



REPÚBLICA DEL ECUADOR

INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES
LA UNIVERSIDAD DE POSTGRADO DEL ESTADO

MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS

**PROPUESTA DE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD ANTE EXPLOSIONES EN
DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)
EN PARROQUIAS URBANAS DENTRO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE
QUITO (DMQ)**

Autor: Oswaldo Elías Maggi Arias

Tutora: Johanna Paulina Espín Moscoso

Quito, agosto 2021



INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES
LA UNIVERSIDAD DE POSGRADO DEL ESTADO

No.476 - 2021.

ACTA DE GRADO

En el Distrito Metropolitano de Quito, hoy 16 de diciembre de 2021, **MAGGI ARIAS OSWALDO ELIAS**, portador del número de cédula: 0913569117, EGRESADO DE LA MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS (2019-2021), se presentó a la exposición y defensa oral de su Tesis, con el tema, "PROPUESTA DE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD ANTE EXPLOSIONES EN DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP) EN LAS PARROQUIAS URBANAS DENTRO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (DMQ)", dando así cumplimiento al requisito, previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS**.

Habiendo obtenido las siguientes notas:

Promedio Académico:	8.22
Tesis Escrita:	8.44
Defensa Oral Tesis:	9.14
Nota Final Promedio:	8.50

En consecuencia, **MAGGI ARIAS OSWALDO ELIAS**, se ha hecho acreedor al título mencionado.

Para constancia firman:


Dra. Jocelina Espín
PRESIDENTA



Dr. Diego Pérez
MIEMBRO


Mgs. Pablo Melo
MIEMBRO


Abg. Juan Maldonado
DIRECTOR DE SECRETARÍA GENERAL

AUTORIA

Yo, Oswaldo Elías Maggi Arias con cedula de identidad No. 0913569117, declaro que las ideas, juicios, valoraciones, interpretaciones, consultas bibliográficas, definiciones y conceptualizaciones expuestas en el presente trabajo; así cómo, los procedimientos y herramientas utilizadas en la investigación, son de absoluta responsabilidad del autor del trabajo de titulación. Así mismo, me acojo a los reglamentos internos de la universidad correspondientes a los temas de honestidad académica.



OSWALDO ELIAS MAGGI ARIAS
CI: 0913569117

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

"Yo Oswaldo Elías Maggi Arias cedo al IAEN, los derechos de publicación de la presente obra por un plazo máximo de cinco años, sin que deba haber un reconocimiento económico por este concepto. Declaro además que el texto del presente trabajo de titulación no podrá ser cedido a ninguna empresa editorial para su publicación u otros fines, sin contar previamente con la autorización escrita de la universidad"

Quito, mayo del 2022



OSWALDO ELIAS MAGGI ARIAS
CI: 0913569117

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres Elías y Yolanda, por el amor, ejemplo y apoyo otorgado durante mis años de estudio, a mis Hijos Yarina, Poleth y Faruq, motivo de vivir, a mis hermanos y sobrinas.

Una dedicatoria única al amor de mi vida, mi esposa Solange, pilar fundamental de mi ser, quien con amor ternura y paciencia ha estado siempre a mi lado en cada momento de mi vida.

Oswaldo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento al Instituto de Altos Estudios Nacionales por la oportunidad brindada al permitirme continuar mis estudios de cuarto nivel.

De igual manera un sincero agradecimiento a cada uno de los docentes que compartieron sus conocimientos durante mi formación, en especial a la PhD. Johanna Paulina Espín Moscoso, por su valiosa ayuda y guía durante el desarrollo del presente trabajo.

Oswaldo

Resumen.

La alta proliferación de depósitos de gas licuado de petróleo (GLP) que se han asentado dentro del perímetro urbano del Distrito Metropolitano de Quito, se ha constituido en una fuente de potencial riesgo para la población adyacente. Una de las principales amenazas son las explosiones, las cuales son fenómenos técnicos que se caracterizan por una liberación violenta de energía ocasionando daños a todo aquel elemento que pueda ser afectado por la onda producida, así como los efectos que éstas producen.

El objetivo del presente trabajo de investigación es analizar, en términos de vulnerabilidad, la situación de la población adyacente a este tipo de lugares de almacenamiento y establecer una propuesta de un índice de vulnerabilidad ante los efectos de explosiones en depósitos de almacenamiento de GLP en parroquias urbanas dentro del DMQ.

Palabras claves: Índice de vulnerabilidad, almacenamiento, gas licuado de petróleo (GLP)

Abstract:

The high proliferation of LPG liquefied petroleum gas deposits that have settled within the urban perimeter of the Metropolitan District of Quito has become a source of potential risk for the adjacent population. One of the main threats are explosions, which are technical phenomena characterized by a violent release of energy, causing damage to any element that may be affected by the wave produced as well as the effects they produce.

The objective of this research work is to analyze, on terms of vulnerability, the situation of the population adjacent to this type of tanks and create a proposal for a vulnerability index to explosions effects in gas storage tanks in urban parishes within the DMQ.

Keywords: Vulnerability index, dimensions, storage, liquefied petroleum gas (LPG)

Índice de contenido.

Índice de anexos.....	9
1. Introducción.....	10
2. Marco Teórico.....	12
2.1 Delimitación geográfica y temporal.....	12
2.2 Definiciones básicas.....	14
2.3 Índices de vulnerabilidad.....	16
3. Metodología.....	17
3.1 Definición y división por parroquias urbanas del área de estudio.....	19
3.2 Identificación, georreferenciación y levantamiento de datos generales de los depósitos de GLP.....	20
3.3 Identificación y zonificación de las posibles zonas de afectación.....	20
3.4 Población y muestra de estudio.....	22
3.5 Selección de dimensiones e indicadores.....	23
3.6 Construcción del índice de vulnerabilidad ante explosiones en depósitos de gas licuado.....	24
3.7 Clasificación del IVEXGLP.....	27
4. Resultados y discusión.....	27
5. Conclusiones.....	34
5.1 Recomendaciones.....	36
Referencias.....	38
Anexos.....	41

Índice de anexos.

Anexo A. Ejemplos de centros de acopio y centros de distribución dentro del DMQ	41
Anexo B. Datos generales centros de distribución y centros de acopio de GLP ubicados en las parroquias urbanas del DMQ.	42
Anexo C. Codificación de sectores urbanos INEC, ejemplo parroquia Quitumbe.	45
Anexo D. Indicadores tomados para el desarrollo del IVEXGLP según su dimensión.	46
Anexo E. Ejemplo de correlación entre indicadores dentro de la dimensión demográfica, parroquia Quitumbe.	47
Anexo F. Matriz de doble entrada, dimensión demográfica y socioeconómica parroquia de Quitumbe.....	48
Anexo G. Cuadro resumen de la dimensión demográfica y dimensión socioeconómica parroquia Quitumbe.	49
Anexo H. Índice de vulnerabilidad ante explosiones IVEXGLP parroquia Quitumbe.....	50
Anexo I. IVEXGLP y clasificación por parroquias urbanas DMQ.....	51

1. Introducción.

El propósito del presente trabajo de investigación es analizar, en términos de vulnerabilidad, la situación de la población adyacente a este tipo de lugares de almacenamiento y establecer una propuesta de un índice de vulnerabilidad ante explosiones en depósitos de almacenamiento de gas licuado de petróleo (GLP) en parroquias urbanas dentro del DMQ.

Se ha considerado el enfoque de investigación mencionado dado que los accidentes que podrían darse en establecimientos dedicados al almacenamiento de GLP pueden ocasionar resultados muy perjudiciales para la población. Esto se complica aún más cuando existe al mismo tiempo una mala gestión en la autorización de uso de suelo, lo que permitiría la ubicación o continuación del ejercicio de la actividad económica sin realizar previamente un análisis tanto de riesgos cuanto de vulnerabilidad de la población urbana asentada en los alrededores.

A nivel mundial, el GLP se ha convertido en uno de los principales combustibles para el desarrollo socioeconómico de las naciones. Sin embargo, debido a las características inflamables de sus componentes, su incorrecto almacenamiento, manipulación, procesamiento, entre otros, existe un alto riesgo de ocurrencia de incendios o explosiones.

Por citar algunos casos como ejemplo, se tiene que en 1973 en EEUU se produjo una explosión de GLP con 40 fallecidos y 2 heridos; en Checoslovaquia en el año 2013 ocurrió una explosión por fuga de GLP con 40 personas heridas de gravedad debido a la onda que se propago hacía varias manzanas aledañas; en 1984 en México se produjo una gran explosión de GLP que dejó más de 500 fallecidos, 2500 lesionados, más de 200000 evacuados; en 1992 en Corea ocurrió una explosión en un almacén de gas GLP, con más de 60 fallecidos (CENAPRED, 2001). Una de las últimas explosiones de consideración sucedió en Venezuela

en diciembre del 2020 cuando varias bombonas de gas explotaron dejando un saldo de 40 heridos muchos de ellos de gravedad y cuantiosas pérdidas materiales (El Comercio, 2020)

Ecuador no es ajeno a la realidad internacional. Durante el periodo 2010-2015, según la Secretaria de Gestión de Riesgos (SGR), se produjeron a nivel nacional 269 incendios y explosiones relacionados a GLP, con 256 viviendas afectadas, 1057 personas afectadas, 283 personas heridas y 30 fallecidos (Secretaria Nacional de Gestion de Riesgos, s.f.)

En lo que respecta al Distrito Metropolitano de Quito, según datos proporcionados por el Cuerpo de Bomberos de Quito, de enero a diciembre del 2017 se produjeron 29 explosiones, mientras que en el mismo periodo durante el año 2018 se produjeron 23 explosiones de gas. El 2019 y 2020 no fueron la excepción y se reportaron 8 explosiones de gas licuado siendo, hasta la fecha de elaboración del presente proyecto, el ultimo evento suscitado en Cumbayá en el mes de octubre del 2020, con un resultado de 9 personas heridas, 2 viviendas destruidas, 22 viviendas con afectaciones generales y 6 vehículos destruidos (Secretaria General de Seguridad y Gobernabilidad DMQ, 2020)

Dentro del Distrito Metropolitano de Quito, según datos proporcionados por la Agencia de control e Hidrocarburos (ARCH), existen 419 depósitos de distribución mayorista y 15 centros de acopio, de ellos, dentro de las 32 parroquias urbanas se tiene un total de 9 centros de acopio y 245 centros de distribución. Según lo especifica la Norma INEN 1534, un centro de acopio¹ puede contener 30000 kilogramos de GLP en cilindros para suministro a los depósitos de distribución; mientras que un depósito de distribución constituye aquel recinto de 10 metros cuadrados de área mínima diseñado para albergar una cantidad máxima de 15000 kilogramos de GLP en cilindros para distribuir al consumidor final (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015). Cabe señalar que dichos establecimientos, debido al rápido crecimiento

¹ El anexo A representa varias fotografías tanto de centros de acopio cuanto de centros de distribución.

poblacional, se encuentran ubicados en zonas residenciales urbanísticas dentro del Distrito, sin tomar en cuenta que la población dentro del perímetro urbano del Distrito Metropolitano de Quito, es de 1.607.734 personas (Instituto de Estadísticas y Censos INEC, 2010) y en el escenario más crítico, con depósitos de mayorista y centros de acopio a su máxima capacidad, se estima que en el Distrito existen aproximadamente de 1.45 a 2 Kilogramos de GLP por cada habitante. Es así que la pregunta central de investigación del presente trabajo radica en ¿Cuáles son los principales elementos a considerar para determinar la vulnerabilidad ante explosiones en depósitos de almacenamiento de GLP de zonas urbanas dentro del DMQ?

