

**RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES SOCIALES Y AMBIENTALES CON EL
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

CARLOS ANDRES REALES CORREDOR

JOSE LUIS PEREZ ROJAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS**

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2015

**RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES SOCIALES Y AMBIENTALES CON EL
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

CARLOS ANDRES REALES CORREDOR

JOSE LUIS PEREZ ROJAS

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

GUILLERMO MEJIA AGUILAR

Ingeniero Civil, PHD

Codirector

GUSTAVO CHIO CHO

Ingeniero Civil, PHD

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

Dedico este triunfo principalmente a mi papá, por toda la confianza e incondicionalidad que me ha entregado toda la vida y por ser mi apoyo y ejemplo a seguir; y a los grandes amigos que siempre me acompañaron y me han brindado lo mejor de cada uno y de los cuales aprendo y admiro día tras día.

CARLOS ANDRES REALES CORREDOR

A mis padres que me dieron la mejor educación y se esforzaron por sacarme adelante, sin importar los malos tiempos siempre me apoyaron y me dieron fuerzas para salir adelante y poder escalar un peldaño más en mi vida, y un logro más, de los que espero lleguen más y que mis padres y hermano estén junto a mí en todo momento.

JOSE LUIS PEREZ ROJAS

AGRADECIMIENTOS

A Dios que le debo todo, a mi papá por su apoyo constante y es a quien pertenece este logro que hoy alcanzo, y los demás que vendrán.

A los profesores Guillermo Mejía y Gustavo Chio por guiarme y corregirme durante este proyecto de grado siempre con toda la dedicación y excelencia.

CARLOS ANDRES REALES CORREDOR

Quiero aprovechar este pequeño espacio para agradecer a todas y cada una de las personas que han ayudado para cumplir con este sueño, el cual no hubiera sido posible sin su ayuda incondicional.

En primer lugar quiero agradecer a mis padres y hermano, los cuales mediante su esfuerzo y dedicación se mantuvieron a mi lado siempre que fue necesario, colaborándome y ayudándome a salir adelante en esta meta. A los profesores Guillermo Mejía Aguilar y Gustavo Chío Cho, Director y Co-Director del proyecto de grado, ya que fueron de ayuda primordial para sacar adelante dicho proyecto. A todos mis familiares, los cuales me brindaron su apoyo y comprensión en mi recorrido por la universidad. A mi compañero de proyecto de grado Carlos Andrés Reales por su ayuda y aporte para llevar a cabo nuestro proyecto. Además a todos los profesores que hicieron parte del grupo educadores que ayudaron a formarme como persona y formarme como Ingeniero Civil.

A todos, muchas gracias.

JOSE LUIS PEREZ ROJAS

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	14
1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO	15
2 MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD SISMICA.....	18
Sistema estructural:	20
Calidad del sistema resistente:	20
Resistencia estructural:.....	21
Configuración en altura:.....	21
2.2 FACTORES SOCIALES.....	22
2.3 FACTORES AMBIENTALES	22
3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.1 OBJETIVOS Y ALCANCE.....	24
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS	25
3.4 MUESTRA	25
3.5 VARIABLES QUE INTERVINIERON EN EL ESTUDIO	26
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS	26
4 RESULTADOS	28
4.1 Parámetro 1: Sistema estructural.....	28

4.1.1 Factores que inciden en la predicción del sistema estructural de acuerdo al grado de significancia $\alpha = 0,2$	28
4.2 Parámetro 2: Calidad del sistema resistente.....	31
4.2.1 Factores que inciden en la predicción de la calidad del sistema resistente.....	31
4.3 Parámetro 3: Resistencia estructural	35
4.3.1 Factores que inciden en la predicción de la resistencia estructural	35
4.4 Parámetro 4: Configuración en altura	38
4.4.1 Factores que inciden en la predicción de la configuración en altura	38
5 DISCUSIÓN	44
6 CONCLUSIONES.....	46
7 RECOMENDACIONES	47
CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
BIBLIOGRAFÍA	50

LISTA DE FIGURAS

pág

FIGURA 1. COMUNAS DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA	16
FIGURA 2. MAPA BASE DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	17
FIGURA 3. PARÁMETROS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	18
FIGURA 4. FORMULARIO DE CARACTERÍSTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS.	19
FIGURA 5. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.....	28
FIGURA 6. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE.....	31
FIGURA 7. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL.....	35
FIGURA 8. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN EN ALTURA.....	38

