



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto

ESTIMACIÓN PORCENTUAL DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS
ESTRUCTURALES ORIGINADOS POR ERRORES EN EL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN GUANO.

Autor:

LAILA DAYANARA RIVERA PANIMBOZA

Director:

Ing. Carlos Montalvo

Riobamba – Ecuador 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 GUANO”**, presentado por Laila Dayanara Rivera Panimboza 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 constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Carlos Montalvo MSc.

.....

Tutor del Proyecto

Firma

Ing. Oscar Cevallos Ph.D

.....

Miembro del Tribunal

Firma

Ing. Gabriela Zúñiga MSc.

.....

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 GUANO”**, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a la Señorita Laila Dayanara Rivera Panimboza 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

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Declaro que la responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación corresponde exclusivamente a: Laila Dayanara Rivera Panimboza y al Ing. Carlos Israel Montalvo Montenegro, MSc. y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional del Chimborazo.



.....

Srta. Laila Dayanara Rivera Panimboza

C.I. 120785088-2

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme paciencia, sabiduría y ser mi guía en todo momento; a mis familiares que no dudaron de mí, gracias a ellos por ser esa inspiración para seguir adelante.

A mi madre Mari, quien fue mi apoyo y consuelo en los momentos más difíciles, gracias por el amor incondicional y los buenos consejos. A mi padre Fili, quien me forjó como una mujer decidida y perseverante, quien ahora sé que me mira desde el cielo orgulloso.

A mis hermanos Sayonara, Jorge y Marlon por su apoyo, oraciones, sus palabras de aliento y cariño. A mis sobrinos Solange, Andrés, Axel, Jorge, Juan Diego y Valeria quienes con su amor no me dejaron rendirme y endulzar mi vida.

A mis compañeros y amigos quienes entre risas me animaban a seguir adelante; especialmente a mi amigo Jhonny, con quien compartí alegrías y tristezas. A mi amiga Kateryn por sus consejos y compañía en mis peores y mejores momentos.

A mis docentes que supieron compartir sus conocimientos y valores para formarme como una mejor persona y profesional. Un agradecimiento especial al Ing. Carlos Montalvo quien con sus conocimientos y paciencia hizo posible la culminación de este proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Este título es dedicado a mis padres, quienes me enseñaron a ser una persona perseverante; a mi madre quien es lo más preciado que me ha dado Dios y quien es mi motor para seguir adelante. A mi padre quien a pesar de no estar físicamente conmigo, siempre sus consejos y sus palabras de aliento estuvieron presentes en mí.

A mis sobrinos demostrándoles que, con esfuerzo y constancia, lograrán las metas que se propongan, sin importar los obstáculos que se presenten en sus vidas.

Les dedico este triunfo esperando que Dios nos brinde más tiempo juntos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I:.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1. JUSTIFICACIÓN.....	3
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II:.....	6
3. MARCO TEÓRICO	6
3.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LAS EDIFICACIONES CIVILES.....	6
3.2. ELEMENTOS HIDROSANITARIOS DE EDIFICACIONES CIVILES	8
3.3. REVISIÓN DE NORMATIVA.....	10
3.4. ESTUDIO DE PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS CIVILES, DEBIDO A ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.....	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	19
4. METODOLOGÍA.....	19

4.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	20
4.2.	ÁREA DE ESTUDIO	20
4.2.1.	Materiales	21
4.3.	TAMAÑO DE MUESTRA	22
4.4.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	22
4.4.1.	Revisión bibliográfica	22
4.4.2.	Toma de las muestras a analizar	22
4.5.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN..	23
4.5.1.	Análisis de Datos Recogidos	23
4.5.2.	Utilización de ArcGis para representación de las estructuras afectadas	23
4.5.3.	Resultados y Validación	24
	CAPÍTULO IV:	25
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1.	RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES VISUALES	25
5.2.	RESULTADOS EN LA PARROQUIA URBANA “EL ROSARIO”	31
5.3.	RESULTADOS EN LA PARROQUIA URBANA “LA MATRIZ”	34
5.4.	DISCUSIÓN DE LA ZONA URBANA DEL CANTÓN GUANO.....	37
6.	CONCLUSIONES.....	40
7.	RECOMENDACIONES	43
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

9. ANEXOS	47
-----------------	----

Índice de Tablas

Tabla 1 Diámetro máximo de tuberías, en función a la dimensión de la columna.....	13
Tabla 2 Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación	21
Tabla 3 Porcentaje de Afectación del Área de la Parroquia "El Rosario" del Cantón Guano	32
Tabla 4 Porcentaje de Afectación de lotes de la Parroquia "El Rosario" del Cantón Guano	32
Tabla 5 Porcentaje de Afectación del Área de la Parroquia "La Matriz" del Cantón Guano	35
Tabla 6 Porcentaje de Afectación de lotes de la Parroquia "La Matriz" del Cantón Guano	35
Tabla 7 Tabla de resumen de resultados en las parroquias de estudio	38
Tabla 8 Porcentajes de Afectación de la zona Urbana del Cantón Guano	38

Índice de Figuras

Figura 1.- Separación de estribos en vigas	7
Figura 2.- Diagrama momento flector (izq.) y fuerza cortante (der.).....	10
Figura 3.- Disposiciones dadas en los Requisitos de Reglamento para concreto estructural ACI 318-08 para embeber tuberías y ductos en vigas o losas de concreto reforzado	14
Figura 4.- Eje Neutro de la sección transversal de una viga	14
Figura 5.- Disposiciones dadas en los Requisitos de Reglamento para concreto estructural ACI 318-08 para embeber tuberías y ductos en muros de concreto reforzado.....	15
Figura 6.- <i>Tubería atravesando una viga</i>	17
Figura 7.- Tubería embebida en una columna.....	17
Figura 8.- Esquema gráfico del proceso metodológico	19
Figura 9.- Área de Estudio de la investigación a nivel país (izq) y a nivel provincial (der).	20
Figura 10.- Embebimiento de tuberías en columnas y cruce de tuberías en vigas	26
Figura 11.- Embebimiento de tuberías en columnas y cruce de tubería viga-columna.....	26
Figura 12.- Construcción con tres bajantes atravesando viga	27
Figura 13.- Tuberías bajantes atravesando las vigas en la parroquia La Matriz	28

Figura 14.- Tuberías bajantes atravesando vigas banda, en edificaciones en construcción	28
Figura 15.- Edificaciones de 5 y 4 pisos con vigas atravesadas por bajantes situadas en la parroquia “La Matriz”	29
Figura 16.- Bajantes de agua atravesando vigas en estructuras en construcción en "El Rosario"	29
Figura 17.- Tuberías embebidas en vigas	30
Figura 18.- Vigas atravesadas por tuberías	30
Figura 19.- Tuberías atravesando vigas en edificaciones en construcción	31
Figura 20.- Porcentaje por área (izq) y por lotes (der) afectados en la Parroquia "El Rosario" en el cantón Guano	32
Figura 21.- Edificaciones en construcción con la problemática en "El Rosario"	33
Figura 22.- Mapa de resultados de la Parroquia "El Rosario"	34
Figura 23.- Porcentaje por área (izq) y por lotes (der) afectados en la Parroquia "La Matriz" en el cantón Guano	35
Figura 24.- Edificaciones con la problemática en la parroquia "El Rosario"	36
Figura 25.- Mapa de resultados de la Parroquia "La Matriz"	37
Figura 26.- Resultados gráficos del área afectada por la problemática en la zona urbana de Guano	39
Figura 27.- Resultados gráficos de los lotes afectados por la problemática en la zona urbana de Guano	39

RESUMEN

La importancia de la armonía entre el aspecto estructural y el sanitario ha sido subestimada, tanto por constructores como usuarios, así es el caso del cantón Guano por ello esta investigación tiene como finalidad obtener una estimación porcentual de incidencia de problemas estructurales en edificaciones civiles ubicadas en el cantón Guano, debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias. La metodología se basa en un enfoque cuantitativo, ya que se recogieron y analizaron datos numéricos, generando resultados en términos de porcentajes de la incidencia de la problemática y a su vez también presenta un enfoque cualitativo, debido a que mediante inspecciones visuales de las construcciones estudiadas se las ha catalogado como afectada, no afectada o no identificada. El resultado de la investigación arrojó que el 40,92% de los lotes de la Parroquia en expansión urbana de “El Rosario” fueron afectados por la problemática, mientras que, en la Parroquia con más años de fundación del cantón, “La Matriz” fue una afectación de un 10,40%. Por lo tanto, la relevancia de la problemática en El Rosario es significativa motivo por el cual se recomienda realizar un estudio a profundidad de la influencia de los errores en instalaciones hidrosanitarias y los efectos que provocan estos en edificaciones de gran altura y cuál es el comportamiento de estas construcciones ante un evento sísmico.

Palabras clave: instalaciones hidrosanitarias, bajantes, cruce de tubería, viga, columna, errores hidrosanitarios.

ABSTRACT

The importance of harmony between the structural and sanitary aspects has been underestimated, both by builders and users, this is the case of Guano Canton, therefore this research has the purpose of obtaining a percentage estimate of the incidence of structural problems in civil buildings located in Guano Canton, due to errors in the design and construction of plumbing installations. The methodology based on a quantitative approach, since numerical data collected and analyzed, generating results in terms of percentages of the incidence of the problem and also presents a qualitative approach, because through visual inspections of the buildings studied, they have been classified as affected, not affected or not identified. The result of the investigation showed that 40.92% of the lots in the urban expansion parish of "El Rosario" affected by the problem, while in the parish with the longest history of foundation of the canton, "La Matriz", 10.40% affected. Therefore, the relevance of the problem in El Rosario is significant, which is why it recommended to carry out an in-depth study of the influence of errors in plumbing installations and the effects they cause in high-rise buildings, as well as the behavior of these constructions in the event of a seismic event.

Key words: plumbing installations, downspouts, pipe crossing, beam, column, plumbing errors.

Reviewed by:

Mgs. Maritza Chávez Aguagallo

ENGLISH PROFESSOR

c.c. 0602232324

INTRODUCCIÓN

Ecuador se encuentra ubicado en una zona altamente sísmica y por lo tanto existe gran posibilidad de movimientos telúricos, provocando mayor vulnerabilidad en las estructuras (Moncayo Theurer et al., 2017), siendo transcendental la armonía entre el aspecto estructural y sanitario de una edificación (Chambilla, 2016); ahí radica la importancia del análisis de fallas en instalaciones sanitarias de viviendas, ya que este permite optimizar el diseño y reducir errores en proyectos futuros (Carretero-Ayuso et al., 2020).

Las instalaciones de agua de las edificaciones se componen de sistemas de distribución, almacenamiento y bombeo de agua fría y caliente, así como de drenaje de aguas residuales. Estas últimas recogen las precipitaciones (de los tejados, patios y terrazas, incluyendo agua de lluvia o nieve) así como aguas residuales (originadas en la cocina, limpieza, higiene personal, limpieza de residuos, etc.).

Las consecuencias de la ausencia de la armonía entre el aspecto estructural y sanitario de una edificación aún no han podido ser cuantificados, esto se evidencia en nuestro cantón de estudio Guano, en donde, además, la construcción informal ha originado un crecimiento desorganizado de la urbe guaneña, a esto sumada las flexibles normativas técnicas de construcción de años posteriores mismas que no fueron acatadas de manera eficiente por parte de constructores y usuarios. Esto se puede evidenciar en la zona de crecimiento y expansión urbana del barrio San Gabriel del Aeropuerto perteneciente a la Parroquia “El Rosario”, cercana al cantón Riobamba, ya que a cuyos alrededores podemos encontrar residencias, centros comerciales, centros educativos, universidad, etc.