En tal virtud, la presente investigación busca contribuir frente a la necesidad de contar con un índice de vulnerabilidad ante explosiones de gas licuado, que permita identificar y medir condiciones de vulnerabilidades ante una explosión y sus efectos, en depósitos de GLP que se encuentren ubicados en el sector urbano del DMQ.

Debido a la escasa información que existe referente al estudio de la vulnerabilidad de la comunidad ante fenómenos técnicos, como son las explosiones de GLP, y más aún en sitios de almacenamiento, el presente trabajo busca además afianzar el conocimiento de la realidad que viven las personas aledañas a este tipo de actividades. Por otro lado, la propuesta metodológica aquí planteada permitirá desarrollar futuras investigaciones en las cuales se pueda adoptar metodologías similares que permitan realizar comparaciones en tiempo y espacio con el objetivo mejorar aún más las acciones de prevención a través de una correcta planificación territorial

2. Marco Teórico

2.1 Delimitación geográfica y temporal.

La presente investigación se delimita a las zonas de las 32 parroquias urbanas dentro del Distrito Metropolitano de Quito, durante el periodo enero 2021- octubre 2021.

El Distrito Metropolitano de Quito se ubica en la Provincia de Pichincha. El distrito se eleva a 2850 metros sobre el nivel del mar, geográficamente ubicado en la Latitud $-0,225219$, Longitud -78.5248 0° $13'$ $31''$ Sur, 78° $31'$ $29''$ Oeste con una extensión territorial de 352 kilómetros cuadrados, la misma que alberga una población en áreas urbanas de 1.607.734 personas (Instituto de Estadísticas y Censos INEC, 2010).

Figura 1

Límites de Parroquias Urbanas del DMQ



Fuente: Adaptada de (Secretaría general de planificación del Municipio de Quito, 2021)

Durante el año 2001 el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en conjunto con el Institut de Recherche pour le Développement (IRD), dentro del marco de una cooperación científico técnica, realizaron un estudio sobre el almacenamiento, transporte y peligrosidad de combustibles, productos químicos y radioactivos en el Distrito Metropolitano de Quito. Sin embargo, dicho estudio se basó únicamente en la realización de un inventario de establecimientos de almacenamiento de sustancias peligrosas, aunque incluyó el análisis de itinerarios relacionados al transporte de este tipo de sustancias, aspectos que fueron acompañados por la elaboración de cartografías relacionadas a las variables analizadas en dicho estudio (Estacio, 2001). En otras palabras, el estudio se limitó a un análisis preliminar que pretendió ubicar este tipo de lugares de almacenamiento, pero no se estudia la vulnerabilidad de las personas que se asientan alrededor de los establecimientos en mención.

2.2 Definiciones básicas.

Tomando en cuenta que el desarrollo socioeconómico de la población, entre otros aspectos, depende de las fuentes de energía que permitan a su comunidad ejercer actividades que impulsen el desarrollo se tiene que una de las principales fuentes de energía dentro del contexto nacional constituye el gas licuado de petróleo (GLP).

Se define como Gas Licuado de Petróleo (GLP), al combustible de alto poder calorífico, incoloro, inodoro, formado por propano y butano, cuya presión de almacenamiento, transportación y comercialización es mayor a la presión atmosférica (Yague, 2009). El GLP tiene entre sus ventajas alto poder calorífico, satisfacción de necesidades energéticas, fácil transporte y baja toxicidad (Venegas Vásconez, 2019).

El uso de este combustible se ha extendido a varios sectores productivos del país, como transporte, agro, minería, pesca, industrial, y residencial, siendo este último el más utilizado, llegando al 88.6% de consumo, seguido por el sector industrial con el 8.7%, agroindustrial 2.2% y el sector automotriz con el 0.5% (Primicias, 2020).

Al ser el GLP un compuesto formado por Propano (C_3H_8) y Butano (C_4H_{10}) una de las principales desventajas de este elemento es su alta inflamabilidad y su facilidad explosiva, la cual puede ser muy destructiva si se junta con otro tipo de gases nocivos (Gutierrez, 2016).

Normalmente, la presentación del GLP radica en el uso de cilindros móviles de 5Kg, 10Kg, 15Kg, y 45Kg, así como en tanques estacionarios que van de 0.11 metros cúbicos a 2000 metros cúbicos de capacidad, es decir se encuentran dentro de recipientes sometidos a presión, susceptibles a diferentes tipos de explosiones como: transición rápida de fase, BLEVE, y explosión de recipiente a presión.

Se define como explosión al fenómeno que ocurre por una liberación súbita y concentrada de energía, la cual genera una onda de presión que se desplaza alejándose paulatinamente de la fuente original, dicha onda va perdiendo energía a medida que se aleja de la fuente que lo origina. (Galán, 2012)

Tabla 1

Tipos de Explosiones

Tipo de explosión	Ejemplo
Transición rápida de fase	Introducción de aceite caliente en agua
BLEVE	Rotura de un recipiente de GLP
Explosión de recipiente a presión	Fallo mecánico de recipiente que contiene gas a presión Sobre presión de un recipiente que contiene gas a presión

Fuente: Tomado de (Fontenla, 2012)

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion, por sus siglas en inglés) es un caso catastrófico, a modo de estallido, al que se somete un recipiente a presión cuando ocurre un rápido escape de gas a la atmósfera (Manuel Bestratén Belloví, 2019). Esta sería una de las causas que más daño produce.

La BLEVE representa un caso muy característico de una explosión, misma que se da en depósitos o recipientes en los cuales se almacena líquidos bajo presión, la cual genera una onda de presión que lleva fragmentos de material, a manera de proyectiles, que alcanzan distancias de consideración. Por otro lado, si la sustancia almacenada es un líquido inflamable, se produce el fenómeno conocido como bola de fuego, el cual se ira expandiendo a medida que avanza la masa de vapor (Galán, 2012).

Varias son las causas por las que este fenómeno se puede presentar siendo las principales: fuego, rebosamiento, descarrilamiento, reacción fuera de control, colisión sobre

presión (Vazconez, Ayabaca, Celi, & Rocha, 2018). Entre los efectos de la sobrepresión que se genera durante una explosión se tiene: la radiación térmica, la onda de presión y el impacto de proyectiles (Fontenla, 2012).

2.3 Índices de vulnerabilidad.

Frente a la problemática mencionada, existen varias herramientas que nos permiten medir el nivel de vulnerabilidad de la población ante un evento no deseado, uno de ellos son los índices de vulnerabilidad. Según el Banco Interamericano de Desarrollo BID, la medición de la vulnerabilidad de manera indicativa se establece a través de varios índices desarrollados en base a la gestión del riesgo de desastres, los cuales buscan medir la vulnerabilidad ante un evento no deseado. Entre algunos se menciona el Índice de gobernanza y políticas públicas, el Índice de déficit por desastres, el Índice de desastres locales, el Índice de vulnerabilidad, y el Índice de gestión de riesgos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2005).

Un índice de vulnerabilidad es entonces una herramienta que nos permite caracterizar las condiciones de vulnerabilidad de una nación, comunidad o personas, en términos de la exposición de las áreas propensas, su nivel de fragilidad social y económica, así como su falta de resiliencia ante el post de un desastre; por lo que, el índice ofrece información para intentar caracterizar y exponer una situación de un elemento analizado (Banco Interamericano de Desarrollo, 2005).

El aporte de un índice de vulnerabilidad inmerso en un sistema de indicadores de riesgo radica en la utilidad del mismo al efectuar acciones de prevención, mitigación y preparación, que permitan evitar o a su vez disminuir las acciones que pudiesen emerger de un evento no deseado. Esta evaluación es así de gran utilidad para diferentes entidades encargadas principalmente de ordenamiento territorial y gestión de riesgos; es por ello que su función principal es la de medir o cuantificar (Beltrán, 2015). Precisamente, en el presente trabajo se

busca cuantificar la vulnerabilidad de los sectores aledaños a depósitos de GLP en zonas urbanas dentro del DMQ.

Para ello es importante establecer las dimensiones de vulnerabilidad en las cuales se va a realizar el análisis. Se han establecido 2 dimensiones específicas: dimensión demográfica y dimensión socioeconómica. Posteriormente, dentro de cada una de estas dimensiones es necesario establecer indicadores (Banco Interamericano de Desarrollo, 2005) que permitan obtener un grado de vulnerabilidad, el cual puede expresarse según la evaluación del investigador en términos de vulnerabilidad muy baja, baja, media, alta y muy alta.

3. Metodología.

La metodología dentro de un proyecto de investigación constituye la esencia del proyecto, en la cual se describen las unidades de análisis o de investigación, así como las técnicas de observación y recolección de datos acompañados de los instrumentos de medición, procedimientos y técnicas de análisis (Morles, 2011). En el desarrollo del presente trabajo se acoge, para la identificación, ubicación y análisis de los depósitos de almacenamiento y centros de acopio, el uso de un diseño de campo, debido a que este tipo de investigación permite la recolección de datos de manera directa, dentro del entorno natural de su ambiente cotidiano (Acuña, 2006). La investigación es así de carácter no experimental, aplicada de manera transversal.

Un diseño no experimental radica en estudios, los cuales se ejecutan sin la manipulación deliberada de variables y en los que los fenómenos se observan únicamente en su ambiente natural para posteriormente ser analizados. De la misma manera, un diseño transversal o transaccional se basa en recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Zulema, 2008).

De todas maneras, cabe mencionar que debido a las diferentes restricciones a causa de la emergencia sanitaria que se mantiene no solo a nivel nacional sino mundial, el trabajo de campo ha sido muy limitado, esto debido a la desconfianza de las personas tanto de atender una visita, cuanto de tener contacto directo con el investigador. Así, el diseño transversal o transaccional, mediante el trabajo in situ, únicamente es aplicado para la localización, levantamiento de datos generales, cuantificación de volumen de GLP, georreferenciación y levantamiento fotográfico de cada uno de los establecimientos en estudio.

La investigación tiene como su base fundamental, el uso de fuentes primarias de información, siendo la información estadística proporcionada por el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) referentes al censo nacional de población y vivienda del año 2010, la fuente principal de obtención de la información. Además de la información primaria, el apoyo de fuentes secundarias de información, como documentos de investigaciones relacionadas al tema de vulnerabilidad, datos de centros de distribución de GLP en el distrito, bibliografía en temas de gestión de riesgos, almacenamiento de gas, normativa nacional e internacional, entre otros. (Aguilar, 2020).

