N/A
	22167.53	6.06	Afectada
Misquilli	11073.69	3.03	No Afectada
	8432.48	2.31	N/A
	2397.68	0.66	Afectada
La Loma	7875.77	2.15	No Afectada
	2825.13	0.77	N/A
	28560.39	7.81	Afectada
San Sebastián	60579.48	16.57	No Afectada
	6007.99	1.64	N/A
Total	365520.86	100	

Fuente: (Cargua, 2022)

Figura 23:
Porcentaje de incidencia del área de afectación (barrios)



Fuente: (Cargua, 2022)

4.3. Posibles causas de la problemática

- El GADMCC (2014), manifiesta que la construcción de viviendas a través de mingas es común dentro del cantón, donde participan miembros de la comunidad o barrio y peones. El 45% de las construcciones se realizan con peones y un 10% con peones y miembros del barrio.
- Escaso control durante la construcción de viviendas por parte de los técnicos del municipio.
- Dentro del cantón el 77% de la población se dedica a la agricultura existiendo una entrada menor o igual al básico (GADMCC, 2014), siendo factible la adquisición de mano de obra barata (no calificada) para la construcción de sus viviendas.
- Escasez de contratación de profesionales como ingenieros civiles y arquitectos, asociada a los bajos ingresos de los interesados en construir su vivienda.

4.4. Propuesta para minimizar el incremento de estructuras afectadas por la problemática

- Capacitar periódicamente a las personas que realicen trabajos de construcción (Albañiles, peones) y población en general, sobre la colocación correcta de instalaciones hidrosanitarias.
- Concientizar a la población sobre las consecuencias que se tiene al no instalar de forma correcta las tuberías.
- Aumentar el control al momento de la construcción, presentando un plan de seguimiento y supervisión, por parte de técnicos del municipio.
- Integración de los jóvenes profesionales oriundos del cantón, que han tenido la oportunidad de formarse académicamente, a las actividades locales de la construcción y evaluación de infraestructura.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Por medio de la inspección visual de las construcciones que se localizan en la zona urbana del cantón Colta distribuidos en 888 predios, se encontró 9 tipos de problemas, tales como: vigas atravesadas por tuberías dentro de la zona de confinamiento, fuera de la zona de confinamiento, dentro y fuera de la zona de confinamiento, dos o más tuberías que atraviesan la viga en un mismo punto, tubería embebida en columnas y viga peraltada atravesada por tubería. Es decir, existe errores en el diseño y construcción por instalaciones hidrosanitarias en el 36.60% de las construcciones, lo que representa que 3 de cada 10 edificaciones sí presentan la problemática.
- El software utilizado corresponde al ArcGIS versión 10.5 y como base de información la planimetría actualizada del cantón Colta y el catastro municipal. Permitió identificar los 12 barrios de la zona urbana, identificar los diferentes usos de suelo de cada predio, identificar la presencia o ausencia de la problemática, registrar la información mediante el uso de capas en el programa para visualizar estadística y gráficamente con el uso de los colores (rojo, verde y blanco) para describir los predios afectados, no afectados y no identificados respectivamente.
- Con la ayuda de la herramienta de Geoestadística de ArcGIS se determinó que dentro la zona urbana del cantón Colta, 325 predios equivalentes a 36.6% se encuentran afectados, 411 predios que representan el 46.28% no presentan la problemática y 152 equivalente a 17.12% no se pudo identificar.
- Los resultados muestran una relevancia del problema ya que a priori solamente el 46.28% de las edificaciones no serían vulnerables ante eventos sísmicos o asentamientos que se hayan considerado en su diseño. Siendo el barrio Misquilli la zona con mayor vulnerabilidad debido a que concentra la mayor cantidad de estructuras con la problemática con el 6.64%. Entonces si se requiere implementar y/o aumentar el control y seguimiento de las autoridades en esta zona por el crecimiento acelerado y la presencia de edificaciones con errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias.
- Posiblemente las causas de la problemática son: desconocimiento de la población sobre técnicas de construcción y colocación adecuada de instalaciones hidrosanitarias, construcción de viviendas en “Mingas”, economía de los propietarios y por el escaso y/o ausencia de control municipal en el tema de nuevas construcciones en la zona urbana.