Esta investigación tiene como finalidad obtener una estimación porcentual de incidencia de los problemas estructurales en edificaciones urbanas y las que se encuentran en expansión urbana ubicadas en el cantón Guano, debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones. Mediante un análisis geoestadístico, usando como herramienta la plataforma ArcGIS, y como insumos: el catastro municipal y la ortofoto del cantón, para identificar los predios afectados, y posteriormente obtener el porcentaje de estructuras afectadas en la zona seleccionada para el estudio.

A la vez se buscará determinar las posibles causas de estos problemas y proponer soluciones para mitigar estos errores. Para ello es preciso realizar un levantamiento de información para cuantificar la ocurrencia de este tipo de problemas presentes en casas y edificios de las zonas urbanas y las que se encuentran en expansión urbana del cantón, debido a que actualmente no se cuenta con un estudio referente a esta problemática en el cantón Guano.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. JUSTIFICACIÓN

El agua es un elemento indispensable para el desarrollo de la vida del hombre. En ello se basa la necesidad de las instalaciones hidrosanitarias; que se pueden especificar, como un conjunto de tuberías de redes de distribución de agua potable y de tuberías en conexión, las mismas que tienen la función de distribuir el agua potable y evacuar las aguas residuales y pluviales (Chambilla, 2016).

La construcción es una actividad de gran complejidad a razón de la integración del aspecto estructural y de los elementos que componen una obra. La deficiente integración entre el diseño estructural y las necesidades de abastecimiento de redes de suministro o evacuación en los distintos espacios, muestran una ostensible descoordinación entre las instalaciones como en los muros, vigas y columnas, siendo así los causantes de altos costos y problemas de mantenimiento dentro de las construcciones, todo eso debido a la individualización de cada uno de los capítulos de obra, lo que conlleva a que no se pueda desarrollar una adecuada coordinación técnica (Almario, 2016).

Sin embargo, el tema de la armonía entre los elementos estructurales y las instalaciones hidrosanitarias ha sido poco abordado en investigaciones previas y por lo tanto las consecuencias de la discordancia entre ambas, son desconocidas; este es el caso del cantón Guano, el cuarto cantón más poblado de la provincia de Chimborazo, cuenta con la Parroquia “La Matriz” y la Parroquia “El Rosario” como parroquias urbanas y 9 parroquias rurales.

En estos dos sectores, a través de una breve inspección visual se pueden identificar un gran número de edificaciones, que presentan deficiencias en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias. Como es el caso de vigas que son atravesadas por tuberías bajantes de aguas pluviales, así también como el armado de columnas con una bajante de agua en el centro del elemento estructural. Este corte disminuye el área efectiva del elemento, afectando la integridad estructural de las edificaciones, provocando vulnerabilidad ante eventos fortuitos como sismos (Pulido & Wilches, 2017). En el cantón Guano no existe un registro oficial de viviendas que se vean afectadas por esta problemática.

Por esta razón la presente investigación tiene como finalidad cuantificar la incidencia de los problemas estructurales en edificaciones en las parroquias urbanas y zonas que se encuentran en expansión urbana del cantón Guano, debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

Obtener una estimación porcentual de incidencia de problemas estructurales en edificaciones civiles ubicadas en el cantón Guano, debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias.

2.2.Objetivos Específicos

- Identificar mediante inspecciones visuales posibles problemas en la estructura debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en las edificaciones de las parroquias urbanas y zonas de expansión del cantón Guano.
- Utilizar la plataforma ArcGIS y el catastro municipal para identificar 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 la relevancia del problema y si 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 estructuras civiles que se vean afectadas por esta problemática.

CAPÍTULO II:

3. MARCO TEÓRICO

3.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LAS EDIFICACIONES CIVILES

Una edificación es un sistema complejo, compuesto por diferentes aspectos que cohabitan de acuerdo con su respectiva función. El sistema estructural es el sostén de la edificación y su correcto funcionamiento es vital. Además del sistema estructural la edificación necesita otros sistemas para proporcionar comodidad a las personas que la habitan entre los que podemos mencionar: el sistema sanitario, el sistema eléctrico y cualquier otro sistema que se necesite para la función de los equipamientos requeridos en la edificación.

El estudio de fallas reales en edificaciones permite definir y plantear nuevas teorías, conceptos y diseños que favorezcan la minimización de errores durante la fase de diseño y construcción, para evitar que lleguen a la fase de uso de la estructura (Adam & Buitrago, 2018). Se debe considerar que la estructura es deficiente si hay una falla durante la construcción, en otras palabras, si el edificio no cumple el objetivo y la vida útil para la que fue diseñada (Batin & Arabi, 2017). Por lo tanto, si una estructura presenta deficiencias, la obra se verá afectada tanto en términos económicos, como administrativos, estructurales y por ende la omisión de normativas (Pulido & Wilches, 2017).

Las columnas son los elementos más importantes dentro de la estructura de una edificación, las columnas transmiten las cargas a las cimentaciones y mantienen en pie a la estructura, razón por la cual cualquier daño en este tipo de elementos puede provocar una redistribución de cargas entre los elementos de la estructura y traer consigo el colapso parcial o total de una edificación (Otavalo, 2017). En muchos casos al existir muros o paredes

integrados a las columnas, se producen las "columnas cortas" y aunque el caso es no deseable, la Norma Ecuatoriana de la Construcción en su sección Estructuras de Hormigón Armado (NEC-SE-HM, 2015) especifica ciertos requisitos de diseño, pero los constructores hacen caso omiso a las consideraciones expuestas, provocando así fallas por aplastamiento y cortante. A su vez, otro de los problemas más comunes en edificaciones civiles es el subdimensionamiento de las secciones de los elementos provocando así vulnerabilidad estructural.

Dentro de la filosofía del diseño sismo resistente la estructura debe ser formada mediante pórticos, que busca que el daño producido por sismos intensos se produzca en vigas y no en columnas de ahí el criterio "COLUMNA FUERTE, VIGA DÉBIL" (NEC-SE-HM, 2015).

Para estructuras de cualquier tipo se debe colocar estribos para confinamiento; así es el caso de las vigas, el reforzamiento en este elemento se coloca en las siguientes regiones, en las que se puedan formar rótulas plásticas (ver Figura 1):

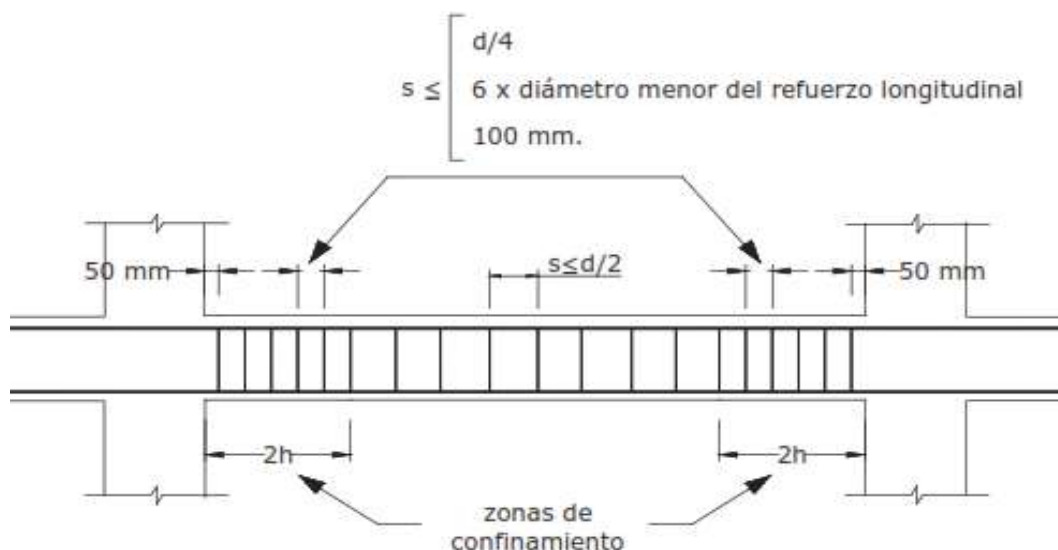


Figura 1.- Separación de estribos en vigas

Fuente: (NEC-SE-HM, 2015)

Mientras que en edificios donde la losa de entrepiso se funde monolíticamente con las vigas, y más aún en edificios con vigas banda, el análisis de la capacidad a flexión de las vigas deberá considerar el refuerzo de la franja de losa que aporta resistencia a la viga (NEC-SE-HM, 2015).

El Ing. Placencia (1999) propuso en su curso “Diseño Sismorresistente de edificios con vigas banda”, un procedimiento de diseño para losas planas que señala que un diseño sismorresistente consiste principalmente en verificar que la viga fluya; en los aspectos necesarios para la verificación de este elemento estructural, están que la viga no debe fallar a corte, la capacidad a flexión, el armado de vigas banda.

3.2.ELEMENTOS HIDROSANITARIOS DE EDIFICACIONES CIVILES

Las instalaciones hidrosanitarias se pueden especificar, como un conjunto de tuberías de redes de distribución de agua potable y de tuberías en conexión para el desagüe de aguas negras y pluviales de una edificación (Pulido & Wilches, 2017).

Uno de los materiales indispensables de la construcción son las tuberías; la normativa nos especifica los diámetros y los usos de estos; pero la información de las bajantes o montantes es limitada y el uso del ducto es mínimo en construcciones residenciales; esta parte constructiva de la edificación alberga en la parte interna hueca, las tuberías que conforman la infraestructura de fluidos del edificio. Pueden ser columnas o vigas falsas cuando son verticales u horizontales respectivamente, esta parte brinda a las tuberías protección y facilita la instalación y mantenimiento (NEC-11, 2011).

Se debe acotar que los posibles materiales que son usados en los desagües pluviales se definen de acuerdo a su altura. Es así que, hasta los 5 metros se puede usar el cinc. De 5 a 15

metros puede utilizarse PVC, se recomienda no usarlo al exterior por su deterioro producido por la radiación solar salvo de aquellos productos específicos con protección ultravioleta (Negrete et al., 2007).

Para mejorar la construcción del conjunto de instalaciones requeridas en el inmueble, el diseño de ductos tanto verticales como horizontales, deben estar debidamente dispuestos según la propuesta arquitectónica de manera que ellos no afecten ni incidan sobre el comportamiento de la estructura. Los proyectistas, deben establecer el lugar donde pueden disponerse tales vacíos de manera que las tuberías dispongan de facilidades para su localización. Cabe recalcar que es inconcebible que existan proyectos arquitectónicos en los que se pretendan que tanto las vigas como las columnas sean el lugar por donde se localicen las instalaciones de los proyectos de ingeniería.

La ubicación de los ductos o encamisados debe realizarse tomando en cuenta varias variables como son: la cantidad, ubicación, facilidad de inspección, y otras, mismas que no afecten los elementos de la estructura de la edificación. No todo vacío que se proyecte en la edificación puede convertirse en ducto, debido que dependiendo de la localización puede resultar inútil. Además, se debe considerar que ubicar los ductos sobre los ejes de los pórticos puede convertirse en inservible por la dimensión de las vigas.

Desde el punto de vista del diseño sismorresistente, los ductos o las bajantes no deben situarse dentro de la zona de confinamiento de las vigas, puesto que tal disposición afecta de manera directa la condición de confinamiento impidiendo la conformación de rótulas plásticas. Bien se sabe que es en los nudos donde la estructura desarrolla estas deformaciones por sismo, y, por lo tanto, el grado de confinamiento está directamente relacionado con la capacidad que tiene la estructura de deformarse sin fallar, es decir la ductilidad. En los

aspectos relativos al diseño estructural, se deben definir claramente la ubicación del paso de tuberías.

Las tuberías de disposición horizontal suelen pasar en vigas, placas y viguetas, siempre y cuando se localicen apropiadamente dentro de la longitud del elemento esto no afectará la función de cada elemento estructural. Para ello, deben comprenderse algunos aspectos de la mecánica estructural.

Los diagramas de momento flector y fuerza cortante de una viga mostrados en la Figura 2 señalan el estado de tensión que experimenta internamente el elemento estructural sometido a las cargas muertas, vivas y a las fuerzas sísmicas (Rodríguez, 2007).