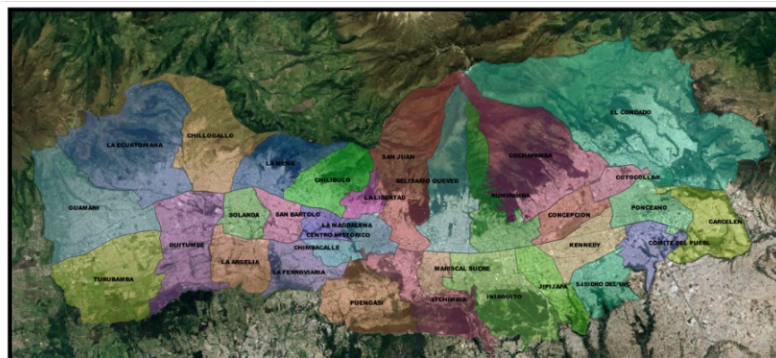
Para el desarrollo del índice de vulnerabilidad se propone una secuencia metodológica, la cual consta de los siguientes pasos: 1) Definición y división por parroquias urbanas del área de estudio propuesto, 2) Identificación, georreferenciación, y levantamiento de datos generales (nombres de propietarios, números de identificación, áreas de almacenamiento, números de cilindros almacenados, entre otros) ; correspondientes a los depósitos de GLP (centros de distribución y centros de acopio de gas GLP), 3) Identificación y zonificación de las posibles áreas de afectación 4) Población y muestra de estudio, 5) Selección de dimensiones e indicadores, 6) Construcción del índice de vulnerabilidad ante explosiones en depósitos de gas licuado y 7) Clasificación de los índices de vulnerabilidad.

3.1 Definición y división por parroquias urbanas del área de estudio.

La propuesta metodológica se desarrolla dentro del límite urbano del Distrito Metropolitano de Quito, el cual está compuesto por 32 parroquias urbanas.

Figura 2

Parroquias Urbanas dentro del DMQ



Fuente: Adaptada de (Secretaría general de planificación del Municipio de Quito, 2021)

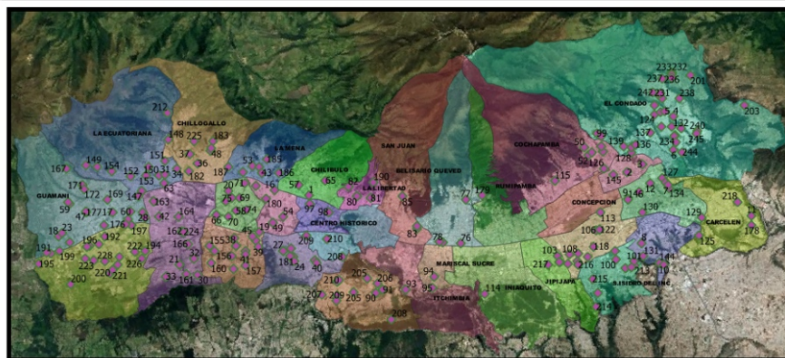
Mediante el uso de sistemas de información geográfica se identificó las administraciones zonales municipales, las cuales se han dividido, para el caso del presente estudio, en administración Quitumbe y Eloy Alfaro (correspondientes al sector sur), administración Manuela Sáenz (correspondiente al sector centro), administración Eugenio Espejo (correspondiente al sector centro norte), y en administración la Delicia (correspondiente al sector norte). En cada una de ellas se han identificado 4 parroquias ubicadas en el sector norte, 10 ubicadas en el sector centro norte, 5 ubicadas en el sector centro y 13 ubicadas en el sector sur de la urbe.

3.2 Identificación, georreferenciación y levantamiento de datos generales de los depósitos de GLP.

Mediante sistemas de información geográfica se procedió a identificar y ubicar los 245 depósitos de distribución y los 9 centros de acopio dentro de cada una de las parroquias indicadas.

Figura 3

Centros de Distribución y Centros de Acopio de GLP dentro del DMQ



Nota: Los puntos marcados representan con exactitud la ubicación de los centros de distribución y centros de acopio. Adaptada de (Secretaría general de planificación del Municipio de Quito, 2021)

De la misma manera se procedió a levantar la información referente a la cantidad de kg de gas que cada establecimiento poseía el momento de la visita, así como demás datos generales² de cada establecimiento

3.3 Identificación y zonificación de las posibles zonas de afectación.

Posteriormente, se procedió a zonificar cada una de las áreas que se encuentran dentro de los diámetros de posible afectación en cada parroquia, para lo cual se elaboró el mapa de zonificación relacionadas a diámetros de posible afectación. En el mapa se representa mediante

² El anexo B indica el cuadro de datos generales de los 245 depósitos de distribución y 9 centros de acopio.

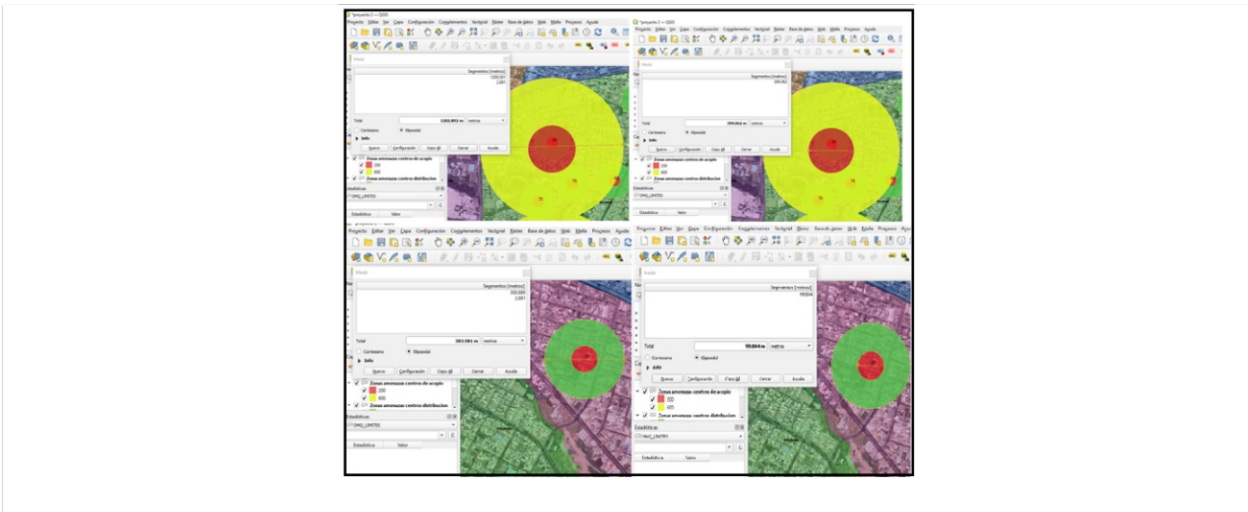
color rojo a las zonas críticas y en color amarillo a las zonas de afectación moderada-baja. En el análisis realizado para centros de distribución con un promedio de almacenamiento de 145 cilindros de 15 Kg. por centro de distribución tomando en cuenta los 0.54 kg/lit (Maya Gas, 2020) de densidad del gas licuado, se obtiene un almacenamiento de 4027 litros, equivalentes a 4027 metros cúbicos de GLP. Realizando el mismo análisis para un centro de acopio con un promedio de 2255 cilindros de 15kg en almacenamiento, se obtiene un equivalente a 62.65 metros cúbicos de GLP, por lo que se toman las distancias de posibles zonas de afectación abajo indicadas (ver Figura 4) (Jaramillo, 2009).

Tabla 2

Distancias Consideradas para Elaboración de Áreas de Amenaza.

FUENTE DE AMENAZA	IMPACTO ESPACIAL	
	Almacenamiento de gas	Radio alto nivel de amenaza (m)
50-100 m ³	200	600
15-50 m ³	100	300
3-10 m ³	50	150

Fuente: Tomada de (Jaramillo, 2009)

Figura 4*Zonas Tomadas para el Análisis.*

Nota: Las zonas para centros de distribución de hasta 10m³ de almacenamiento se muestran en color verde; las zonas para centros de acopio de hasta 100m³ de almacenamiento se muestran en color amarillo.

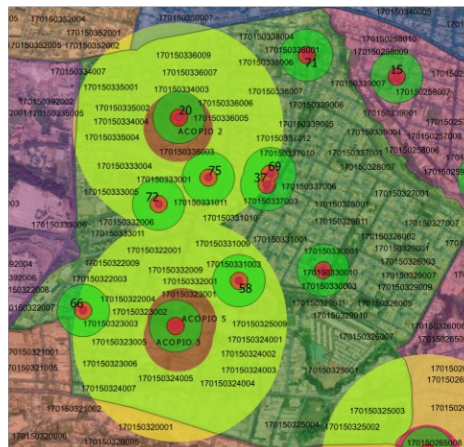
3.4 Población y muestra de estudio.

La población es el conjunto de los elementos definidos por una o varias características de los cuales se pretende obtener información (Espinoza, 2016). Para la presente investigación, la población de estudio por zona, dentro de cada parroquia urbana, se ha tomado mediante un muestreo no probabilístico, el cual se define como la técnica utilizada en una muestra estadística, la cual no permite que todos los elementos de un universo tengan las mismas oportunidades de selección, por lo cual los elementos son seleccionados en base al cumplimiento de ciertas características o variables que aportan a la investigación (Enciclopedia económica, 2019). Por esto, el enfoque es directo en aquel grupo de personas y viviendas que resultarían afectadas de manera directa o indirecta debido a la ubicación dentro de las zonas y radios de afectación, que se pudiesen producir ante una eventual explosión de gas dentro de este tipo de recintos.

Considerando que el INEC ha codificado los sectores urbanos de acuerdo a la siguiente nomenclatura³: dos dígitos son de provincia, dos dígitos del cantón, dos dígitos de la parroquia, 3 dígitos de zonas, 3 dígitos de sector y 3 dígitos de manzana; por ejemplo 170150001001 (Pichincha, Quito, DMQ, Zona 001, Sector 001 y manzanas 001), se ha identificado una población total en las 32 parroquias de 1,608,031 personas, con una posible afectación de 318,579 personas y 101,914 viviendas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2010).

Figura 5

Población de Estudio.



3.5 Selección de dimensiones e indicadores.

Según lo señala la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, el grado de vulnerabilidad de las personas ante los efectos de un evento no deseado, depende en gran medida de factores físicos, económicos sociales y políticos, siendo la pobreza un contribuyente importante dentro de la vulnerabilidad (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, s.f.).

³ El anexo C indica un ejemplo, perteneciente a la Parroquia Quitumbe, de la codificación planteada por el INEC.

El índice propuesto integra 2 dimensiones de vulnerabilidad: dimensión demográfica y dimensión socio-económica. Cada una de ellas conlleva factores relacionados a la exposición, fragilidad, y resiliencia dentro de los cuales existen diferentes variables e indicadores, las cuales son aplicadas en los diferentes sectores seleccionados para el análisis y estudio propuesto. Se seleccionaron un total de 24 indicadores⁴, a los cuales se los agrupo de acuerdo a las dimensiones previamente establecidas, y a su vez se los dividió de acuerdo los diferentes factores determinados (exposición, fragilidad y resiliencia).

Una vez definidas las dimensiones, factores e indicadores, se procedió a recolectar la información, tabularla y procesarla mediante el paquete informático Excel 2010.

3.6 Construcción del índice de vulnerabilidad ante explosiones en depósitos de gas licuado.

Por cada parroquia urbana, con la ayuda del paquete informático Excel 2010, se procedió a establecer, por cada dimensión, las respectivas correlaciones⁵ entre todos los 24 indicadores seleccionados, esto mediante el coeficiente de correlación de Pearson, el cual varía entre -1 y 1, lo que permite identificar el grado de correlación entre los indicadores establecidos.