Recomendaciones

- Se recomienda al GAD de Colta, que se tenga un mayor control y seguimiento en la fase de construcción y diseño de una vivienda, para evitar estos errores.
- Se recomienda dar capacitaciones continuas a toda la población del cantón Colta acerca de las técnicas básicas de construcción e instalación de tuberías hidrosanitarias.
- Se recomienda a futuras investigaciones modelar en softwares de análisis estructural como “SAP 2000” o “ETABS” una estructura en la cual sus miembros principales (vigas y columnas) se encuentren atravesados por tuberías y analizar su comportamiento mecánico ante eventos sísmicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI318. (2008). *Requisitos de reglamento para Concreto Estructural* (08 ed.).
- Alvarado, A., Pineda, S., & Ventura, J. (2014). *Diseño de elementos estructurales en edificios de concreto reforzado* [Universidad de el Salvador]. [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4581/1/Diseño de elementos estructurales en edificios de concreto reforzado.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4581/1/Diseño%20de%20elementos%20estructurales%20en%20edificios%20de%20concreto%20reforzado.pdf)
- Bakhteri, J., Wahid, O., & Mahir, A. (2016). *A-Critical-Review-Of-The-Reinforced-Concrete-Columns-And-Walls-Concealing-Rain-Water-Pipe-In-Multistorey-Building.pdf*.
- Castillo, A. (2016). *Estudio comparativo entre pórtico de un vano de acuerdo a la norma ecuatoriana de la construcción (NEC) con un pórtico construido de manera informal* [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16094/1/CD-7116.pdf>
- Cortes, B., & Perrilla, K. (2017). *Identificación de Patologías Estructurales en Edificaciones indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal (Sector Educativo)* [Universidad Libre Seccional Pereira]. [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16981/IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES.pdf?sequence=1](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16981/IDENTIFICACION%20DE%20PATOLOGIAS%20ESTRUCTURALES.pdf?sequence=1)
- Cuji, N. (2019). *Diseño de un sendero interpretativo en el sector noroeste de la laguna de Colta, parroquia Santiago de Quito, cantón Colta*.
- Duque, E., Tamay, J., & Rojas, H. (2018). *Observatorio sísmico del ecuador*. 1–25. https://sica.utpl.edu.ec/media/uploads/material/Reporte_extendido_-_Sismo_Cumanda.pdf
- El Comercio. (2016, April 29). *10 fallas se identificaron en Pedernales*. 1–8. <https://www.elcomercio.com/tendencias/construir/pedernales-edificaciones-construccion-casas-manabi.html>
- El Comercio. (2019). *El 45 % de las casas informales de Quito tiene mayor riesgo sísmico*. 2019. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/construccion-informal-sismos-vulnerabilidad-estudio.html>
- Fonseca, C., & Suarez, E. (2018). *Evaluación del comportamiento del concreto hidráulico tras la inclusión de tubos al interior de vigas* [Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia]. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3777/1/Evaluacion_del_comportamiento_del_concreto.pdf

- GADMCC. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2014-2030*.
http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000520001_PDOT_COLTA_2014_15-03-2015_19-11-32.pdf
- IGM. (2018). *La informalidad en la Construcción es el mayor Riesgo en un Terremoto*.
<https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/381-la-informalidad-en-la-construcción-es-el-mayor-riesgo-en-un-terremoto#:~:text=Así es la construcción informal,con mucha o ninguna experiencia>
- NEC-SE-DS. (2015). *Peligro sísmico*.
- NEC-SE-HM. (2015). Alcances y requisitos generales. In *Estructuras de hormigón armado* (p. 24).
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormigón-Armado.pdf>
- Núñez, R. (2019). *Configuración Geométrica*. Zigurat Global Institute of Technology.
<https://www.e-zigurat.com/blog/es/configuracion-estructural-problematica/>
- Orozco, L. (2021). *Estimación Porcentual de incidencia de problemas estructurales originados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en Riobamba*.
- Pino, C. (2015). *Análisis del efecto de tuberías que atraviesan a miembros de concreto estructural solicitados a flexión* [Universidad Católica Andrés Bello].
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS4818.pdf>
- Quinde, P., & Reinoso, E. (2016). *SEISMIC HAZARD ASSESSMENT FOR ECUADOR AND DESIGN SPECTRA PROPOSED FOR THE CITY OF CUENCA*. 26(94), 1–26.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ris/n94/0185-092X-ris-94-00001.pdf>
- Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yepes, H. (2017). *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador* (COORPORACION EDITORA NACIONAL (ed.)).
[https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/35-breves-fundamentos-sobre-los-terremotos-en-el-ecuador/file#:~:text=En la historia del Ecuador,\) y Bahía \(1998\)](https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/35-breves-fundamentos-sobre-los-terremotos-en-el-ecuador/file#:~:text=En la historia del Ecuador,) y Bahía (1998))
- Rivera, L. (2021). *Estimación Porcentual de incidencia de problemas estructurales originados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en Guano*.
- Sánchez, D., Placencia, P., & Bermeo, C. (2020). *Comportamiento de Conexión Losa-Columna en Nudos Interiores de Pórticos con Losas Planas y Vigas Embebidas*. 45(1), 17–24.
<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v45n1/2477-8990-rpolit-45-01-00017.pdf>