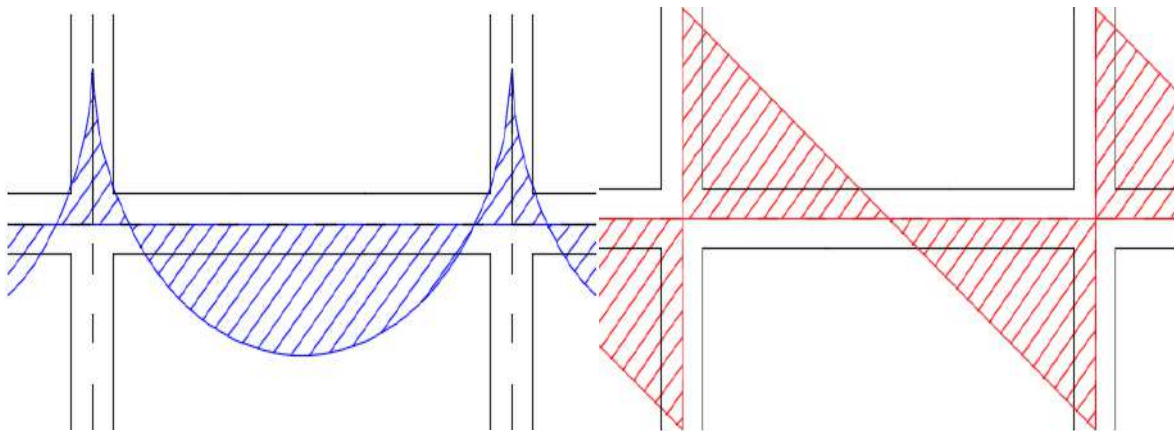


Figura 2.- Diagrama momento flector (izq.) y fuerza cortante (der.)

Elaborado por: Rivera (2021)

3.3.REVISIÓN DE NORMATIVA

La normativa es permisiva con la inserción de tuberías y ductos, esta suele lograrse de dos maneras diferentes que son:

- a) Atravesando el elemento estructural, esto sucede cuando el tubo cruza perpendicular al eje longitudinal del elemento, como en vigas o cuando se atraviesa el elemento perpendicular al plano como el caso de muros o losas.
- b) Embebidos en el elemento, las tuberías se encuentran embebidas cuando estas se colocan totalmente dentro del hormigón del elemento, es el caso de un tubo dentro de una columna, de una losa o un muro.

Cuando el proyectista decide que la introducción de tuberías y ductos dentro del concreto es necesaria, esta acción debe estar aprobada por el ingeniero estructural y debe proveer los detalles correspondientes. El ingeniero estructural debe permitir la introducción de tuberías siempre y cuando esta no sea perjudicial para el concreto, cumpliendo las normativas correspondientes.

En la Norma Hidrosanitaria de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se han establecido los parámetros mínimos que deben incluirse en todo diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias interiores, para garantizar bajo condiciones normales de utilización, su funcionamiento suficiente en cantidad y calidad, en todo espacio y tiempo dentro del predio, casa o edificación (NEC-11, 2011). Sin embargo, hay instancias que no están contempladas en la Norma y por lo tanto estos parámetros se dejan a elección del constructor, dependiendo de esta manera de la perspectiva del contratista y por lo tanto dejando vacíos.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, en su sección sobre Estructuras Hormigón Armado (NEC-SE-HM, 2015) estipula que los ductos y tuberías deben tener un diámetro exterior menor a $1/3$ de la altura de la losa, también indica que los elementos ahogados no deben reemplazar al acero de refuerzo, a menos que los documentos del proyecto lo indiquen;

igualmente esta norma refiere a los Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI-318-08) en donde se mencionan los requerimientos para la colocación de los elementos ahogados.

Mientras que el ACI-318-08 en su Capítulo 6, apartado 6.3 trata un poco más a profundidad lo relativo a “Embebidos en el Concreto” y en este documento trataremos de desarrollar lo expuesto en ese apartado, donde se dan reglas empíricas para realizar instalaciones seguras en condiciones normales, como ellos mismo explican (ACI 318, 2008).

Según lo estipulado en (ACI 318, 2008):

6.3.3- Los ductos, tubería e insertos que pasen a través de losas, muros o vigas, no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura.

6.3.4- Los ductos y tuberías, junto con sus conexiones embebidas en una columna, no deben ocupar más del 4% del área de la sección transversal que se empleó para calcular la resistencia del elemento, o de la requerida para la protección contra el fuego.

Mediante el apartado 6.3.4 podemos limitar el diámetro del tubo o conducto que podría introducirse en una columna. Y esto, es particularmente importante debido a que en ocasiones hemos visto como constructores han introducido tubos, bajantes de aguas pluviales, que superan este porcentaje. A manera de ilustración se ha anexado la Tabla 1, con los diámetros mayores que podrían introducirse en columnas según sus dimensiones.

Siendo así que por ejemplo en una columna con dimensiones de 30cmx30cm el diámetro mínimo de tubería que se podría embeber (el 4% del área de la sección transversal de la columna) sería de 67.7mm, pero según (Ruiz, 2008) el diámetro mínimo de las bajantes de aguas lluvias debe ser de 75mm, dependiendo de la intensidad de lluvia del sector, mientras

que para el caso de bajantes que reciben descargas de servicios higiénicos y para evitar problemas de atascos o mal funcionamiento el diámetro mínimo será de 100mm. Por lo tanto, resulta imposible embeber una tubería de una bajante en una columna de estas dimensiones.

Tabla 1

Diámetro máximo de tuberías, en función a la dimensión de la columna

DIMENSIÓN DE COLUMNA (m)		DIÁMETRO MÁXIMO TUBO (mm)
0.20	0.20	45.1
0.25	0.25	56.4
0.30	0.30	67.7
0.40	0.40	90.3
0.50	0.50	112.8
0.60	0.60	135.4
0.70	0.70	158.0
0.80	0.80	180.5
0.90	0.90	203.1
1.00	1.00	225.7

Elaborado por: Rivera (2021)

La Norma ACI 318 (2008) también menciona que:

6.3.5.-Excepto cuando los planos de los ductos y tuberías hayan sido aprobados por el profesional facultado para diseñar, las tuberías y ductos embebidos en una losa, muro o viga deben satisfacer los siguientes ítems:

6.3.5.1- No deben tener dimensiones exteriores mayores que $1/3$ del espesor total de la losa, muro o viga, donde estén embebidos, revisar Figura 3.

6.3.5.2- No deben estar espaciados a menos de 3 veces su diámetro o ancho medido de centro a centro, revisar Figura 3.

6.3.5.3- No deben afectar significativamente la resistencia del elemento

En vigas y losas se proponen estos límites para que los ductos o tuberías crucen a través de ellas como en el esquema de la Figura 3:

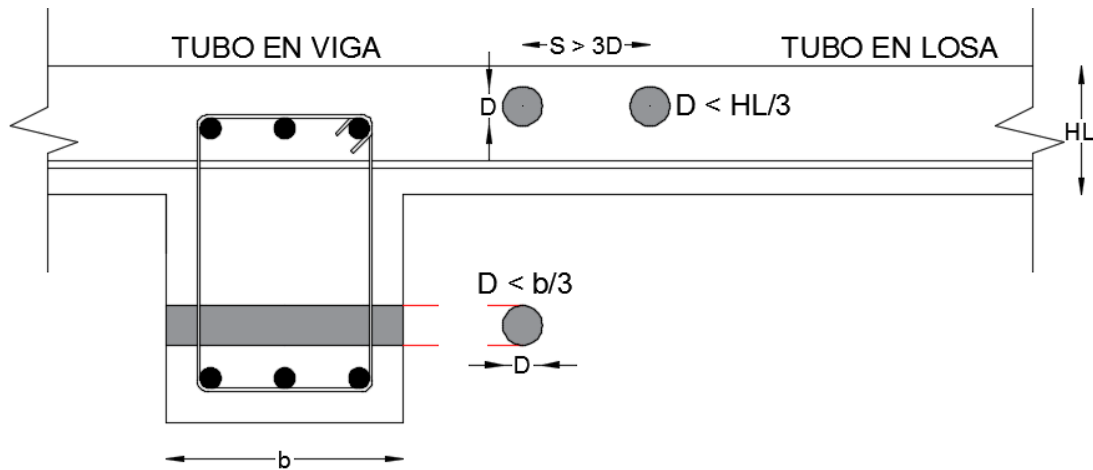


Figura 3.- Disposiciones dadas en los Requisitos de Reglamento para concreto estructural ACI 318-08 para embeber tuberías y ductos en vigas o losas de concreto reforzado

Elaborado por: Rivera (2021)

Estos apartados nos dan las pautas para la colocación de ductos o tuberías embebidos en losas, muros, columnas y vigas, pero, además se debe tomar en cuenta la posición del eje neutro en la sección del elemento (Figura 4), así como los puntos de inflexión, gráficos de cortantes y momentos, que deben mantener el equilibrio para lograr la integridad y la suficiente resistencia a las solicitaciones, la magnitud de los esfuerzos; por ello es sano consultar al ingeniero estructural.

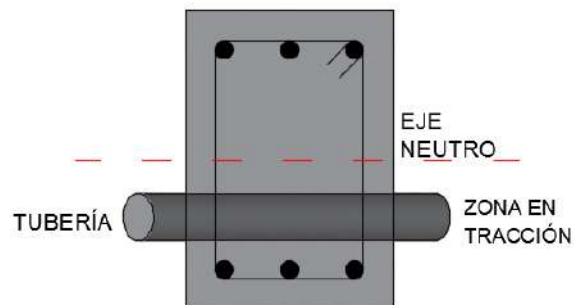


Figura 4.- Eje Neutro de la sección transversal de una viga

Elaborado por: Rivera (2021)

Mientras que, en muros las pautas para embeber tuberías en ellos nos dicen que en un muro de espesor “e” podemos hacer embebido cumpliendo con los requerimientos mostrados en la Figura 5:

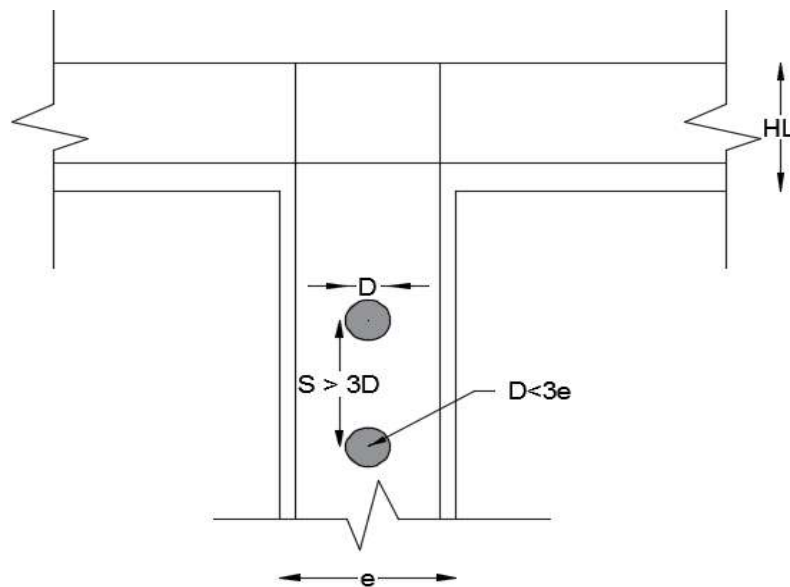


Figura 5.- Disposiciones dadas en los Requisitos de Reglamento para concreto estructural ACI 318-08 para embeber tuberías y ductos en muros de concreto reforzado

Elaborado por: Rivera (2021)

6.3.10- El recubrimiento de concreto para las tuberías, conductos y sus conexiones no debe ser menor a 40mm en superficies de concreto expuestas a la intemperie o en contacto con el suelo, ni menos de 20mm en aquellas que no estén directamente en contacto con el suelo o la intemperie (ACI 318, 2008).