Posteriormente, y con el resultado de las correlaciones obtenidas entre indicadores, se procede a realizar, por cada dimensión, una matriz de correlación de doble entrada⁶, en cuyo cruce se encuentran los valores de correlación obtenidos por Pearson. El cruce vertical y horizontal entre ellos adquiere un valor correlacional de 1. Seguidamente se obtiene el

⁴ El anexo D indica el cuadro de indicadores cada uno con su dimensión, factor, abreviatura de presentación, incidencia sobre la vulnerabilidad, metodología de cálculo, y unidad de medida.

⁵ En el anexo E, se muestra un ejemplo de correlaciones entre indicadores dentro de la dimensión demográfica, de la Parroquia de Quitumbe

⁶ El anexo F muestra un ejemplo de la matriz de doble entrada dentro de la dimensión demográfica y socioeconómica correspondiente a la Parroquia de Quitumbe

promedio de cada una de las correlaciones. El promedio obtenido permite determinar el peso por cada indicador, el cual es calculado mediante la expresión:

Ecuación 1: Peso de Indicador

$$w = \left(\frac{Li_1 + Li_2 + \dots + Li_n}{n} \right) / \sum Li_t$$

Donde:

w = peso del indicador.

Li = correlación de cada indicador.

n = número de indicadores de la matriz.

$\sum Li_t$ = Sumatoria total de las correlaciones promedio.

Posteriormente, por cada dimensión se realiza un resumen⁷ en el que se muestra la sumatoria de correlaciones y ponderaciones obtenidas

Una vez obtenidas las ponderaciones se procede a normalizar cada indicador, utilizando una escala entre 0 y 10, adoptando con valor 0 al mínimo valor del indicador y 10 al máximo valor del indicador respectivamente.

Para determinar el índice de vulnerabilidad por cada parroquia urbana se procede a calcular el índice de vulnerabilidad individual para cada indicador en cada una de las dimensiones establecidas mediante la siguiente expresión:

Ecuación 2: Índice de Vulnerabilidad Individual

$$IVIND = (In * w)$$

Donde:

$IVIND$ = Índice de vulnerabilidad individual.

In = Indicador normalizado.

w = Peso de cada indicador.

⁷ El anexo G muestra el cuadro de resumen tanto de la dimensión demográfica cuanto de la dimensión socioeconómica de la Parroquia Quitumbe

Obtenidos los IVIND, se procede obtener el índice de vulnerabilidad por dimensión (IVPD) aplicando la siguiente expresión:

Ecuación 3: Índice de Vulnerabilidad por Dimensión

$$IVPD_{Demo-Socioecon} = \frac{\sum IVIND}{10}$$

Donde:

$IVPD_{Demo-Socioecon}$ = Índice de vulnerabilidad por dimensión.
 $\sum IVIND$ = Sumatoria índices de vulnerabilidad individual.

Seguidamente se calcula el índice de vulnerabilidad por dimensión resultante (IVPDR):

Ecuación 4: Índice de Vulnerabilidad por Dimensión Resultante

$$IVPDR_{Demo} = (IVPD_{Demo} * W_{Demo})$$

$$IVPDR_{Socioecon} = (IVPD_{Socioecon} * W_{Socioecon})$$

Donde:

$IVPDR$ = Índice de vulnerabilidad por dimensión resultante.
 $IVPD_{Demo}$ = Índice de vulnerabilidad por dimensión demográfico.
 W_{Demo} = Peso de la dimensión demográfica.
 $IVPD_{Socioecon}$ = Índice de vulnerabilidad por dimensión socioeconómica.
 $W_{Socioecon}$ = Peso de la dimensión socioeconómica.

Finalmente, al sumar linealmente los IVPDR se obtiene el índice de vulnerabilidad ante explosiones en depósitos de almacenamiento de gas licuado IVEXGLP⁸ por cada parroquia:

Ecuación 5: Índice de Vulnerabilidad Ante Explosiones

$$IVEXGLP = (\sum IVPDR)$$

Donde:

IVEXGLP = Índice de vulnerabilidad ante explosiones en depósitos de almacenamiento de GLP.

3.7 Clasificación del IVEXGLP.

Las Clasificación del IVEXGLP propuesto, se agrupa en 5 categorías: Muy baja, baja, media, alta y muy alta. Para ello el quintil del porcentaje total es tomado como escala de agrupación teniendo:

$$0 < IVEXGLP < 0.20 = \textit{Categoría muy baja.}$$

$$0.21 < IVEXGLP < 0.40 = \textit{Categoría baja.}$$

$$0.41 < IVEXGLP < 0.60 = \textit{Categoría media.}$$

$$0.61 < IVEXGLP < 0.80 = \textit{Categoría alta.}$$

$$0.81 < IVEXGLP < 1.0 = \textit{Categoría muy alta.}$$

4. Resultados y discusión.

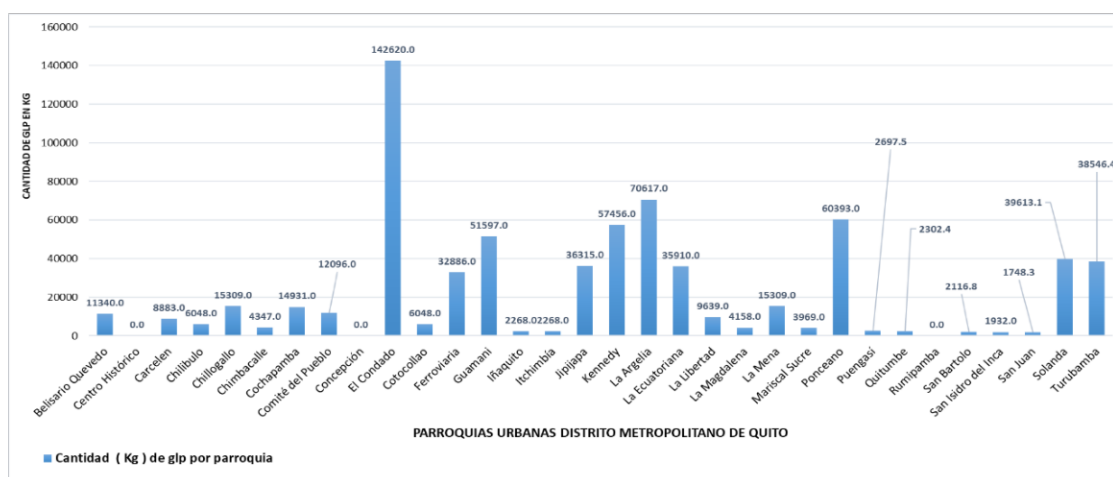
De las 32 parroquias urbanas en estudio, el Centro Histórico, la Concepción y Rumipamba no cuentan con depósitos de distribución o centros de acopio de GLP, por lo que

⁸ El anexo H describe un ejemplo, correspondiente a la Parroquia Quitumbe, sobre la obtención del IVEXGLP.

no existe población que se encuentre susceptible a sufrir daños debido a los efectos que puede generar una explosión de gas. La figura 6 muestra la distribución de las 29 parroquias según la cantidad de GLP almacenado, y se evidencia que dentro de los 245 depósitos de distribución y 9 centros de acopio existen 886,310 Kg de gas GLP (304,520 Kg dentro de los 9 centros de acopio y 581,790 Kg dentro de los 245 centros de distribución), teniendo un promedio de 33,835 Kg por cada centro de acopio de gas (equivalentes a 2,255 cilindros de 15 Kg por centro) y 2,374 Kg por cada depósito de distribución (equivalentes a 158 cilindros de 15 kg de gas GLP por cada depósito).

Figura 6

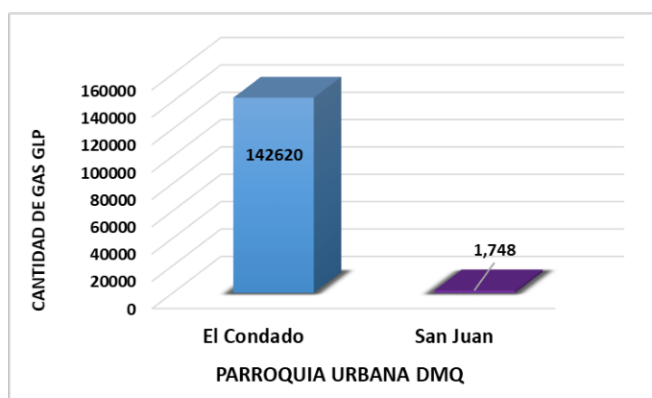
Cantidad de GLP en Kilogramos por cada Parroquia Urbana de Quito



La figura 7 muestra que la parroquia que mayor cantidad de Kg posee en almacenamiento es el Condado con 142,620 Kg de gas (9508 cilindros de 15 Kg); mientras que la menor cantidad de Kg radica en San Juan con 1748.25 (116 cilindros de 15kg).

Figura 7

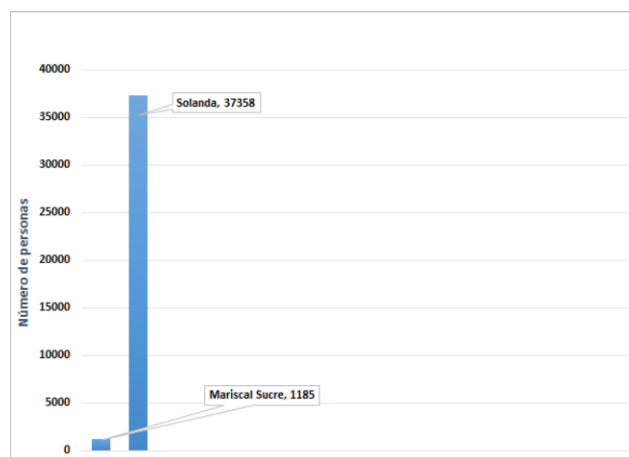
Parroquia con Mayor y Menor Cantidad de glp



La parroquia de Solanda es la parroquia con mayor cantidad de personas dentro de zona de riesgo: 37,358 personas de un total de 78,279 personas; es decir el 47.7 % se encuentra dentro de los radios de afectación, mientras que en la parroquia Mariscal Sucre solo el 9.13% equivalente a 1,185 personas, representan a la población en zonas de posible afectación.

Figura 8

Parroquias con Mayor y Menor Cantidad de personas en zona de riesgo



En todas las parroquias analizadas, la dimensión socioeconómica es la que más aporta al índice de vulnerabilidad. El máximo aporte se produce en el caso de Guamaní, con un 91.28% y su mínimo aporte en Jipijapa con un 58.27%.

Dentro de la dimensión socioeconómica los indicadores que más efecto tienen sobre el índice son: Población por nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas (Belisario Quevedo, Carcelén, Chilibulo, Cochapamba, Cotocollao, Ferroviaria, Kennedy, La Ecuatoriana, La Magdalena, La Mena y Solanda) siendo Cotocollao la parroquia en la cual este indicador alcanza el 16.61% . Las viviendas particulares ocupadas con personas presentes por material débil predominante de las paredes exteriores es el segundo indicador que más aporta a la construcción del índice, el cual predomina en las parroquias de Chilibulo, Chimbacalle, Ponceano y Puengasi, alcanzando un valor máximo de 20.27% en la parroquia de Chimbacalle.