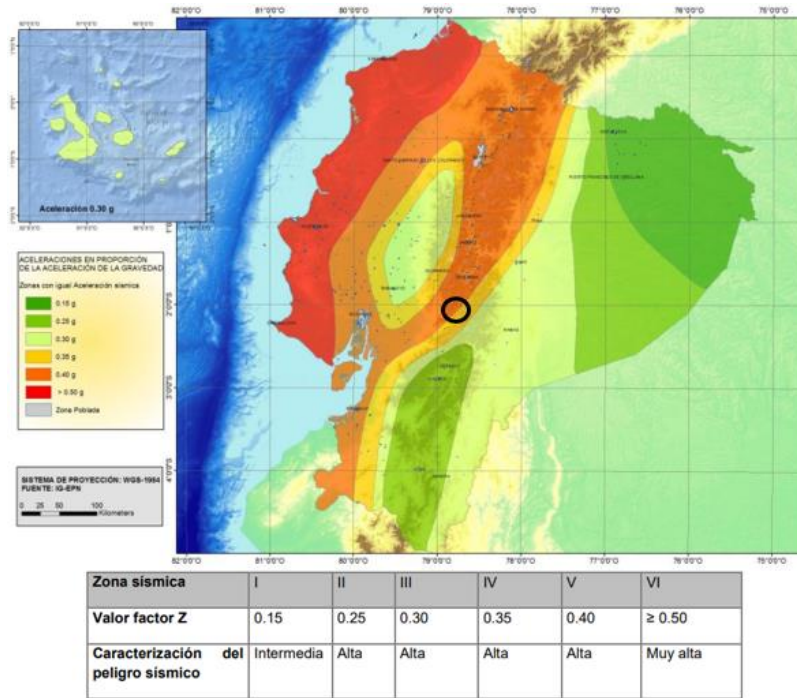
Secretaría de gestión de Riesgos. (2016). *Informe de situación N° 65-Terremoto 7.8°-Pedernales*. 2(5), 1–17. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Informe-de-situación-n°65-especial-16-05-20161.pdf>

Sula, A. (2022). *Estimación Porcentual de incidencia de problemas estructurales originados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en Chambo*.

UCV. (2013). *Instalaciones sanitarias en edificaciones*. <http://www.gisperu.com/edu/cursos/instalaciones/Ins.Edi-Mod.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Zonificación sísmica y factor z



Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Anexo 2: Evidencia Fotográfico del levantamiento en campo







Fuente: (Cargua, 2022)

Anexo 3:
Levantamiento en campo

[Evidencia fotográfica](#)

Anexo 4:
Datos obtenidos del levantamiento en campo

[Evidencia datos levantados](#)

Anexo 5:
 Ficha del levantamiento en campo



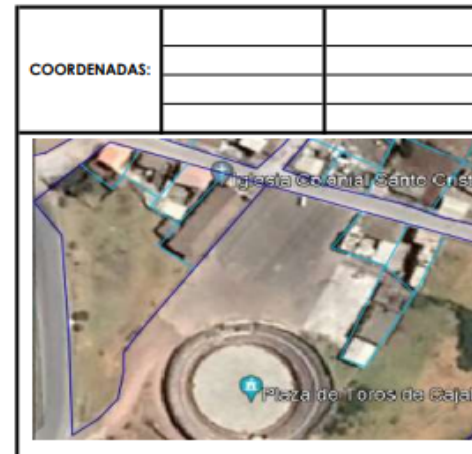
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PARROQUIA: _____ BARRIO: _____ LUGAR DE REFERENCIA: Iglesia de Santo Cristo FECHA: _____