6.3.12- Las tuberías y ductos deben fabricarse e instalarse de tal forma que no requiera cortar, doblar o desplazar el refuerzo de su posición apropiada (ACI 318, 2008).

3.4. ESTUDIO DE PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS CIVILES, DEBIDO A ERRORES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

El desconocimiento de las normas especificadas en ACI 318 (2008) para embeber ductos o tuberías ya sea en columnas, vigas, losas o muros, han originado errores estructurales por instalaciones hidrosanitarias tanto a nivel nacional como a nivel latinoamericano. Pero la incidencia de estos problemas estructurales en edificaciones civiles no ha sido cuantificada, por ello el presente documento se ha enfocado en realizar una estimación porcentual de la incidencia de esta problemática en las construcciones civiles del cantón Guano de la provincia de Chimborazo.

En una revisión bibliográfica se pudo constatar que en la ordenanza municipal del GADM Guano, (2019) no hace alusión a un artículo o sección especificando los parámetros adecuados para instalaciones hidrosanitarias, pero lo que si nos menciona en su artículo 3 en el numeral 1, es que si el diseño supera los dos pisos o los 400 m² de construcción se deberán presentar los estudios estructurales, eléctricos e hidrosanitarios para la aprobación de planos en general. La Comisaría de Construcciones es el ente regulador encargado de la verificación del cumplimiento del diseño arquitectónico mientras que los demás aspectos no cuentan con la regulación necesaria, esto permite que se presenten anomalías tanto en el diseño de instalaciones hidrosanitarias como en su construcción en edificaciones de la urbe. Generando un alto porcentaje de construcciones en las que se pueden identificar problemas estructurales ocasionados por diversos factores como es el caso de las instalaciones hidrosanitarias, que pueden presentar deficiencias y provocando de esta manera vulnerabilidad ante eventos sísmicos.



Figura 6.- Tubería atravesando una viga
Elaborado por: Rivera (2021)



Figura 7.- Tubería embebida en una columna
Elaborado por: Rivera (2021)

Entre los problemas estructurales identificados mediante las inspecciones visuales en la urbe del cantón Guano se pudieron observar como las tuberías atravesaban perpendicularmente el eje horizontal de la viga como podemos ver en la Figura 6. También otro de los casos comunes fueron las tuberías embebidas dentro del armado de las columnas superando así en todos los casos el 4% del área de la sección del elemento como se aprecia en la Figura 7.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

4. METODOLOGÍA

Este proyecto de investigación se basa en la estimación porcentual de problemas estructurales debido a errores en instalaciones hidrosanitarias, mediante una inspección visual en las parroquias urbanas del cantón Guano.

Esto se logrará mediante un flujo de trabajo y actividades planteadas en la Figura 8:

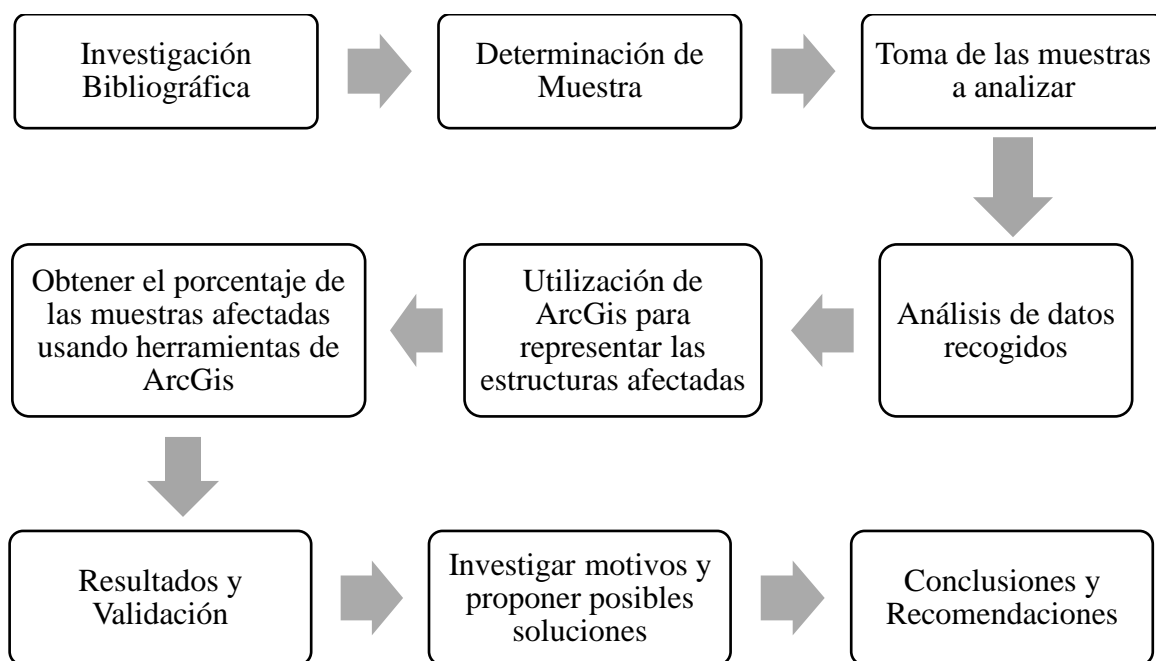


Figura 8.- Esquema gráfico del proceso metodológico

Fuente: (Rivera, 2021).

Como primer paso se llevará a cabo una revisión bibliográfica, para poder conocer y abarcar más información sobre el tema de estudio, utilizando repositorios digitales como Google Académico, Scopus, y de universidades, para posteriormente realizar el trabajo en campo de manera visual, en la cual se va identificando las edificaciones que presentan estos problemas en la infraestructura y plasmando dicho trabajo en la plataforma ArcGIS, para delimitar el área que presenta esta problemática.

4.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se ha realizado con un enfoque cuantitativo, ya que se recogieron y analizaron datos numéricos, generando resultados en términos de porcentajes de la incidencia de los problemas estructurales originados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias las parroquias urbanas “El Rosario” y “La Matriz” del cantón Guano.

A su vez, la investigación también presenta un enfoque cualitativo, debido a que mediante una inspección visual de las estructuras pertenecientes a la zona de estudio se los ha catalogado como afectada, no afectada o no identificada.

4.2. ÁREA DE ESTUDIO

La unidad de análisis de la presente investigación son las diversas construcciones civiles pertenecientes a las parroquias urbanas del cantón Guano (ver Figura 9). Nos hemos enfocado en los lotes catastrados ubicados en las parroquias urbanas de “La Matriz” y “El Rosario” del cantón Guano, el cual es el cuarto cantón con más población de la provincia de Chimborazo.

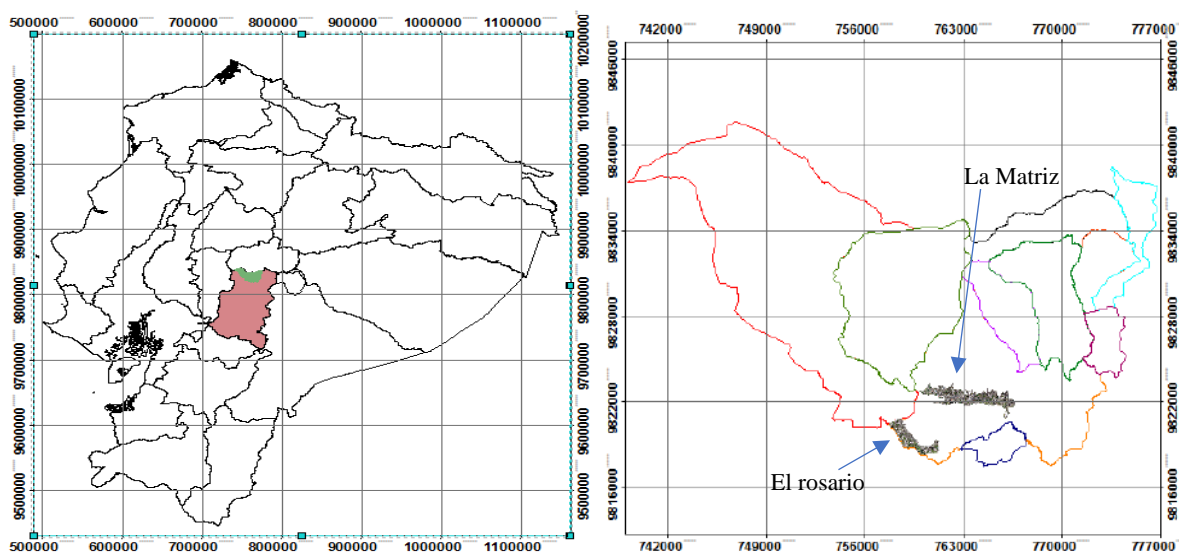


Figura 9.- Área de Estudio de la investigación a nivel país (izq) y a nivel provincial (der).

Fuente: (Rivera, 2021).

4.2.1. Materiales

Para el desarrollo del proyecto de investigación se requirieron materiales que son mencionados a continuación en la Tabla 2:

Tabla 2

Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación

FUENTE	RECURSOS	ESCALA
GAD Municipal Cantón Guano	Catastro Municipal del año 2021	1:1
GAD Municipal Cantón Guano	Ortofoto Georreferenciada del área urbana del cantón	1:1

Elaborado por: Rivera (2021)

Pero para poder utilizar la ortofoto del cantón se contó con un sistema de información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés) la cual es una herramienta que permite la integración de bases de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas de análisis de datos. Por lo tanto cualquier actividad que se relacione con el espacio, puede ser procesado con GIS (Peña, 2010).

Entre los GIS más usados tenemos el ArcGIS Desktop el cual es un conjunto de herramientas que permiten la visualización y manejo de información geográfica, y que cuenta con una arquitectura extensible mediante la que pueden añadirse nuevas funcionalidades. Estas son las conocidas extensiones, entre las cuales se pueden destacar Apatial Analyst (análisis ráster), 3D Analyst (análisis 3D y de relieve) o Geostatistical Analyst (geoestadística) (Pucha-Cofrep et al., 2017).

4.3.TAMAÑO DE MUESTRA

Para la toma de la muestra se utilizó un muestreo basado en el juicio personal del investigador, “*Muestreo por Conveniencia*” y por ello se escogieron las parroquias urbanas de “La Matriz” y “El Rosario” del cantón Guano, siendo la última considerada una zona de expansión urbana debido a la colindancia con la capital de la provincia de Chimborazo y la cercanía con centros comerciales y centros de educación ubicados en la ciudad de Riobamba. Esta población fue escogida debido a que según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC, 2010) en las parroquias urbanas del cantón Guano se concentra el 40% total de la población. Es decir que para esta investigación se realiza un muestreo no probabilístico y no aleatorio para la toma de la muestra.

4.4.TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.4.1. Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica, para poder conocer y abarcar más información sobre el tema de estudio, utilizando repositorios digitales como Google Académico, Scopus, tesis y repositorios digitales de diferentes universidades a través de palabras claves como: problemas estructurales, deficiencias en instalaciones hidrosanitarias, tuberías embebidas.

4.4.2. Toma de las muestras a analizar

Se recogieron datos numéricos mediante el levantamiento de todas las edificaciones pertenecientes a las zonas urbanas de las parroquias “El Rosario” y “La Matriz” del cantón Guano, realizando una identificación de las construcciones civiles en donde se presenten problemas estructurales debido a errores en instalaciones hidrosanitarias; mediante esta inspección visual de las estructuras pertenecientes a la zona de estudio se los pudieron catalogar como afectada, no afectada o no identificada, siendo esta última catalogación

aplicada para lotes sin edificaciones; para ello se usó una ficha en Excel para facilitar el levantamiento de datos (Anexo 1).