La figura 9 muestra el número de barrios que se encuentran dentro del área de nivel de riesgo de los efectos de una explosión. Se identificaron 207 barrios, de ellos La Ecuatoriana (Barrio Las Orquídeas con 5,302 personas) y Solanda (Barrio Santa Rita con 8,796 personas) lideran las parroquias que más cantidad de barrios tienen dentro de zonas de afectación: 14 barrios cada una. Por otro lado, las parroquias de Mariscal Sucre (Barrio La Floresta con 1,185 personas) e Itchimbia (Barrio Santa Lucía con 1,220 personas en condiciones de vulnerabilidad) apenas cuentan con un solo barrio en zona de riesgo.

Figura 9

Cantidad de Barrios Dentro del Radio de Amenaza

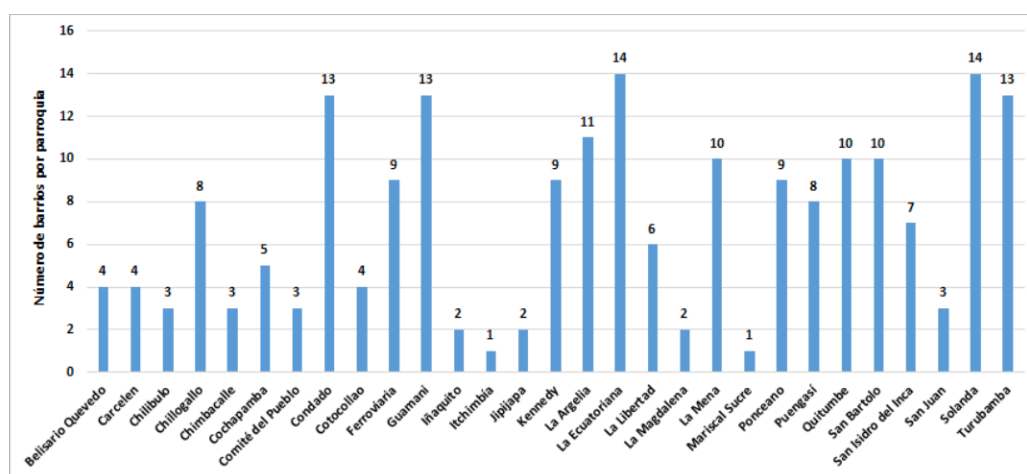


Figura 10

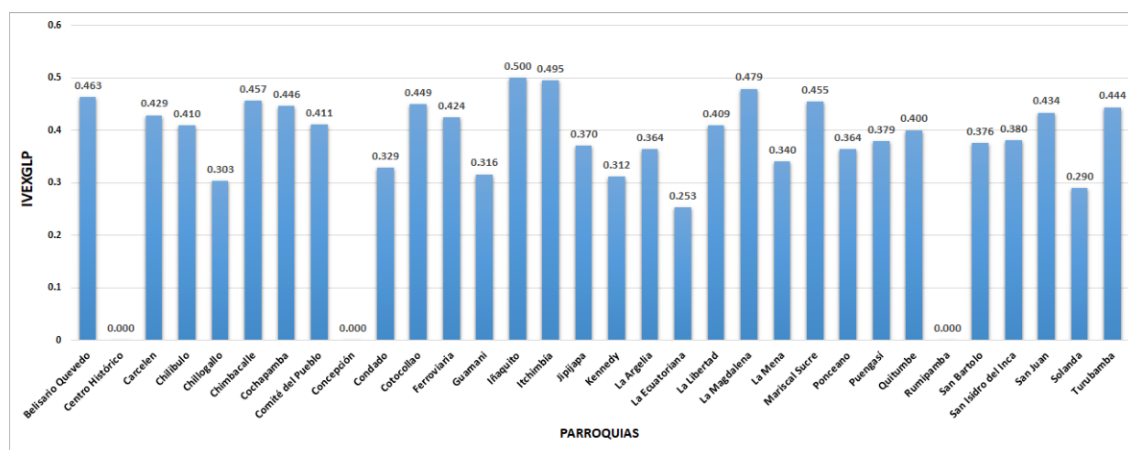
Cantidad de Personas Dentro de Radio de Amenaza



De esta manera, luego de la aplicación de la metodología anteriormente mencionada, se obtuvo el índice de vulnerabilidad y su clasificación ⁹ ante explosiones de gas IVEXGLP para cada una de las parroquias urbanas dentro del Distrito Metropolitano de Quito los cuales se muestran en la figura 11

Figura 11

IVEXGLP por cada Parroquia Urbana del DMQ.



En la parroquia de Iñaquito, el barrio Bellavista Alto y Protecc. Bellavista, alcanza un IVEXGLP de 0.50, el más alto dentro de las parroquias urbanas de DMQ. Desagregando el

⁹ El anexo I muestra el detalle de cada IVEXGLP y su clasificación.

índice de acuerdo con los indicadores propuestos, la dimensión demográfica alcanza una ponderación del 2.08.

Es entonces necesario mencionar algunos datos importantes sobre el grupo de indicadores dentro de la dimensión demográfica.

El factor de exposición de la población de la parroquia de Iñaquito, aquella ubicada en zonas de riesgo, ubica a 1,851 personas en zona de riesgo, lo que representa el 4.19 % de la población de la parroquia. En lo que respecta al factor fragilidad, 660 personas se encuentran dentro la población dependiente (menores de 14 años y mayores de 65 años), esto es el 35.6 % de la población de estudio; y en lo referente al grupo étnico (población indígena, negra y montubia) 275 personas representan el 14.85% de la población en mención; finalmente, 42 personas marcan el indicador de personas con algún tipo de discapacidad (visual, mental, motora), es decir el 2.2%. Por último, en lo que respecta al factor de resiliencia, 649 personas cuentan con vías de primer orden, esto es el 35% de la población de análisis, mientras que 105 personas (5.6%) mantienen el acceso a sus viviendas a través de vías empedradas o lastradas.

En cuanto a la dimensión socioeconómica, 619 personas (33.44%) de la parroquia de Iñaquito se consideran un nivel de pobreza, de acuerdo al indicador de necesidades básicas insatisfechas, pero la población desocupada apenas llega al 1.78% es decir 33 personas; mientras que el número de personas analfabetas suma 43 personas (2.3%). Los hogares con nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas llegan a 160 (21.13%).

Continuando dentro de la dimensión socioeconómica, en cuanto al factor fragilidad, 235 viviendas (43.8%) se encuentran dentro de las viviendas con personas ocupadas con algún tipo de debilidad estructural (Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por tipo del material débil predominante del techo o cubierta, viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado del piso, viviendas particulares ocupadas con personas

presentes por mal estado de las paredes exteriores, viviendas particulares ocupadas con personas presentes por material débil predominante de las paredes exteriores, viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado de techo). Finalmente, en lo que respecta al factor resiliencia, 828 personas (44.73%) no cuentan con ningún tipo de aporte a seguros, mientras que 38 personas no cuentan con algún tipo de preparación académica.

La ecuatoriana es la parroquia que, según la metodología aplicada, es la que menor IVEXGLP tiene dentro del distrito, con un valor de 0.252. De la misma manera, al desagregar el índice de acuerdo con los indicadores propuestos, la dimensión socioeconómica alcanza una ponderación del 84%, siendo de esta manera la dimensión que más aporta a la construcción del índice.

En lo que respecta al indicador con mayor peso dentro de la dimensión socioeconómica, la población con nivel de pobreza según sus necesidades básicas insatisfechas obtuvo un valor del 0.11 (11%). En lo referente a la dimensión socioeconómica, el 24 % de la población de análisis (4,945 personas) se encuentran dentro de la población por nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas; la población desocupada llega al 2.83%, es decir 585 personas, mientras que el número de personas analfabetas suman 425 personas (2.2%). Los hogares con nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas llegan a 1,168 es decir el 18.8% de la población de análisis.

En cuanto al factor fragilidad, 1,077 viviendas equivalentes a 20.1% de viviendas ubicadas en zonas de posible afectación se encuentran dentro de las viviendas con personas ocupadas con algún tipo de debilidad estructural (Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por tipo del material débil predominante del techo o cubierta ,viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado del piso, viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado de las paredes exteriores, viviendas particulares ocupadas

con personas presentes por material débil predominante de las paredes exteriores, viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado de techo). Finalmente, en lo que respecta al factor resiliencia, 11,063 personas (54.2%) no cuentan con ningún tipo de aporte a seguros, mientras que 417 personas no cuentan con algún tipo de preparación académica.

Es importante mencionar también otros datos importantes que sobresalen del área con posible afectación dentro de la parroquia de La Ecuatoriana en lo que respecta a la dimensión demográfica. Dentro del factor exposición, se encontró una población en zona de riesgo de 20,391 personas, es decir el 32.7 % de la población total de la parroquia. En cuanto al factor fragilidad, 7,701 personas se encuentran dentro la población dependiente (menores de 14 años y mayores de 65 años) esto es el 37.76 % de la población objeto de estudio, 2,342 personas que representan el 11.48% pertenecen a la población indígena, negra y montubia, y 598 personas marcan el indicador de personas con algún tipo de discapacidad (visual, mental, motora) es decir el 2.9%. En lo que respecta al factor de resiliencia, 4,586 personas cuentan con vías de primer orden, esto es el 22.49 % de la población de análisis, mientras que 1,462 personas (7.16%) mantienen el acceso a sus viviendas a través de vías empedradas o lastradas.

Se ha realizado un análisis de datos de la mayor y menor parroquia de acuerdo al índice de vulnerabilidad obtenido, esto ya que el comportamiento de las 27 parroquias restantes es similar en cuanto a la segregación del índice propuesto.

5. Conclusiones.

En el presente trabajo, se ha logrado identificar el almacenamiento de 886,310 Kg de gas GLP dentro de 29 de las 32 parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito, esto es aproximadamente 0.55 Kg de gas por habitante, tomando en cuenta la población total de las 32 parroquias; y, aproximadamente, 2.7 Kg de gas por habitante ubicado dentro del área de posible afectación de las 29 parroquias, las que tienen al menos un recinto de almacenamiento

en caso de una explosión. Dicha cantidad corresponde exclusivamente al almacenamiento de cilindros de gas en recipientes destinados para la comercialización y expendio de los mismos, no se toma en cuenta los cilindros que son transportados en vehículos de venta a domicilio, así como unidades de almacenamiento y funcionamiento dentro de empresas industriales, establecimientos cuya actividad comercial requiere del uso de gas, y cilindros propios de cada unidad de vivienda.

En cuanto al índice de vulnerabilidad propuesto, los indicadores plasmados dentro de la dimensión socioeconómica son aquellos que mayor ponderación estadística aportan a la construcción del mismo. En 28 de las 29 parroquias analizadas se evidencia la mayor ponderación de dicha dimensión. Por otro lado, dentro de la misma dimensión socioeconómica, los indicadores que más resaltan durante la construcción del índice son: la población por nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas, las viviendas particulares ocupadas con personas presentes por material débil predominante de las paredes exteriores, los hogares por nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas, la población analfabeta, las viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado del piso, las viviendas particulares ocupadas con personas presentes por tipo del material débil predominante del techo o cubierta, las personas sin ningún tipo de preparación académica, y la población con discapacidad.