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

CROQUIS



COORDENADAS:		

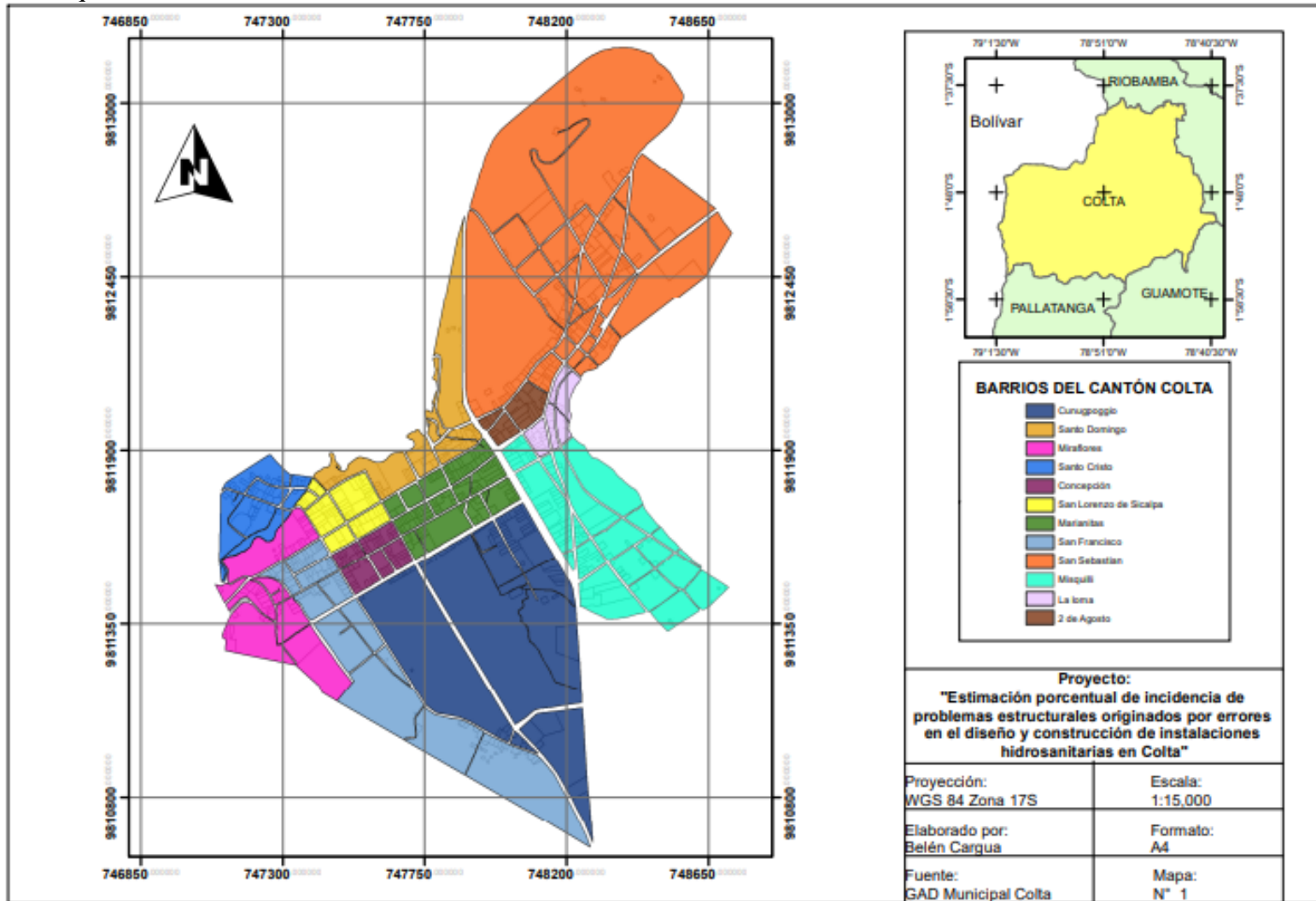
AFECTADA
NO AFECTADA
N/A: No se puede identificar