Para la catalogación de las edificaciones se ha tomado como referencia lo expuesto en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, es decir se consideraron errores en instalaciones hidrosanitarias al embebimiento indebido de tuberías en columnas y al cruce de tuberías en vigas. Considerando al primero como un error de construcción, mientras que al segundo de diseño, esto por motivo que varias edificaciones que presentaron este problema estaban siendo erigidas por profesionales de la construcción, este último error es el más notorio esto debido a que se utilizó como método de investigación las inspecciones visuales y por ello la identificación del embebimiento de instalaciones hidrosanitarias en columnas se pudo denotar solo en edificaciones en construcción o con proyección a otro piso.

4.5.TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

4.5.1. Análisis de Datos Recogidos

Posteriormente recogidos los datos, estos fueron ingresados en la plataforma ArcGis utilizando la ortofoto del cantón Guano así también como el catastro municipal otorgado por el GAD Municipal del cantón; se ingresaron las catalogaciones como: afectada, no afectada o no identificada, el elemento sanitario que provoca errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias y el número de pisos de la respectiva edificación.

4.5.2. Utilización de ArcGis para representación de las estructuras afectadas

Después de que todos los datos de cada parroquia fueron ingresados, se realizó un análisis geoestadístico, en la plataforma ArcGis mediante el uso de un catastro municipal permitirán representar los predios afectados y se obtuvo un estimado del porcentaje de

incidencia de los problemas estructurales originados por errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en la zona de estudio, ello se logró gracias a las Ecuaciones 1 y 2.

$$\%Afectación_{AREA} = \frac{\text{Área Afectadas}}{\text{Área con Viviendas}} * 100\% \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\%Afectación_{LOTES} = \frac{\text{Lotes Afectados}}{\text{Lotes con Viviendas}} * 100\% \quad \text{Ecuación 2}$$

Desglosando la ecuación 1 se obtuvo el porcentaje de afectación de la problemática en función del área con viviendas afectadas y el área total de viviendas dentro del área urbana. Mientras que en la ecuación 2 se obtuvo el porcentaje de afectación del problema estudiado en función del número de lotes afectados y el número total de lotes con edificaciones.

4.5.3. Resultados y Validación

En este apartado se expondrán los resultados del porcentaje de incidencia de esta problemática en las parroquias “El Rosario” y “La Matriz” del cantón Guano. Se intentará además analizar las causas de esta problemática.

CAPÍTULO IV:

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio fue ejecutado a partir de una metodología propia diseñada a partir del estado del arte de las fuentes citadas en este trabajo. Culminada la etapa de consulta bibliográfica, inspecciones visuales y el procesamiento de datos, se obtuvo del levantamiento de datos las construcciones civiles afectadas por la problemática expuesta en este documento investigativo; hay que destacar que los elementos considerados como afectados son aquellos que incumplen con la establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción y en los Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI-318-08.

5.1.RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES VISUALES

Mediante inspecciones visuales realizadas en la zona urbana del cantón Guano se pudieron identificar diversas edificaciones que presentan errores en el diseño y/o construcción de instalaciones hidrosanitarias, se identificaron problemas como el embebimiento inadecuado de tuberías en columnas, así como cruces inapropiados en uniones viga-columna como se puede evidenciar en la Figura 10 y Figura 11, siendo el embebimiento de tuberías en columnas el error de construcción menos común identificado mediante las inspecciones visuales, pero al realizar un embebimiento indebido en columnas se provoca una disminución del área efectiva y la resistencia calculada del elemento estructural.

Entre los casos más comunes del embebimiento de tuberías se pudieron observar el corte de las vigas por bajantes de agua como se puede evidenciar en las Figuras 12 a la 19. Esta práctica se realiza incluso desde el momento de la construcción, dejando luego las tuberías de PVC expuestas a la radiación solar, considerando que no es recomendable usarlo al exterior por el deterioro que esta energía emitida por sol provoca en el material.



Figura 10.- Embebimiento de tuberías en columnas y cruce de tuberías en vigas
Elaborado por: Rivera (2021)



Figura 11.- Embebimiento de tuberías en columnas y cruce de tubería viga-columna
Elaborado por: Rivera (2021)

Los casos de bajantes de agua cortando a las vigas no solamente se dan en edificaciones de dos o tres plantas como vemos en las Figuras 16 y 19, sino que, como podemos ver en la Figura 15 esto se da también en construcciones de 4 y 5 pisos. Los efectos de estos cortes en

las estructuras estudiadas aún no han sido identificados; pero según el estudio realizado por Cabrera en 2011, nos dice que la presencia del ducto o tubería embebido en la viga de concreto reforzado, ocasiona una notoria pérdida de su rigidez, lo cual no solo induce a tener mayores deflexiones sino también a que la viga tenga un mayor periodo natural de vibración, tomando en cuenta también que no es aconsejable embeber elementos hidrosanitarios en elementos estructurales ya que dificulta el mantenimiento de las instalaciones.



Figura 12.- Construcción con tres bajantes atravesando viga
Elaborado por: Rivera (2021)

En varios casos como en la Figura 17 la tubería desplaza el lugar del concreto y el elemento hidrosanitario no solamente se encuentra expuesto a la intemperie con un recubrimiento del elemento hidrosanitario nulo, sino que también disminuye el área efectiva del elemento estructural. Este desplazamiento también puede afectar a los elementos estructurales, pues en gran parte de los casos el acero de refuerzo queda expuesto a la intemperie, provocando su corrosión.



Figura 13.- Tuberías bajantes atravesando las vigas en la parroquia La Matriz
Elaborado por: Rivera (2021)



Figura 14.- Tuberías bajantes atravesando vigas banda, en edificaciones en construcción
Elaborado por: Rivera (2021)



Figura 15.- Edificaciones de 5 y 4 pisos con vigas atravesadas por bajantes situadas en la parroquia “La Matriz”
Elaborado por: Rivera (2021)



Figura 16.- Bajantes de agua atravesando vigas en estructuras en construcción en "El Rosario"
Elaborado por: Rivera (2021)



Figura 17.- Tuberías embebidas en vigas
Elaborado por: Rivera (2021)



Figura 18.- Vigas atravesadas por tuberías
Elaborado por: Rivera (2021)



*Figura 19.- Tuberías atravesando vigas en edificaciones en construcción
Elaborado por: Rivera (2021)*

Para más fotografías resultado de las inspecciones visuales revisar el Anexo 2.

5.2.RESULTADOS EN LA PARROQUIA URBANA “EL ROSARIO”

Para encontrar el porcentaje de incidencia de los problemas estructurales debido a errores en el diseño y en la construcción de instalaciones hidrosanitarias en la parroquia El Rosario se ha decidido cotejar los resultados del área total de la parroquia, que se pueden ver en la Tabla 3 y en la Figura 20 y los resultados del número de lotes levantados (Ver Anexo 3) en la parroquia, como se pueden ver en la Tabla 4 y también mediante la Figura 20.

Como se puede evidenciar en la Figura 20, el 37,98% del área catastrada de la parroquia en cuestión se encuentra afectada por la problemática estudiada en este proyecto de investigación, mientras que en la Tabla 4, se llega como resultado que, de 1 068 lotes con construcción, el 41% de los lotes se encuentran afectados por la problemática.

Tabla 3

Porcentaje de Afectación del Área de la Parroquia "El Rosario" del Cantón Guano

ÁREA	ESTADO
141931.041 m ²	AFECTADA
231880.895 m ²	NO AFECTADA
1383051.41 m ²	NO IDENTIFICADA
1756863.34 m²	TOTAL
373811.94	ÁREA CON VIVIENDAS
37.97%	AFECTADA
62.03%	NO AFECTADA

Nota: los porcentajes de "Afectadas" y "No Afectadas" no se han considerado los lotes catalogados como "No Identificada"

Elaborado por: Rivera (2021)

Tabla 4

Porcentaje de Afectación de lotes de la Parroquia "El Rosario" del Cantón Guano

N° DE LOTES	ESTADO
437	LOTES AFECTADOS
631	LOTES NO AFECTADOS
1068	TOTAL
41%	AFECTADA
59%	NO AFECTADA

Nota: los porcentajes de "Lotes Afectados" y "Lotes no Afectados" no han considerado los lotes sin edificaciones.

Elaborado por: Rivera (2021)

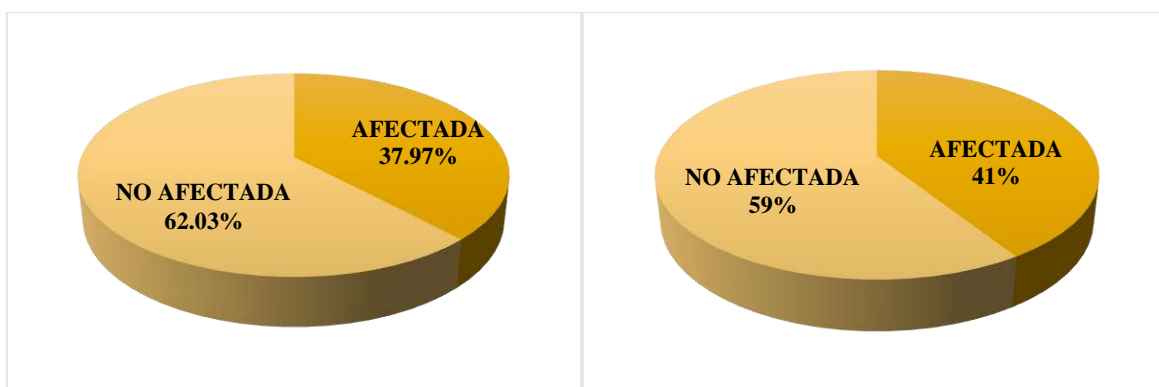


Figura 20.- Porcentaje por área (izq) y por lotes (der) afectados en la Parroquia "El Rosario" en el cantón Guano

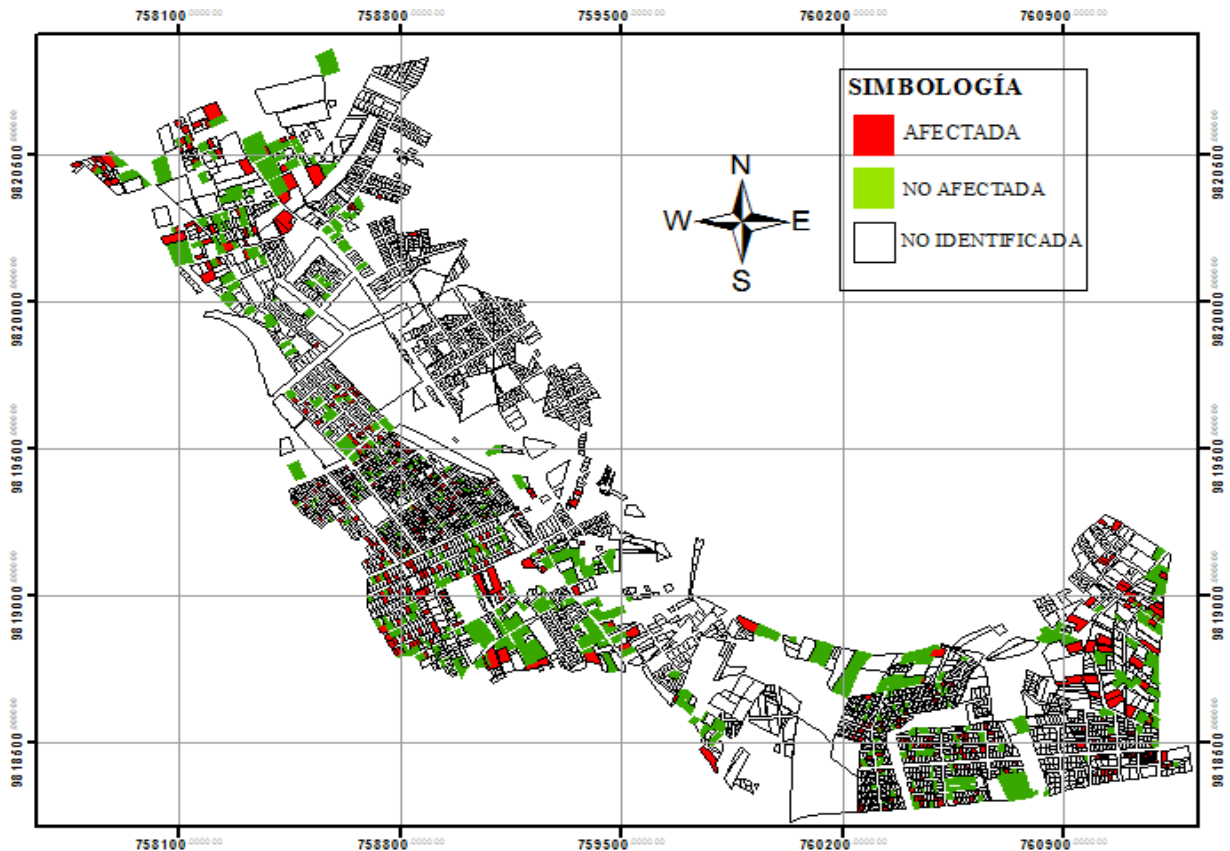
Elaborado por: Rivera (2021)

Cabe recalcar que la parroquia urbana “El Rosario” del cantón Guano, es catalogada como una zona de expansión urbana y mientras se realizaba la inspección visual se pudo evidenciar que en ciertos sectores como por ejemplo en el Barrio San Gabriel del Aeropuerto existían muchas edificaciones en construcción en donde la problemática persistía como se puede ver en la Figura 21.