La propuesta planteada determina que el índice de vulnerabilidad obtenido no se encuentra en relación directa con el número de personas y/o viviendas; es decir el índice depende de los valores de indicadores seleccionados. Es así que, la parroquia Iñaquito tiene el IVEXGLP obtenido más alto, de 0.5; esto en contraste con la parroquia La Ecuatoriana, la cual obtuvo un IVEXGLP de 0.25 para una población de análisis de 20,391 personas. Sin embargo, en el caso de Iñaquito, el índice de vulnerabilidad resultante por dimensión demográfica alcanza un valor de 1.041 versus el 0.04 de la parroquia de La Ecuatoriana. Analizando un par de indicadores al respecto, se nota como ejemplo que mientras en Iñaquito el 14.58%

corresponde al grupo étnico, en La Ecuatoriana llega al 11.48%; además, en Iñaquito se obtuvo que el 33.44% de personas se encuentran dentro del nivel de pobreza, mientras que en La Ecuatoriana apenas el 24% marca dicho indicador; finalmente, en Iñaquito el 43.8 % de personas habita en una vivienda con algún tipo de debilidad estructural versus el 20.1% que se obtuvo en La Ecuatoriana.

Únicamente las parroquias de Centro Histórico, La Concepción y Rumipamba se encuentran libres de cualquier tipo de riesgos y vulnerabilidad al respecto, esto debido a la ausencia de centros de almacenamiento de gas licuado.

5.1 Recomendaciones.

Es importante complementar el presente estudio con la realización de un análisis de riesgo y efectos debido a las ondas de sobrepresión, producidas por una BLEVE y a la radiación térmica producida por un FIRE BALL, enfocado a la población que se encuentra aledaña a este tipo de actividades económicas.

El análisis realizado en el presente trabajo se limita a la población que se encuentra dentro de las zonas de posible afectación propuestas, no se tomó en cuenta actividades económicas que se encuentran aledañas a este tipo de recintos, por ejemplo, actividades en las que pueden existir materiales inflamables o combustibles (gasolineras, recicladoras, empresas con usos de solventes, sistemas de gas centralizado, entre otras), lo que haría aumentar en gran porcentaje los radios de afectación y el alcance de las ondas expansivas. Por esto, sería fundamental que en futuros estudios se pueda incluir dichas variables en el modelo propuesto en este documento.

Por otro lado, en lo referente a indicadores, la presente investigación fue realizada, en base al censo de población y vivienda 2010, cuya información fue proporcionada por el INEC. En otras palabras, debido a la emergencia sanitaria, el trabajo de campo fue limitado ya

que no fue posible realizar encuestas y/o entrevistas en sitio, que permitan ampliar las dimensiones e indicadores propuestos. Por ello, se recomienda ampliar las dimensiones de análisis en futuras investigaciones y verificar posibles variaciones en los datos aquí presentados.

Para terminar, se espera que el análisis de los datos aquí presentados contribuya a un adecuado ordenamiento territorial, el cual tome en cuenta las condiciones y realidades en las cuales se han otorgado los permisos de uso del suelo para el ejercicio de estas actividades económicas versus las condiciones y crecimiento demográfico en la actualidad. Asimismo, sería importante que, con base en la información producida, se establezcan políticas públicas que permitan mejorar las condiciones de vida de la población, lo cual permitirá tener personas más resilientes. En consecuencia, se esperaría aportar a la disminución de los índices de vulnerabilidad obtenidos frente a una emergencia en este tipo de recintos.

Referencias

- Acuña, M. B. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigacion*. Caracas: Consultores asociados BL. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B1sTclvKGVsyT1FFa0JYMXFEejg/view>
- Aguilar, J. (31 de Julio de 2020). Metodo, tecnica, instrumentos del enfoque cuantitativo P1 [Video]. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=XmJF5DWRr8c>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Julio de 2005). *INDICADORES DE RIESGO DE DESASTRES Y GESTION DE RIESGOS*. Obtenido de https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/0/35060/INDICADORES_DE_RIESGO_DE_DESASTRES_BID.pdf
- Beltrán, J. L. (2015). *Visualizador Web del Índice de Vulnerabilidad Prevalente en Asentamientos Humanos Ante el Riesgo de Inundación en el Municipio de San Mateo Atenco, Estado de México*. [Tesis de licenciatura, Universidad Autonoma del Estado de Mexico]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/31035/LOZA-BELTRAN-JHONATAN-LGI-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CENAPRED. (2001). *Modelacion del radio de afectacion por explosiones en instalaciones de gas*. Ciudad de Mexico: Cenapred.
- El Comercio. (28 de Diciembre de 2020). *Más de 40 heridos tras explosión de bombonas de gas en el noreste de Venezuela*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/mundo/heridos-explosion-bombonas-gas-venezuela.html>
- Enciclopedia económica. (2019). *Muestreo no probabilístico*. Obtenido de <https://enciclopediaeconomica.com/muestreo-no-probabilistico/>
- Espinoza, E. (Noviembre de 2016). *Universo, muestra y muestreo*. Obtenido de Universo, muestra y muestreo: <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>
- Estacio, J. (Septiembre de 2001). *almacenamiento, transporte, peligrosidad de combustibles productos químicos y radioactivos en el Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de <file:///C:/Users/omaggi/AppData/Local/Temp/LFLACSO-Estacio.pdf>
- F. Zarate, V. C. (2016). Una nueva estrategia para el estudio De la vulnerabilidad edificios expuestos un explosiones un cielo abierto. *Revista Internacional Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 8.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (s.f.). *¿Que es la vulnerabilidad?* Obtenido de <https://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/que-es-un-desastre/que-es-la-vulnerabilidad/>
- Fontenla, S. G. (2012). *Explosión de equipos a presión. Análisis de riesgos y consecuencias [Proyecto de ingeniería, Universitat Politècnica de Catalunya]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15993/Proyecto%20FNB%20UPC%20Saturnino%20Galan%20Fontenla%20Explosion%20de%20equipos%20a%20presi%C3%B3n%20An%C3%A1lisis%20de%20riesgos%20y%20co.pdf>

- Galán, S. (2012). *Explosión de equipos a presión. Análisis de riesgos y consecuencias.*[Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica de Catalunya]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15993/Proyecto%20FNB%20UPC%20Saturnino%20Galan%20Fontenla%20Explosion%20de%20equipos%20a%20presi%20F3n%20An%20E1lisis%20de%20riesgos%20y%20co.pdf?sequence=1>
- Gutierrez, T. V. (2016). ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL MANEJO DE GLP DURANTE TODO EL PROCESO LOGÍSTICO DE LA EMPRESA KINGAS. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Instituto de Estadísticas y Censos INEC. (2010). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-presenta-sus-proyecciones-poblacionales-cantonales/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2010). *Censo de Población y vivienda 2010*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Jaramillo, M. F. (2009). *Vulnerabilidad del sector urbano de la ciudad de Loja a amenazas relacionadas con la presencia de industrias de productos químicos peligrosos y de combustibles*[Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional digital, Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5330>
- Manuel Bestratén Belloví, E. T. (2019). *Explosiones Bleve*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_293.pdf/ea4f0605-43a9-4207-b54b-870440eb6206#:~:text=Una%20BLEVE%20es%20un%20tipo,de%20un%20l%C3%ADquido%20en%20ebullici%C3%B3n%22.
- Maya Gas. (15 de Abril de 2020). *¿Cuántos litros de gas tiene un tanque de 20 kilos?* Obtenido de <https://mayagas.mx/2020/04/15/tanque-de-20-kilos-en-litros/>
- Morles, V. (2011). Guía para la elaboración y evaluación de proyectos de investigación. *Revista de Pedagogía, XXXII*(91), 131-146. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/659/65926549008.pdf>
- Primicias. (12 de Enero de 2020). *La demanda de gas licuado de petróleo subió 3,5% en 2019*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/demanda-gas-licuado-petroleo-subio-2019/>
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos SNGR. (2018). *GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE-GESTI%C3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf#:~:text=Vulnerabilidad%3A%20Condiciones%20determinadas%20por%20factores,reducci%C3%B3n%20del%20>
- Secretaría General de Seguridad y Gobernabilidad DMQ. (Octubre de 2020). *Informe sobre explosión ocurrida el 10 de octubre del 2020 en la Parroquia de Cumbayá*. Obtenido de http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Comisiones%20del%20Concejo%20Metropolitano/Seguridad,%20Convivencia%20Ciudadana%20y%20Gesti%C3%B3n%20de%20Riesgos/2020/2020-10-21/2.%20Documentos%20para%20tratamiento/3.%20Punto/info
- Secretaría general de planificación del Municipio de Quito. (2021). *Gobierno Abierto*. Obtenido de http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/?page_id=1122

- Secretaria Nacional de Gestion de Riesgos. (s.f.). *Los tanques de gas, asesinos silenciosos*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/sgr-cuida-de-ti-los-tanques-de-gas-asesinos-silenciosos/>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NTE INEN 1534, Segunda Revision 2015-12*. Obtenido de PREVENCIÓN DE INCENDIOS. ALMACENAJE DE CILINDROS PARA GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP). REQUISITOS: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-1534-PREVENCI%C3%93N-DE-INCENDIOS.-ALMACENAJE-DE-CILINDROS-PARA-GAS-LICUADO-DE-PETROLEO-GLP.-REQUISITOS.pdf?x42051>
- Vazconez, D., Ayabaca, C., Celi, S., & Rocha, J. C. (2018). El riesgo en el almacenamiento de GLP en el Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 19-29. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/322989129_El_riesgo_en_el_almacenamiento_de_GLp_en_el_Ecuador_The_risk_of_LPG_storage_in_Ecuador
- Venegas Vásconez, D. A. (2019). Análisis del almacenamiento en sistemas de gas licuado de petróleo. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 16.
- Yague, R. (2009). *Separacion de residuos contaminantes en el gas LP [Tesis de Maestria , Instituto Politécnico Nacional]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8135/SEPRESID.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zulema. (3 de Mayo de 2008). *Tipos de diseño segun Sampieri*. Obtenido de <http://e-portafoliodezulema.blogspot.com/2008/05/tipos-de-diseo-segn-sampieri.html>

Anexos.**Anexo A. Ejemplos de centros de acopio y centros de distribución dentro del DMQ**

NOMBRE DEL LOCAL/REPRESENTANTE	RUC	PARROQUIA	DIRECCIÓN	ORDEN	CANTIDAD (KG)	M3
RAMOS REDROBAN JONY ILIAN	1711371607001	TURUBAMBA	BARRIO VICTORIA BAJA CALLE ES63 # E1-100 Y PANAMERICANA SUR	ACOPIO 1	37500	69,444444
GAS T	1700488669001	SOLANDA	PIEDRAS Y MORO MORO	ACOPIO 2	40500	75
COMPANIA NACIONAL DE GAS CONGAS C.A	1790273482001	SOLANDA	CUSUBAMBA Y PANAMERICANA SUR	ACOPIO 3	37500	69,444444
SUMASER S.A.	992479450001	LA ARGELIA	MALDONADO S15-229 Y PUNGALA	ACOPIO 4	32250	59,722222
AVILA ALBUJA ROSA PIEDAD	1710187111001	SOLANDA	LLACAO Y CUSUBAMBA	ACOPIO 5	35000	64,814815
PRADO CARRILLO JOSE LUIS ALBERTO	1700679895001	JIPUJAPA	GUARUMOS N. E8-90 Y 6 DE DICIEMBRE	ACOPIO 6	27054	50,1
DI GAS - GALLEGOS GALLEGOS FELIX HERNANDEZ	1704298726001	KENNEDY	CALLE JOAQUIN SUMAITA N49-52 Y DE LOS CAPULIES	ACOPIO 7	27216	50,4
AGUA PAIS	992770597001	PONCEANO	AV. DIEGO DE VASQUEZ N77-970 Y CALLE SEPTIMA	ACOPIO 8	34500	63,888889
CEDEDI OCCIDENTAL	1792358167001	CONDADO - MENA DEL HIERRO	PURUANTA 210 Y JUAN PROCEL	ACOPIO 9	3300	6,111111
					274820	

Anexo C. Codificación de sectores urbanos INEC, ejemplo parroquia Quitumbe.