OBSERVACIONES:

Fuente: (Cargua, 2022)

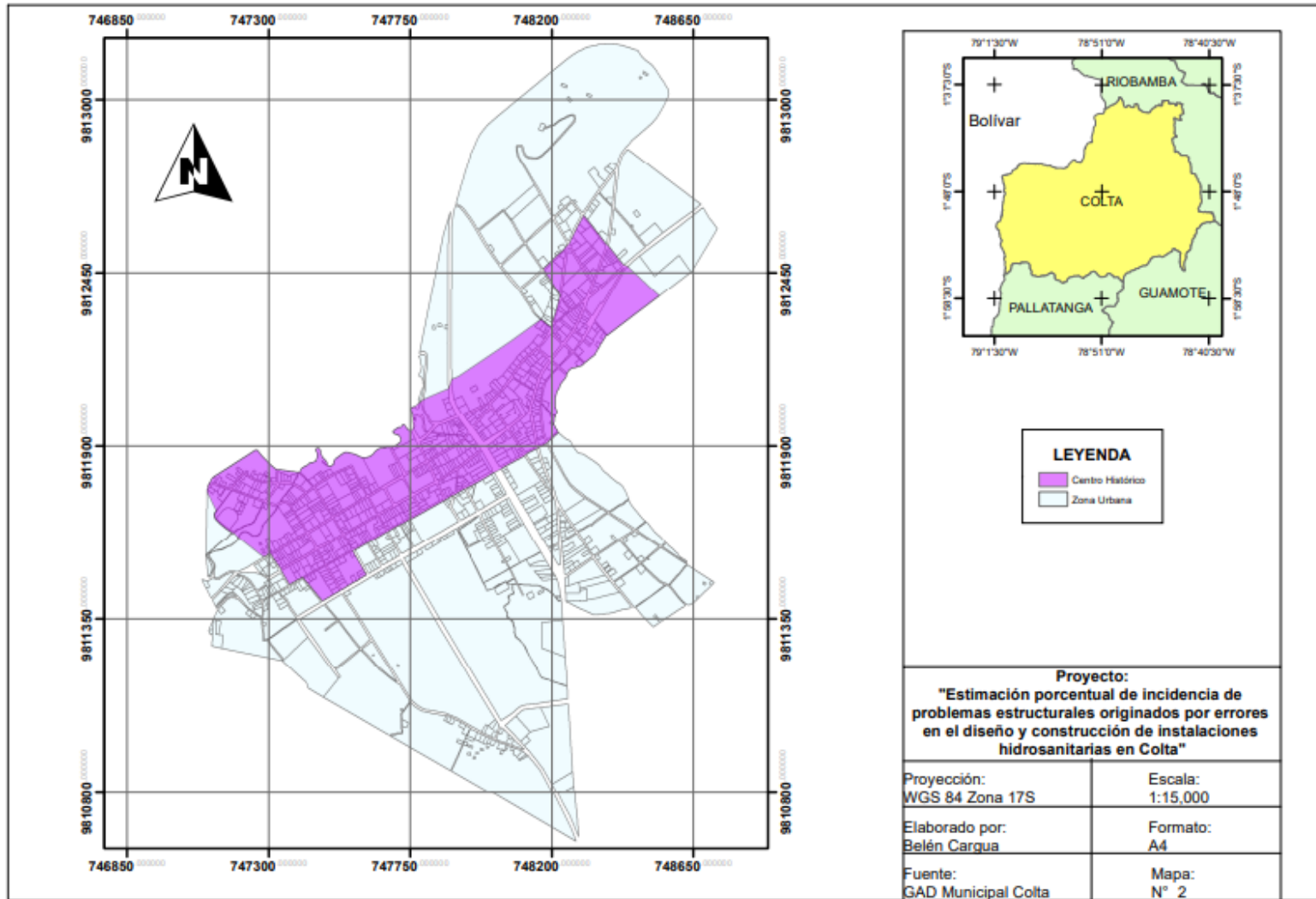
Anexo 6:

Mapa de barrios que conforman la zona urbana del cantón Colta



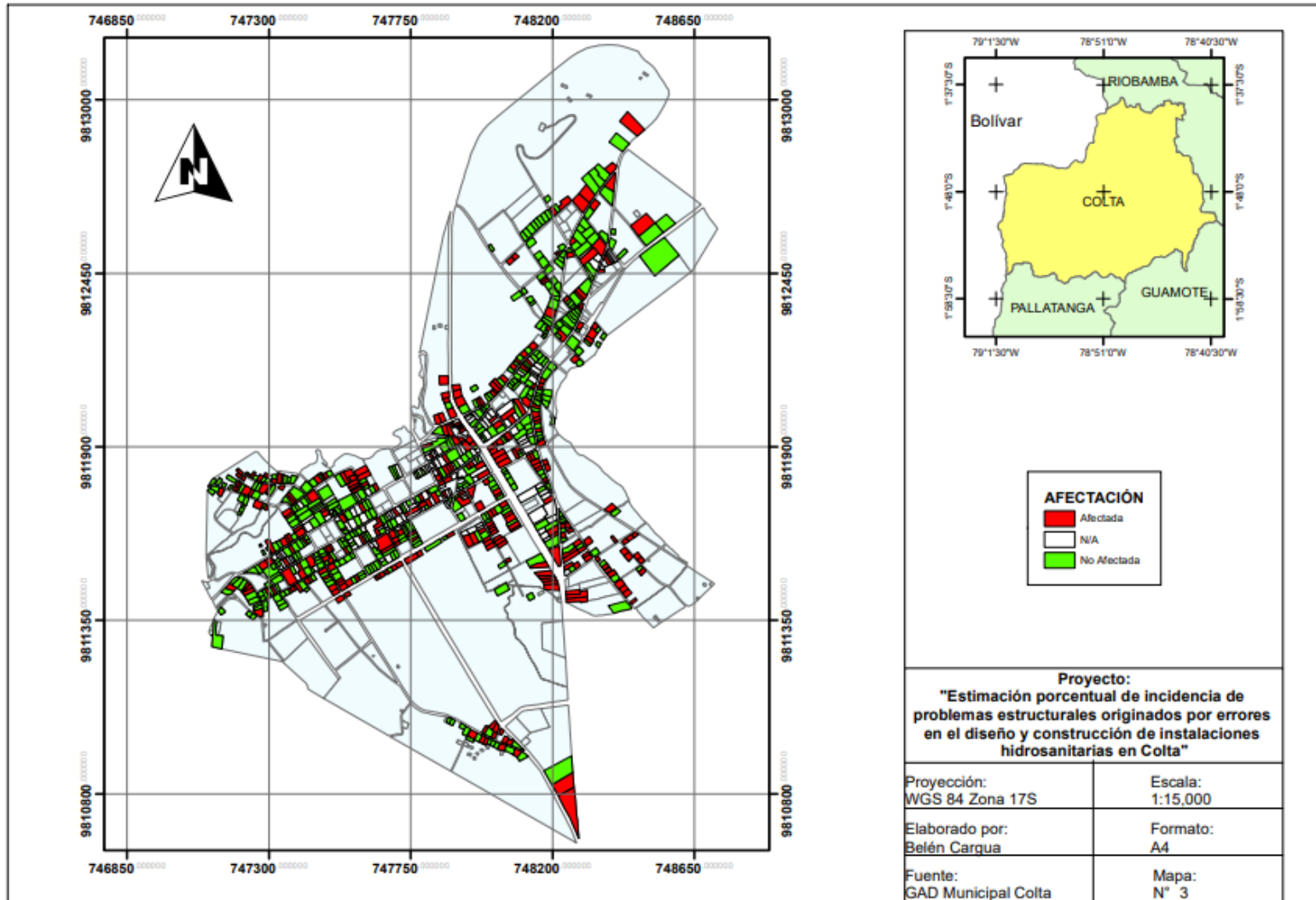
Fuente: (Cargua, 2022)

Anexo 7:
Mapa de del Centro Histórico del cantón Colta



Fuente: (Cargua, 2022)

Anexo 8:
Mapa de resultados obtenidos



Fuente: (Cargua, 2022)

Anexo 9:
Mapas

[Evidencia Mapas](#)