Figura 21.- Edificaciones en construcción con la problemática en "El Rosario"
Elaborado por: Rivera (2021)

Gráficamente los resultados de la afectación del problema sobre la Parroquia urbana “El Rosario” se pueden apreciar en la Figura 22, que se puede apreciar con más detalle en el Anexo 4.



*Figura 22.- Mapa de resultados de la Parroquia "El Rosario"
Elaborado por: Rivera (2021)*

5.3.RESULTADOS EN LA PARROQUIA URBANA “LA MATRIZ”

A su vez para encontrar el porcentaje de incidencia de los problemas estructurales debido a errores en el diseño y en la construcción de instalaciones hidrosanitarias en la parroquia “La Matriz” también se ha decidido cotejar el área total de la parroquia con el número de lotes levantados (Ver Anexo 5), como se pueden ver en la Tabla 5 y en la Figura 23 y los resultados del número de lotes levantados en la parroquia, como se pueden ver en la Tabla 6 y también mediante la Figura 23.

La parroquia urbana “La Matriz” del cantón Guano, es una zona con barrios consolidados, esto debido a que la parroquia tiene al igual que el cantón al que pertenece 175 años de fundación, sin embargo, el problema persiste como se puede apreciar en la Figura 24.

Tabla 5

Porcentaje de Afectación del Área de la Parroquia "La Matriz" del Cantón Guano

ÁREA	ESTADO
104583.2228 m ²	AFECTADA
1374316.39 m ²	NO AFECTADA
2150814.376 m ²	NO IDENTIFICADA
3629713.989 m²	TOTAL
1478899.61m ²	ÁREA CON VIVIENDAS
7.07%	AFECTADA
92.93%	NO AFECTADA

Nota: los porcentajes de "Afectadas" y "No Afectadas" no se han considerado los lotes catalogados como "No Identificada"

Elaborado por: Rivera (2021)

Tabla 6

Porcentaje de Afectación de lotes de la Parroquia "La Matriz" del Cantón Guano

N° DE LOTES	ESTADO
282	LOTES AFECTADOS
2429	LOTES NO AFECTADOS
2711	TOTAL
10%	AFECTADA
90%	NO AFECTADA

Nota: los porcentajes de "Lotes Afectados" y "Lotes no Afectados" no han considerado los lotes sin edificaciones.

Elaborado por: Rivera (2021)

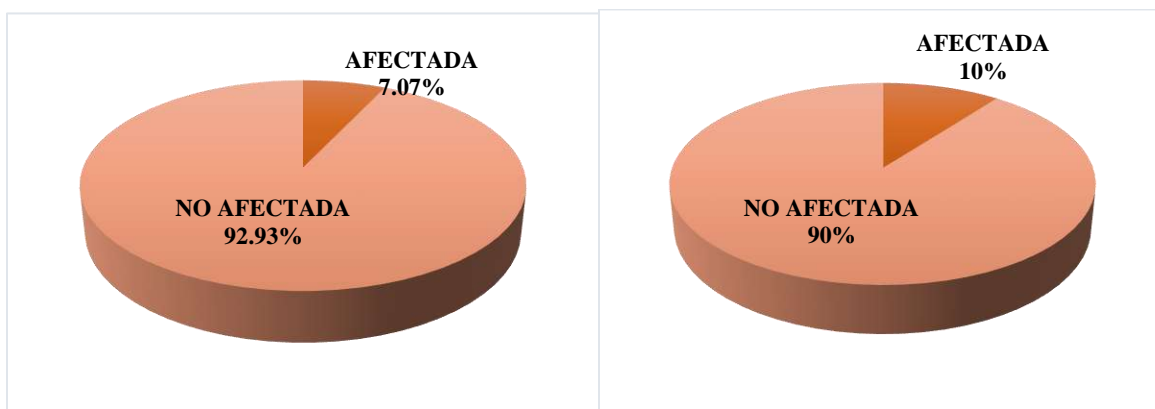


Figura 23.- Porcentaje por área (izq) y por lotes (der) afectados en la Parroquia "La Matriz" en el cantón Guano

Elaborado por: Rivera (2021)

Como se puede evidenciar en la Figura 23, el 7,07% del área catastrada de la parroquia en cuestión se encuentra afectada por la problemática estudiada en este proyecto de investigación, mientras que en la Tabla 5, se llega como resultado que, de 2 711 lotes con construcción, el 10% de los lotes se encuentran afectados por la problemática.



Figura 24.- Edificaciones con la problemática en la parroquia "El Rosario"
Elaborado por: Rivera (2021)

Gráficamente los resultados de la Parroquia urbana "La Matriz" se pueden apreciar en la Figura 25, que se puede apreciar con más detalle en el Anexo 6.

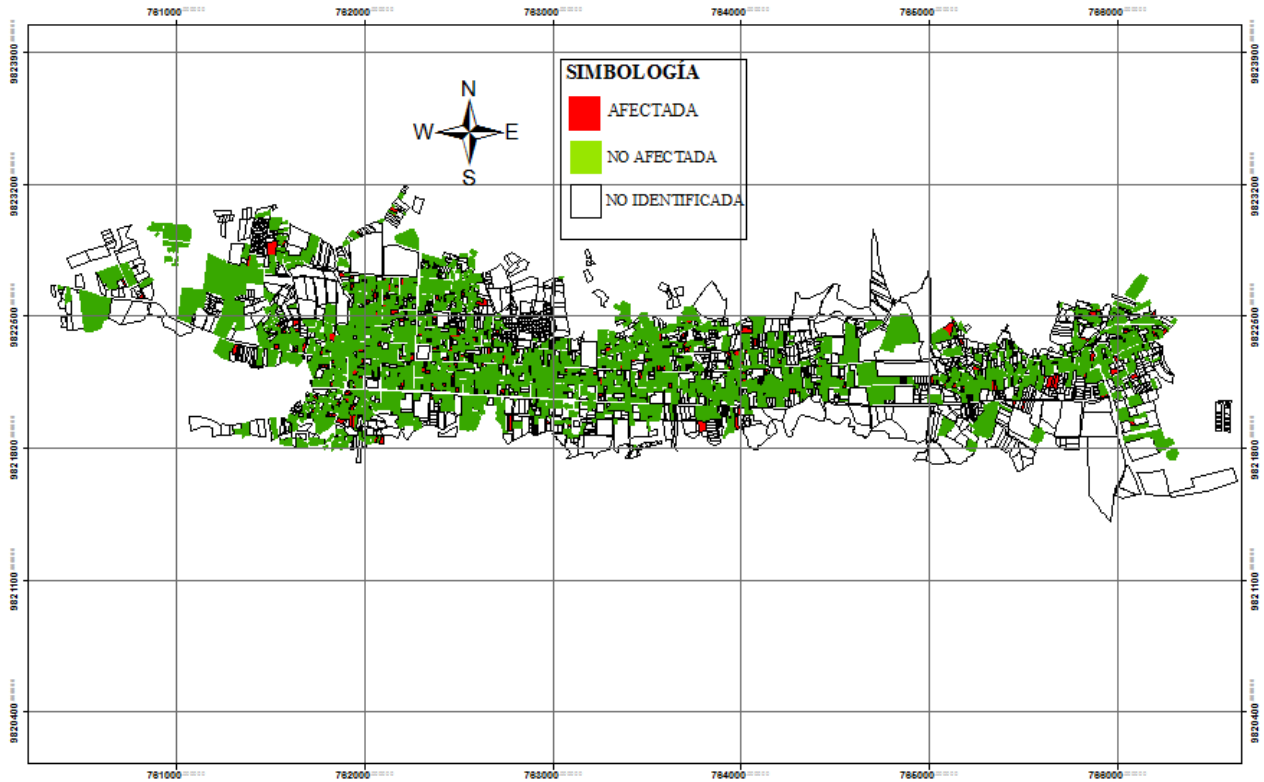


Figura 25.- Mapa de resultados de la Parroquia "La Matriz"
Elaborado por: Rivera (2021)

5.4.DISCUSIÓN DE LA ZONA URBANA DEL CANTÓN GUANO

Para contrastar los resultados obtenidos en las dos parroquias que fueron seleccionadas como área de estudio se utilizó la Tabla 7. En donde podemos ver un notable margen de diferencia en los porcentajes de afectación entre las dos parroquias esto debido a que como se dijo en el apartado anterior, la parroquia “El Rosario” posee zonas de expansión urbana, ya que se encuentra colindando con la capital chimboracense y por lo tanto la cercanía con centros comerciales y centros de educación media y superior influyen en el crecimiento desorganizado de la parroquia y en las nuevas construcciones que poseen errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias, mientras que la parroquia “La Matriz” es la primera parroquia del cantón Guano y por lo tanto, gran parte de las edificaciones que se

encuentran en esta zona son del tipo patrimonial y de un piso, es por ello que el porcentaje de afectación en esta parroquia es menor

Pero el resultado general del área urbana del cantón Guano se puede apreciar en la Tabla 8 y las Figuras 26 y 27. El 13,31% del área urbana del cantón se encuentra afectada con la problemática estudiada (Ver Figura 26), mientras que en la Figura 27 podemos observar que el 19,03% de los lotes pertenecientes a la zona urbana están afectados por problemas estructurales debido a errores en el diseño y en la construcción de instalaciones hidrosanitarias.