PARROQUIA	BARRIO	dpa_sector	dpa_zona	tot_hogare	tot_vivien	hombre	mujer	total	densidad_p	ha	km2	Densidad hab/km2
QUITUMBE	EJERCITO NACIONAL	170150386006	170150386	122	109	206	202	408	80,4502305	5,07145843	0,050714584	8045,02305
	EJERCITO NACIONAL	170150386007	170150386	163	157	291	276	567	205,213205	2,76298009	0,027629801	20521,32054
	EJERCITO NACIONAL	170150387004	170150387	155	140	257	253	510	137,573533	3,70710841	0,037071084	13757,35327
	EJERCITO NACIONAL	170150387005	170150387	90	76	129	134	263	126,929365	2,07201856	0,020720186	12692,9365
	EJERCITO NACIONAL	170150387006	170150387	127	110	202	223	425	139,698428	3,0422676	0,030422676	13969,84277
	PUEBLO SOLO PUEBLO	170150388003	170150388	93	88	168	146	314	308,117734	1,01909097	0,010190909	30811,77342
	PUEBLO SOLO PUEBLO	170150388004	170150388	116	116	180	192	372	178,449007	2,08462914	0,020846291	17844,90066
	PUEBLO SOLO PUEBLO	170150389004	170150389	90	90	226	206	432	301,002132	1,43520578	0,014352058	30100,21315
	PUEBLO SOLO PUEBLO	170150389005	170150389	146	131	261	280	541	354,020447	1,52816032	0,015281603	35402,04474
	PUEBLO SOLO PUEBLO	170150389006	170150389	146	142	313	306	619	364,489049	1,69826776	0,016982678	36448,90492
	PUEBLO SOLO PUEBLO	170150389009	170150389	108	100	229	232	461	325,539189	1,41611215	0,014161121	32553,91894
	PACARILLACTA	170150394001	170150394	108	18	27	19	46	1,08146513	42,5348896	0,425348896	1081,465131
	PACARILLACTA	170150394004	170150394	116	78	136	162	298	77,6518795	3,83764053	0,038376405	7765,187954
	PACARILLACTA	170150394005	170150394	125	91	156	161	317	76,9532805	4,11938254	0,041193825	7695,328054
	MUYULLACTA	170150394006	170150394	126	102	186	186	372	65,5496316	5,67508911	0,056750891	6554,963167
	AYMESA	170150395004	170150395	109	98	139	158	297	194,096177	1,53016924	0,015301692	19409,61777
	AYMESA	170150395008	170150395	145	140	264	242	506	265,193592	1,90804007	0,019080401	26519,35918
	AYMESA	170150395009	170150395	152	137	245	253	498	242,502402	2,0535879	0,020535879	24250,24022
	AYMESA	170150396001	170150396	156	137	230	252	482	267,763956	1,80009292	0,018000929	26776,39556
	AYMESA	170150396006	170150396	124	113	227	212	439	240,332185	1,82663841	0,018266384	24033,21846
	SIN NOMBRE	170150403002	170150403	66	56	130	99	229	22,7601724	10,0614352	0,100614352	2276,017238
	PUEBLO UNIDO	170150403005	170150403	119	112	217	219	436	101,661513	4,28874201	0,04288742	10166,15125
	PUEBLO UNIDO	170150403006	170150403	94	78	150	165	315	130,965877	2,40520666	0,024052067	13096,58774
	PUEBLO UNIDO	170150403007	170150403	150	129	229	238	467	119,630345	3,90369182	0,039036918	11963,03455
	PUEBLO UNIDO	170150403008	170150403	101	85	146	162	308	184,993863	1,6649201	0,016649201	18499,38633
	PUEBLO UNIDO	170150403009	170150403	134	98	176	186	362	265,944984	1,36118379	0,013611838	26594,49839
	PUEBLO UNIDO	170150404010	170150404	97	94	164	176	340	295,57553	1,1502982	0,011502982	29557,55299
	SAN MARTIN	170150405005	170150405	72	64	132	117	249	46,0907869	5,40238119	0,054023812	4609,07869
	SAN MARTIN	170150405007	170150405	108	93	184	194	378	55,252127	6,80772868	0,068077287	5525,212703
	SAN MARTIN	170150405008	170150405	148	123	235	250	485	55,6728225	8,71161148	0,087116115	5567,282254
	SAN MARTIN	170150405009	170150405	73	62	119	133	252	63,3815179	3,97592245	0,039759225	6338,15179
	SAN MARTIN	170150405010	170150405	96	77	155	171	326	59,9147218	5,44106674	0,054410667	5991,472176
	SAN MARTIN	170150406003	170150406	88	83	163	157	320	18,9106118	16,9217159	0,169217159	1891,061179
	SAN MARTIN	170150406004	170150406	88	81	157	160	317	54,7130697	5,79386245	0,057938625	5471,306968
	SAN MARTIN	170150406009	170150406	117	92	163	193	356	54,1486453	6,57449505	0,06574495	5414,864526
	CIUDAD FUTURA	170150406010	170150406	74	66	126	152	278	31,4320714	8,84446959	0,088444696	3143,207144
	TREBOLES EL SUR	170150407006	170150407	87	82	174	160	334	40,1448936	8,31911662	0,083191166	4014,848936
	TREBOLES EL SUR	170150407007	170150407	171	153	300	310	610	131,128054	4,65194123	0,046519412	13112,80538
	CIUDAD FUTURA	170150407009	170150407	99	88	181	179	360	117,269314	3,06985679	0,030698568	11726,93141
	CIUDAD FUTURA	170150409001	170150409	119	97	206	184	390	115,976355	3,36275442	0,033627544	11597,63549
	CIUDAD FUTURA	170150409005	170150409	75	63	138	128	266	117,822547	2,25763241	0,022576324	11782,25466
	CIUDAD FUTURA	170150409008	170150409	64	48	87	107	194	17,9202764	10,8257259	0,108257259	1792,027641
	CIUDAD FUTURA	170150409009	170150409	121	96	208	215	423	14,4482681	29,2768653	0,292768653	1444,826814

Anexo D. Indicadores tomados para el desarrollo del IVEXGLP según su dimensión.

DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA							
FACTOR	NÚMERO DE INDICADOR	INDICADOR	ABREV.	UNIDAD DE MEDIDA	INCIDENCIA SOBRE LA VULNERABILIDAD	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	FUENTE DE INFORMACIÓN
EXPOSICIÓN	1	Total de la población posiblemente afectada por zona dentro de la parroquia urbana censo 2010	I1	hab.	La población total permite ponderar el resto de indicadores dentro de las dimensiones socioeconómicas y demográficas	Sumatoria de la población que se encuentra dentro de los radios de afectación	INEC CENSO 2010
	2	Densidad de la población	I2	(hab/km2)	La densidad poblacional da la pauta para analizar el comportamiento del resto de indicadores dentro de las zonas de análisis frente a los efectos de una explosión	(Número de habitantes / área)*100	
FRAGILIDAD	3	Población mayores de 60 años	I3	Porcentaje	Grupo étnico, el cual debido a su condición de dependencia tienen mayor vulnerabilidad ante los efectos de una explosión Parte de la población que debido a su condición étnica sufren de discriminación y restricciones entre otros derechos, al acceso a los sistemas de Población que debido a su discapacidad física y/o intelectual se vuelven dependientes lo que aumenta su vulnerabilidad ante los efectos de una explosión	(Total de la población mayor a 60 años / población total)*100	INEC CENSO 2010
	4	Población menores de 15 años	I4			(Total de la población mayor a 15 años / población total)*100	
	5	Población indígena	I5			(Total de la población indígena / población total)*100	
	6	Población negra	I6			(Total de la población negra / población total)*100	
	7	Población montubia	I7			(Total de la población montubia / población total)*100	
	8	Población con discapacidad visual	I8			(Total de la población con discapacidad visual / población total)*100	
	9	Población con discapacidad mental	I9			(Total de la población con discapacidad mental / población total)*100	
	10	Población con discapacidad motora	I10			(Total de la población con discapacidad motora / población total)*100	
RESILIENCIA	11	Población con acceso a vivienda a través de caminos pavimentados o de concreto.	I11	Porcentaje	Las características de las vías de acceso y salida de las viviendas de la población determinan la capacidad de resiliencia ante los efectos de una explosión	(Total de la población con acceso a vivienda a través de caminos pavimentados o de concreto / población total)*100	INEC CENSO 2010
	12	Población con acceso a viviendas a través de caminos empedrados	I12			(Total de la población con acceso a vivienda a través de caminos empedrados / población total)*100	
	13	Población con acceso a viviendas a través de caminos de tierra	I13			(Total de la población con acceso a vivienda a través de caminos de tierra / población total)*100	

DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA							
FACTOR	NÚMERO DE INDICADOR	INDICADOR	ABREV.	UNIDAD DE MEDIDA	INCIDENCIA SOBRE LA VULNERABILIDAD	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	FUENTE DE INFORMACIÓN
EXPOSICIÓN	14	Población por nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas	I14	Porcentaje	La pobreza de la población representa uno de los factores más incidentes sobre la vulnerabilidad ante los efectos de una explosión, debido a la gran cantidad de limitaciones que esta genera	(Población por nivel de pobreza según necesidades básicas insatisfechas / población total)* 100	INEC CENSO 2010
	15	Población desocupada	I15		La falta de actividad de la población, entre otras consecuencias, limita la posibilidad de obtener ingresos económicos, que permitan afrontar las consecuencias y efectos de una explosión	(Población desocupada / población total)* 100	
	16	Población analfabeta	I16		Condición social que determina discriminación y limitaciones a los derechos universales	(Población analfabeta / población total)* 100	
	17	Hogares por nivel de pobreza según Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	I17		La pobreza de los hogares es directamente proporcional a la vulnerabilidad ante los efectos de una explosión	(Hogares por nivel de pobreza según Necesidades Básicas Insatisfechas / total de hogares)*100	
FRAGILIDAD	18	Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por tipo del material débil predominante del techo o cubierta	I18	Porcentaje	Las condiciones estructurales de las viviendas ocupadas de manera constante por personas permiten aumentar o disminuir la vulnerabilidad ante los efectos de una explosión debido a la capacidad de resistencia y seguridad para los habitantes de las mismas	(Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por tipo del material débil predominante del techo o cubierta / total de viviendas)*100	INEC CENSO 2010
	19	Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado del piso	I19			(Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por tipo del material débil predominante del techo o cubierta / total de viviendas)*100	
	20	Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado de las paredes exteriores	I20			(Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado de las paredes exteriores / total de viviendas)*100	
	21	Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por material débil predominante de las paredes exteriores	I21			(Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por material débil predominante de las paredes exteriores / total de viviendas)*100	
	22	Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado de techo	I22			(Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por mal estado de techo / total de viviendas)*100	
RESILIENCIA	23	Personas que no aportan al seguro	I23	Porcentaje	La falta de algún tipo de seguro de la población disminuye la capacidad de resiliencia ocasionando un aumento de vulnerabilidad ante los efectos de una explosión	(Personas que no aportan al seguro / total de la población)*100	INEC CENSO 2010
	24	Personas sin ningún tipo de preparación académica	I24		Parte de la población que debido a su falta de preparación académica, están expuestos a discriminación y restricciones de sus derechos	(Personas sin ningún tipo de preparación académica / total de la población)*100	

Anexo F. Matriz de doble entrada, dimensión demográfica y socioeconómica parroquia de Quitumbe.

DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA															
PESO DEL INDICADOR															
INDICADOR	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	PROMEDIO	PESO W
I1	1	0,554187011	-0,112147	-0,410915	-0,09112	0,1342896	0,1471864	-0,388743	0,3372276	0,1950194	-0,344268	-0,258063	-0,241112	0,040118648	0,038931176
I2	0,554187	1	-0,053416	-0,521619	-0,275639	0,1471064	0,4979504	-0,133247	0,4902196	0,0599009	-0,00425	-0,420658	-0,540748	0,061214504	0,059402617
I3	-0,112147	-0,053415812	1	-0,196002	-0,184718	0,0247829	0,2844199	0,0464393	0,089146	0,2203149	-0,044342	0,1028856	-0,123114	0,081096069	0,078695707
I4	-0,410915	-0,521618966	-0,196002	1	0,5144351	0,0424047	-0,339775	0,1222056	-0,185681	0,2759999	-0,023237	0,1843106	0,5864177	0,080626421	0,07823996
I5	-0,09112	-0,275639496	-0,184718	0,5144351	1	-0,035536	-0,11186	0,1141956	-0,043343	0,0935756	0,1626178	-0,007847	0,1576313	0,099414761	0,096472184
I6	0,1342896	0,147106437	0,0247829	0,0424047	-0,035536	1	-0,011935	0,0130585	0,1160644	0,198152	0,0820441	-0,109512	-0,135579	0,112718428	0,109382076
I7	0,1471864	0,497950392	0,2844199	-0,339775	-0,11186	-0,011935	1	-0,119628	0,2494829	-0,004514	-0,045706	-0,080336	-0,401655	0,081817645	0,079394925
I8	-0,388743	-0,133246509	0,0464393	0,1222056	0,1141956	0,0130585	-0,119628	1	0,1165758	-0,037864	0,6620438	-0,193524	-0,061846	0,087666719	0,085071873
I9	0,3372276	0,49021956	0,089146	-0,185681	-0,043343	0,1160644	0,2494829	0,1165758	1	0,3900149	-0,059429	-0,23485	-0,172068	0,161027761	0,156261502
I10	0,1950194	0,059900857	0,2203149	0,2759999	0,0935756	0,198152	-0,004514	-0,037864	0,3900149	1	-0,428105	-0,01329	0,365288	0,177699429	0,172439706
I11	-0,344268	-0,004249718	-0,044342	-0,023237	0,1626178	0,0820441	-0,045706	0,6620438	-0,059429	-0,428105	1	-0,302572	-0,418015	0,018213933	0,017674819
I12	-0,258063	-0,420657699	0,1028856	0,1843106	-0,007847	-0,109512	-0,080336	-0,193524	-0,23485	-0,01329	-0,302572	1	0,3468964	0,001033931	0,001003328
I13	-0,241112	-0,540747501	-0,123114	0,5864177	0,1576313	-0,135579	-0,401655	-0,061846	-0,172068	0,365288	-0,418015	0,3468964	1	0,027853565	0,027029128
TOTAL	0,5215424	0,795788555	1,0542489	1,0481435	1,2923919	1,4653396	1,0636294	1,1396673	2,0933609	2,3100926	0,2367811	0,0134411	0,3620963	1,030501812	1

DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA													
PESO DEL INDICADOR													
INDICADOR	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	PROMEDIO CORRELACIÓN	PESO W
I14	1	0,34366933	0,65172988	0,93880905	0,72606542	0,64069631	0,49388426	0,43137639	0,49603831	0,09640504	0,65514467	0,58852897	0,1085941
I15	0,343669335	1	0,12165634	0,25703349	0,37652274	0,13144849	0,28024952	0,11210462	0,2343758	0,13098977	0,19679759	0,289531608	0,05342375
I16	0,651729878	0,12165634	1	0,63523658	0,57271817	0,67748557	0,28334767	0,38222223	0,46484967	0,41362353	0,92775827	0,55732981	0,1028373
I17	0,938809052	0,25703349	0,63523658	1	0,6701843	0,61698478	0,45713711	0,43177361	0,51134794	0,13968659	0,562219	0,565492042	0,10434337
I18	0,726065425	0,37652274	0,57271817	0,6701843	1	0,71943334	0,54056631	0,33879016	0,7136328	0,33449924	0,58236242	0,597706809	0,11028757
I19	0,640696314	0,13144849	0,67748557	0,61698478	0,71943334	1	0,54056631	0,33879016	0,7136328	0,33449924	0,58236242	0,572354493	0,10560962
I20	0,493884262	0,28024952	0,28334767	0,45713711	0,54056631	0,54056631	1	0,342398	0,56349051	0,29376606	0,3100353	0,464131004	0,08564045
I21	0,431376389	0,11210462	0,38222223	0,43177361	0,33879016	0,33879016	0,342398	1	0,38658506	0,08912325	0,37304286	0,384200576	0,07089186
I22	0,49603831	0,2343758	0,46484967	0,51134794	0,7136328	0,7136328	0,56349051	0,38658506	1	0,35048453	0,41331282	0,531613657	0,09809221
I23	0,096405042	0,13098977	0,41362353	0,13968659	0,33449924	0,33449924	0,29376606	0,08912325	0,35048453	1	0,38446915	0,324322401	0,05984327
I24	0,655144667	0,19679759	0,92775827	0,562219	0,58236242	0,58236242	0,3100353	0,37304286	0,41331282	0,38446915	1	0,544318591	0,10043649
TOTAL	6,473818671	3,18484769	6,13062791	6,22041246	6,5747749	6,29589942	5,10544104	4,22620634	5,84775023	3,56754641	5,9875045	5,419529961	1

Anexo G Cuadro resumen de la dimensión demográfica y dimensión socioeconómica parroquia Quitumbe.

DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA														
EXPOSICIÓN		FRAGILIDAD								RESILIENCIA				
Población total por zona dentro de la parroquia urbana censo 2010	Densidad de la población por zona (hab/km ²)	Población mayores de 60 años.	Población menores de 15 años	Población indígena	Población negra	Población montubia	Población discapacidad visual	Población discapacidad mental	Población discapacidad motora	Población con acceso a vivienda a través de de caminos pavimentados o de concreto.	Población con acceso a viviendas a través de caminos empedrados	Población con acceso a viviendas a través de caminos de tierra		
I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	TOTAL	
CORRELACIÓN	0.040118648	0.061214504	0.081096069	0.080626421	0.099414761	0.112718428	0.081817645	0.087666719	0.161027761	0.177699429	0.018213933	0.00103393	0.02785357	1,03050181
PONDERACIÓN	0.038931176	0.059402617	0.078695707	0.07823996	0.096472184	0.109382076	0.079395925	0.085071873	0.156261502	0.172439706	0.017674819	0.00100333	0.02702913	1

DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA												
EXPOSICIÓN		FRAGILIDAD								RESILIENCIA		
I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	TOTAL	
CORRELACIÓN	0.58852897	0.28953161	0.55732981	0.56549204	0.59770681	0.57235449	0.464131	0.38420058	0.53161366	0.3243224	0.54431859	5,41952996
PONDERACIÓN	0.1085941	0.05342375	0.1028373	0.10434337	0.11028757	0.10560962	0.08564045	0.07089186	0.09809221	0.05984327	0.10043649	1

RESUMEN PONDERACIONES POR COMPONENTE			
DIEMENSIÓN	SUMA DE CORRELACIONES	PONDERACIÓN ESTADÍSTICA %	
DEMOGRÁFICA	1.030501812	15.97669357	0.15976694
SOCIOECONÓMICA	5.419529961	84.02330643	0.84023306
TOTAL	6.450031772	100	1

Anexo H. Índice de vulnerabilidad ante explosiones IVEXGLP parroquia Quitumbe.

PARROQUIA QITUMBE																									
DIMENSIÓN		DEMOGRÁFICA											SOCIOECONÓMICA												
FACTOR	EXPOSICIÓN		FRAGILIDAD							RESILIENCIA				EXPOSICIÓN				FRAGILIDAD				RESILIENCIA			
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	
PESO w	0,03893	0,0594	0,0787	0,07824	0,09647	0,10938	0,0794	0,08507	0,15626	0,17244	0,01767	0,001	0,02703	0,10859	0,05342	0,10284	0,10434	0,11029	0,10561	0,08564	0,07089	0,09809	0,05984	0,10044	
NORMALIZADO	3,82212	2,87061	3,96449	6,34882	2,45887	3,97122	3,81772	3,25497	3,99664	4,49733	3,39838	2,69017	4,7524	4,6299	4,5175	3,32932	4,64364	4,17257	4,25341	3,39854	1,99839	4,60709	4,01077	4,00758	
IVIND	0,1488	0,17052	0,31199	0,49673	0,23721	0,43438	0,30311	0,27691	0,62452	0,77552	0,06007	0,0027	0,12845	0,50278	0,24134	0,34238	0,48453	0,46018	0,4492	0,29105	0,14167	0,45192	0,24002	0,40251	
IVPD	0,397090822											0,400758415													
IVPR	DEMO	SOCIO																							
	0,06344	0,33673			IVEXGLP	0,40017	40,0172	%																	

Anexo I. IVEXGLP y clasificación por parroquias urbanas DMQ.

No.	Parroquia	IVEXGLP	CLASIFICACION
1	Belisario Quevedo	0,462733517	MEDIO
2	Centro Histórico	0	MUY BAJO
3	Carcelen	0,428731677	MEDIO
4	Chilibulo	0,409829914	MEDIO
5	Chillogallo	0,303233225	BAJO
6	Chimbacalle	0,456851033	MEDIO
7	Cochapamba	0,44610107	MEDIO
8	Comité del Pueblo	0,411325785	MEDIO
9	Concepción	0	MUY BAJO
10	Condado	0,329004994	BAJO
11	Cotocollao	0,449366896	MEDIO
12	Ferrovial	0,424238442	MEDIO
13	Guamani	0,316067292	BAJO
14	Iñaquito	0,5	MEDIO
15	Itchimbia	0,49478372	MEDIO
16	Jipijapa	0,37032577	BAJO
17	Kennedy	0,312043388	BAJO
18	La Argelia	0,36405386	BAJO
19	La Ecuatoriana	0,252567472	BAJO
20	La Libertad	0,40913366	MEDIO
21	La Magdalena	0,479339449	MEDIO
22	La Mena	0,340083393	BAJO
23	Mariscal Sucre	0,454975483	MEDIO
24	Ponceano	0,364168304	BAJO
25	Puengasí	0,378831264	BAJO
26	Quitumbe	0,400172455	MEDIO
27	Rumipamba	0	MUY BAJO
28	San Bartolo	0,376122346	BAJO
29	San Isidro del Inca	0,380477552	BAJO
30	San Juan	0,433657501	MEDIO
31	Solanda	0,289798439	BAJO
32	Turubamba	0,443938859	MEDIO