Tabla 7

Tabla de resumen de resultados en las parroquias de estudio

PARROQUIA	ÁREA (m ²)	PORCENTAJE	N° DE LOTES	PORCENTAJE	ESTADO
EL ROSARIO	141931.04	37.97%	437	40.92%	AFECTADA
	231880.90	62.03%	631	59.08%	NO AFECTADOS
	373811.94	100%	1068	100%	TOTAL
LA MATRIZ	104583.22	7.07%	282	10.40%	AFECTADA
	1374316.39	92.93%	2429	89.60%	NO AFECTADA
	1478899.61	100%	2711	100%	TOTAL
N° VIVIENDAS EN LA ZONA URBANA			3779		

Elaborado por: Rivera (2021)

Tabla 8

Porcentajes de Afectación de la zona Urbana del Cantón Guano

PORCENTAJE DE ÁREA	PORCENTAJE DE LOTES	ESTADO
13.31%	19.03%	AFECTADA
86.69%	80.97%	NO AFECTADA

Elaborado por: Rivera (2021)

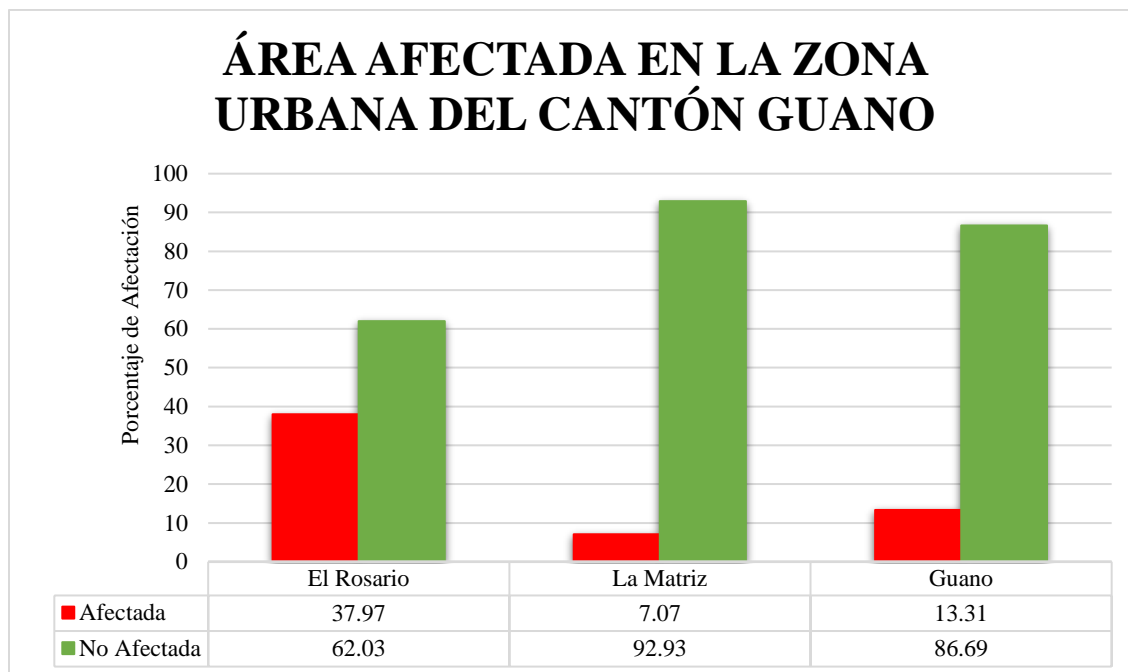


Figura 26.- Resultados gráficos del área afectada por la problemática en la zona urbana de Guano
Elaborado por: Rivera (2021)

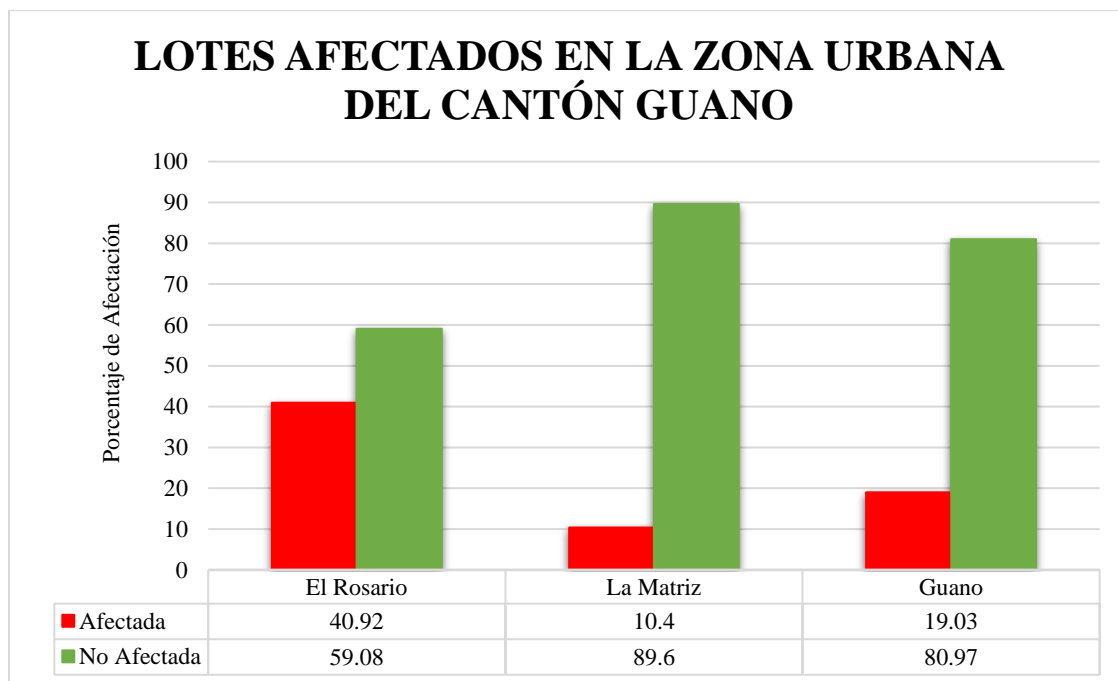


Figura 27.- Resultados gráficos de los lotes afectados por la problemática en la zona urbana de Guano
Elaborado por: Rivera (2021)

6. CONCLUSIONES

La construcción es una actividad compleja ya que está integrada tanto por el aspecto estructural, así como de los elementos que componen una obra. La integración deficiente entre el diseño estructural y las necesidades de abastecimiento de redes de suministro de agua o evacuación de esta, muestran una falta de armonía entre las instalaciones en los muros, vigas y columnas, provocando así posibles problemas estructurales y, por lo tanto, generando vulnerabilidad en las edificaciones.

El problema de descoordinación de los elementos estructurales y las instalaciones hidrosanitarias ha sido poco abordado; este es el caso del área de estudio de este proyecto de investigación, las parroquias urbanas del cantón Guano, para el desarrollo del proyecto se utilizaron como insumos necesarios proporcionados por el GAD Municipal del Cantón Guano la ortofoto de la zona urbana del cantón, así como el catastro municipal, obteniéndose un total de 9 107 lotes situados en las parroquias urbanas “La Matriz” y “El Rosario”. Mediante inspecciones visuales se identificaron 3 779 edificaciones de las cuales el 19,03% presentaron posibles problemas en la estructura debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias.

En ambas parroquias se pudieron reconocer construcciones de un piso con proyección a segundo piso que presentaban corte de vigas por bajantes de agua o el embebimiento inadecuado de bajantes en columnas. El embebimiento de bajantes en columnas sin considerar el 4% del área de la sección permitida es constante también en las edificaciones sin importar el número de pisos, teniendo como caso más común una columna con medidas mínimas de 30x30cm, en donde resulta imposible embeber una tubería, ya que el diámetro mínimo de la bajante de 75mm y el diámetro máximo de embebimiento de 67,7mm.

Mediante las herramientas geoestadísticas de la plataforma ArcGIS se obtuvo que un 19,03% de las construcciones urbanas del cantón Guano se encuentran afectadas por la problemática. Pero al desglosar los resultados obtenidos, en la parroquia La Matriz tenemos que el 10,40% de los lotes urbanos son afectados por la problemática mientras que en la parroquia El Rosario tenemos un porcentaje de lotes afectados del 40,92%.

Pero estas dos parroquias urbanas tienen un margen considerable entre ellas, cuya diferencia afecta al porcentaje general de la afectación de la problemática. Cabe recalcar que la Matriz es la primera parroquia urbana del cantón y por lo tanto las edificaciones que alberga esta zona en su gran mayoría son estructuras patrimoniales, denotando menos incidencia de la problemática estudiada en este proyecto de investigación; mientras que el Rosario es una parroquia que aloja a barrios en expansión urbana como el Barrio San Gabriel del Aeropuerto y allí se pudieron evidenciar que gran parte de las edificaciones en construcción y aquellas que no son patrimoniales presentan errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias, siendo estos errores más persistentes en las viviendas situadas en las urbanizaciones colindantes con el cantón Riobamba. Esta dinámica se repite también en otros sectores, pudiéndose evidenciar problemas en el Barrio San Pedro de las Abras, que es un barrio en crecimiento; mientras que en barrios consolidados y de mayor antigüedad, como es el caso del Barrio 20 de diciembre la incidencia del problema es mínima.

El porcentaje general de incidencia de problemas estructurales en edificaciones civiles ubicadas en la zona urbana del cantón Guano, debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias no es significativo, pero al ser analizado por parroquias el problema es relevante en El Rosario ya que de 10 viviendas 4 se encuentran afectadas.

Esta problemática puede deberse a la construcción informal y al crecimiento desorganizado que esta provoca, a esto sumado el desconocimiento de la normativa que nos enuncia las consideraciones mínimas para el cruce, embebimiento y recubrimiento de tuberías con concreto.

El problema expuesto en este documento de investigación se está intensificando en la actualidad, ello se denota más en las zonas de expansión urbana así también como en los diferentes conjuntos habitacionales que están culminados, así como los que se encontraban en construcción, mismos que formaron parte de este estudio y demostrando que esta problemática parece ir en aumento.

La alternativa evidente para evitar el aumento de estructuras civiles que presenten esta problemática debería ser el concientizar a los usuarios y constructores acerca de las consideraciones mínimas de la normativa. Incluyendo a los constructores artesanales, a los cuales se les podría dar talleres informativos sobre el tema; y a profesionales de la construcción, a quienes se les podría brindar cursos de actualización de conocimientos.

Por otro lado, un mayor control por parte de la comisaría municipal de construcciones ayudaría a la mitigar el problema. Pudiéndose hacer uso de sanciones que incluyan multas, paralización de la obra, pudiéndose llegar incluso al derrocamiento. Si bien estas medidas pueden sonar drásticas, se debe considerar que este tipo de errores constructivos podría costar la vida de los usuarios ante eventos fortuitos como sismos.

Desde la académica, la aplicación de nuevas tecnologías podría evitar que los futuros profesionales comentan este tipo de errores. Así, por ejemplo, la metodología BIM, que

integra todas las partes de una construcción, alerta a los usuarios cuando existen problemas como los evidenciados en este trabajo.

7. RECOMENDACIONES

En el presente documento se analizaron posibles problemas estructurales en edificaciones civiles ubicadas en el cantón Guano, debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias, como el cruce de tuberías en uniones viga-columna, así como el atravesamiento de tuberías en vigas y el embebimiento de bajantes de agua en columnas, evidenciándose qué es un problema persistente, incluso en estructuras de cuatro o cinco plantas. Dicho esto, se recomienda realizar un estudio a profundidad de la influencia de los errores en instalaciones hidrosanitarias y los efectos que provocan estos en edificaciones de gran altura y cuál es el comportamiento de estas construcciones ante un evento sísmico, mediante la modelación de edificios que presenten dichas características en software especializado como SAP 2000 o ETABS.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI 318. (2008). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.

Adam, J. M., & Buitrago, M. (2018). Learning from failures in an emblematic building in Valencia , Spain. *Engineering Failure Analysis*, 92(May), 418–429.
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.06.023>

Almario, A. (2016). *Implementación y acondicionamiento de un sistema modular de divisiones arquitectónicas no estructurales que incorporen las instalaciones técnicas a un proceso constructivo-Mampostería Confinada* [Universidad Nacional de Colombia].
<http://bdigital.unal.edu.co/55730/>

Batin, H. Al, & Arabi, S. (2017). *EFFECTS OF CONSTRUCTION PHASE ERRORS ON MAINTENANCE OF SCHOOL BUILDINGS IN GAZA STRIP*. 5(01), 21–34.

Cabrera, F. (2011). *Influencia de las Aberturas Transversales, en la Resistencia a Corte y Flexión de vigas de concreto reforzado: Vol. V.9* (Issue N.6). Universidad Nacional de Colombia.

Carretero-Ayuso, M. J., Moreno-Cansado, A., & García-Sanz-Calcedo, J. (2020). Occurrence of faults in water installations of residential buildings : An analysis based on user complaints. *Journal of Building Engineering*, 27(September 2019), 100958.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100958>

Chambilla, C. (2016). “ANÁLISIS, DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES SANITARIAS DE UN EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS DE 05 NIVELES Y 01 SEMISÓTANO, UTILIZANDO PLATAFORMA BIM, EN EL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO.” UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA.

GADM Guano. (2019). *ORDENANZA No 006-2019* (Issue 006).

INEC. (2010). *Población por sexo, según provincia, parroquia y cantón de empadronamiento*.

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=POBLACIÓN+POR+SEXO%2C+SEGÚN+PROVINCIA%2C+PARROQUIA+Y+CANTÓN+DE+EMPADRONAMIENTO>

Moncayo Theurer, M., Vargas Jiménez, J., Moncayo Velasco, G., & Barzola Zambrano, I. (2017). Análisis sobre la recurrencia de terremotos severos en Ecuador. *Prisma Tecnológico*, 8, 12–17. <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/1526>

NEC-11. (2011). Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria, NHE Agua. *Norma Ecuatoriana de La Construcción*, 38.

NEC-SE-HM. (2015). *NEC-SE-HM Estructuras de hormigón armado*. <http://www.indeci.gob.pe/proyecto58530/objetos/archivos/20110606102841.pdf>

Negrete, J., Guijarro, J. L., Ajmat, R., Garzón, B., Raed, A., Cisterna, M., De Innocentiis, M., & Mas, J. (2007). *INSTALACIONES SANITARIAS: DESAGÜES PLUVIALES*.

Otavalo, J. (2017). *Determinación de los principales problemas de configuración estructural en edificaciones, que aumentan la vulnerabilidad sísmica en el Ecuador* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11856/1/T-UCE-0011-293.pdf>

Peña, J. (2010). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio* (Editorial Club Universitario (ed.); Cuarta Edición).

Placencia, P. (1999). Diseño Simorresistente de edificios con vigas banda. *Diseño*

Simorresistente de Edificios Con Vigas Banda.

Pucha-Cofrep, F., Fries, A., Cánovas-García, F., Oñate-Valdivieso, F., González-Jaramillo, V., & Pucha-Cofrep, D. (2017). *Fundamentos de SIG: Aplicaciones con ArcGIS* (H. Benavidez (ed.)). EdilojaCia. Ltda.

Pulido, A., & Wilches, M. (2017). *Deficiencias identificadas en instalaciones técnicas en tres obras caso de estudio.* Universidad La Gran Colombia.

Rodríguez, A. (2007). *Teoría y prácticas de resistencia de materiales para estudiantes de ingeniería.*

https://www.academia.edu/19591571/FUERZA_CORTANTE_Y_MOMENTO_FLECTOR%0A

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

9. ANEXOS

PARROQUIA: EL ROSARIO BARRIO: SAN GABRIEL LUGAR DE REFERENCIA: ESQUINA A LANGOS 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:

Anexo 1: Tabla para el levantamiento de datos



Anexo 2: Resultados de las inspecciones visuales

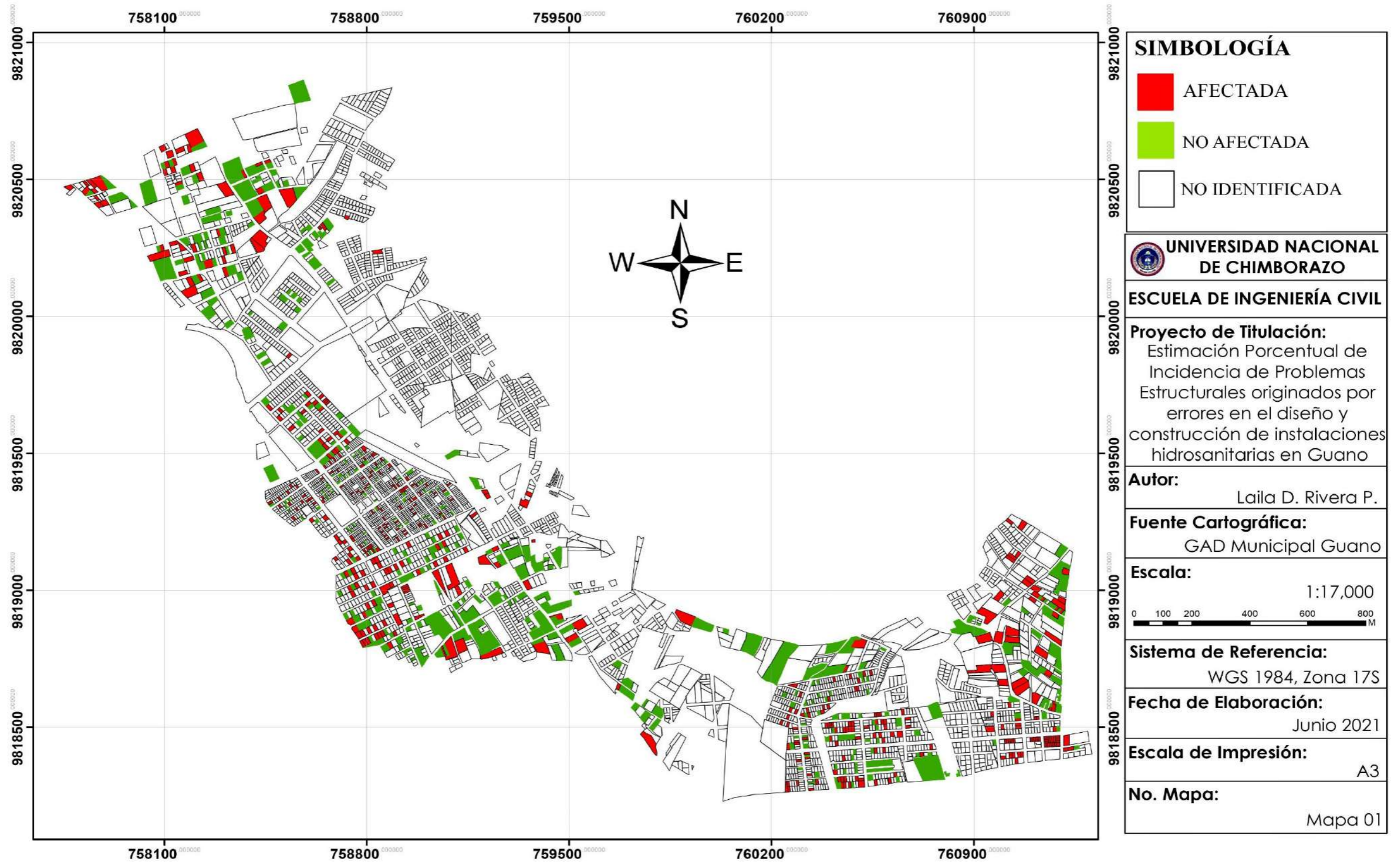
<https://unachedu->

my.sharepoint.com/:f:/g/personal/lrivera_fic_unach_edu_ec/Eii8sqBfUhVFjc9Uw4jAGII

[B0v5JnMrGGli_14GijonFUg?e=INbgDc](https://my.sharepoint.com/:f:/g/personal/lrivera_fic_unach_edu_ec/Eii8sqBfUhVFjc9Uw4jAGII/B0v5JnMrGGli_14GijonFUg?e=INbgDc)

Anexo 3: Datos levantados en la Parroquia El Rosario, Guano

RESULTADOS DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES POR ERRORES HIDROSANITARIOS EN "EL ROSARIO"



Anexo 4: Mapa de resultados en la Parroquia El Rosario, cantón Guano

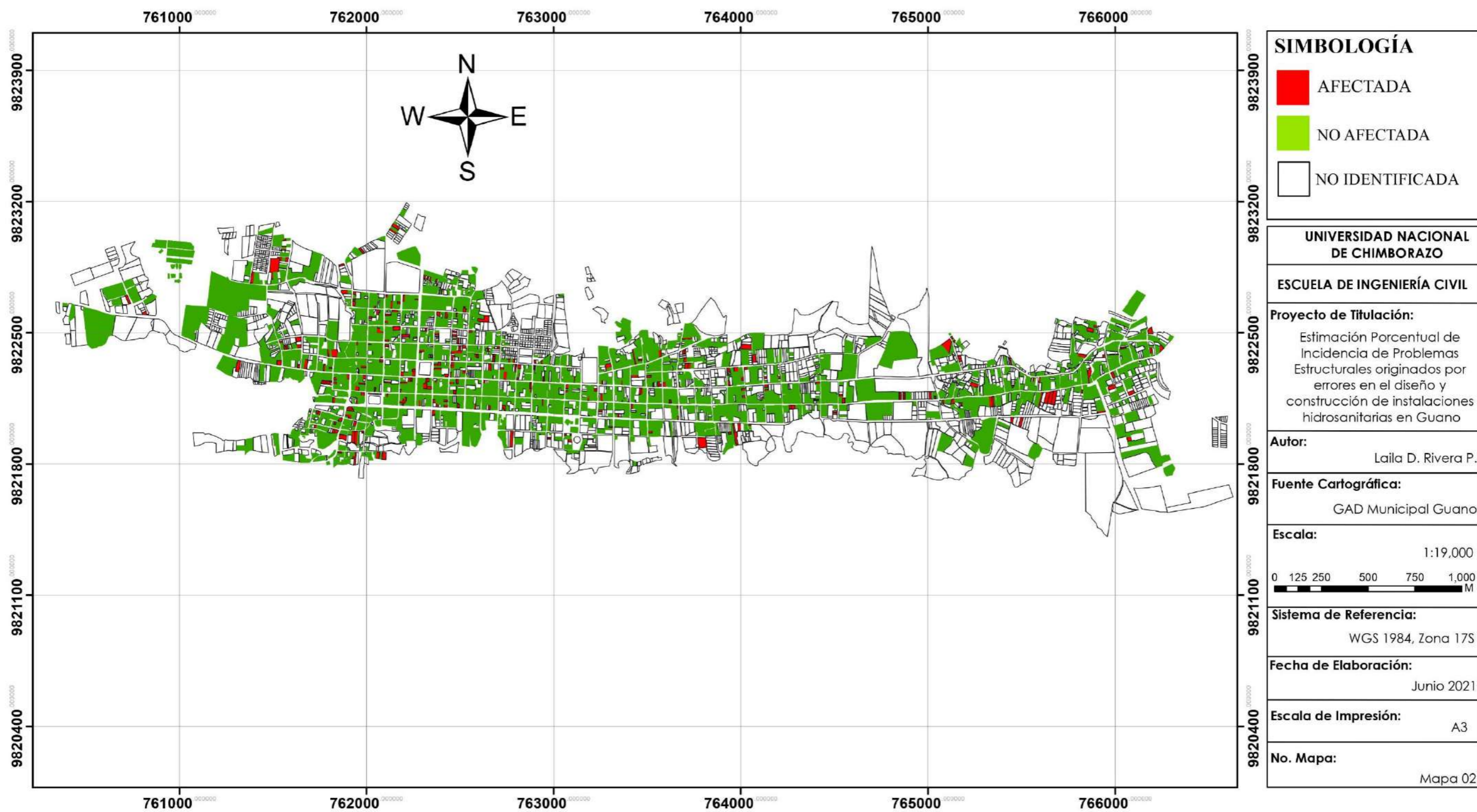
<https://unachedu->

my.sharepoint.com/:f/g/personal/lrivera_fic_unach_edu_ec/EqxVX_BgyNtEscrEOXEZil

[wB_J4i2tgXtWJk2eXcHStjtQ?e=EwAh7d](https://my.sharepoint.com/:f/g/personal/lrivera_fic_unach_edu_ec/EqxVX_BgyNtEscrEOXEZilwB_J4i2tgXtWJk2eXcHStjtQ?e=EwAh7d)

Anexo 5: Datos levantados en la parroquia La Matriz

RESULTADOS DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES POR ERRORES HIDROSANITARIOS EN "LA MATRIZ"



Anexo 6: Mapa de resultados en la Parroquia La Matriz, cantón Guano