LISTA DE TABLAS

pág

TABLA 1. PORCENTAJE DE VIVIENDAS ANALIZADAS POR BARRIO.	15
TABLA 2. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	29
TABLA 3. PROBABILIDADES DE SISTEMA ESTRUCTURAL DEFICIENTE.	30
TABLA 4. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	30
TABLA 5. PROBABILIDADES DE SISTEMA ESTRUCTURAL DEFICIENTE.	31
TABLA 6. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	32
TABLA 7. PROBABILIDADES DE CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE DEFICIENTE.	32
TABLA 8. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	33
TABLA 9. PROBABILIDADES DE CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE DEFICIENTE.	34
TABLA 10. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	34
TABLA 11. PROBABILIDADES DE CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE DEFICIENTE.	35
TABLA 12. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	36
TABLA 13. PROBABILIDADES DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEFICIENTE.	36
TABLA 14. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	37
TABLA 15. PROBABILIDADES DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEFICIENTE.	38
TABLA 16. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	39
TABLA 17. PROBABILIDADES DE CONFIGURACIÓN EN ALTURA DEFICIENTE.	39
TABLA 18. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	40
TABLA 19. PROBABILIDADES DE CONFIGURACIÓN EN ALTURA DEFICIENTE.	41
TABLA 20. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	41
TABLA 21. PROBABILIDADES DE CONFIGURACIÓN EN ALTURA DEFICIENTE.	42
TABLA 22. RESULTADO DEL ANÁLISIS, REGRESIÓN LOGÍSTICA.	42
TABLA 23. PROBABILIDADES DE CONFIGURACIÓN EN ALTURA DEFICIENTE.	43

RESUMEN

TÍTULO: RELACIÓN ENTRE LOS FACTORES SOCIALES Y AMBIENTALES CON EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA *.

AUTORES: CARLOS ANDRES REALES CORREDOR

JOSE LUIS PEREZ ROJAS **

PALABRAS CLAVE: Vulnerabilidad sísmica, factores sociales, factores ambientales.

El estudio de la vulnerabilidad sísmica en Colombia es relevante dada la cantidad de viviendas construidas mediante procesos auto constructivos, ignorando los requerimientos mínimos estructurales expuestos en la norma sismo resistente NSR 10. Por esta razón el presente estudio se propuso determinar relaciones entre los parámetros más influyentes del índice de vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería de arcilla cocida con factores sociales y ambientales de su entorno. Mediante modelos de regresión logística binomial realizados con ayuda de un software estadístico, el estudio analizó cuatro parámetros de vulnerabilidad sísmica (sistema estructural, calidad del sistema resistente, resistencia estructural y configuración en altura) en relación con factores sociales y ambientales de la comuna organizados en temáticas comunes (participación comunitaria, seguridad en el sector, movilidad, manejo de residuos y cuidado del medio ambiente). Los datos fueron obtenidos de un estudio realizado por el grupo de investigación INME de la UIS. Las viviendas analizadas corresponden a la comuna 14 de la ciudad de Bucaramanga. Los resultados preliminares muestran que hay evidencia estadística para insinuar que los factores sociales que describan la organización de la comunidad se relacionan con los parámetros de vulnerabilidad sísmica. La investigación se debe continuar con la aplicación de otro tipo de factores sociales, y la validación de las relaciones encontradas empleándolas en otro sector de la ciudad.

*Trabajo de grado en modalidad de investigación.

**Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil.

Director: Ing. Civil PHD. Guillermo Mejía Aguilar.

Codirector: Ing. Civil PHD. Gustavo Chio Cho.

ABSTRACT

TÍTULO: RELATIONSHIP BETWEEN THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL FACTORS WITH SEISMIC VULNERABILITY INDEX *.

AUTHOR: CARLOS ANDRES REALES CORREDOR

JOSE LUIS PEREZ ROJAS **

KEYWORDS: Seismic vulnerability, social factors, environmental factors.

The study of the seismic vulnerability in Colombia is in deed relevant. It is because of the number of homes built by using auto constructive processes which ignored the minimum structural requirements presented in the NSR-10 earthquake resistant standards. For this reason, this study aimed at determining relations among the most influential parameters in the seismic vulnerability rate with surrounding social and environmental factors for baked clay masonry homes. The analysis was carried out by using binomial logistic regression models with the help of a statistics software. The study considered four seismic vulnerability parameters (structural system, quality of the resistant system, structural resistance, configuration in heights) contrasted with social and environmental factor in the Comuna organized in common topics (community participation, security in the area, mobility, waste management and environmental care). The data was taken from a study carried out by UIS research group INME. The analyzed homes are located in the "Comuna 14" in Bucaramanga. The preliminar results show there are statistics evidence to insinuate that the social factors that describe the organization of the community are related to the seismic vulnerability parameters; However, Further research should be done with the application of other social factors, and the validity of the relations found in this study applied to other sector in the city.

*Work Degree.

**Physics Mechanical Engineering Faculty, Civil Engineering School.

Director: Civil Engineer, Ph. D. Guillermo Mejia Aguilar.

Co-director: Civil Engineer, Ph. D. Gustavo Chio Cho.

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad sísmica expresa el daño que puede sufrir un determinado tipo de estructura cuando se somete a una sollicitación sísmica de determinado nivel [1], la cual depende de las características y la calidad de sus elementos estructurales. La vulnerabilidad sísmica se cuantifica mediante índices propuestos por varios autores. Este índice permite hacer comparaciones entre estructuras, clasificándolas ante la acción un sismo [2].

En la actualidad es muy común en los países en desarrollo, como Colombia, encontrar edificaciones en mampostería que no son adecuadas o no siguen normativas sismo resistente, debido a diversas razones. Este tipo de edificaciones son las que más sufren cuando se presentan sismos debido a su mala calidad estructural.

Se podría pensar que la forma en que se organizan las personas, o los factores del entorno comunitario además de los aspectos ambientales tienen una relación con la calidad de las viviendas que habitan, pero no hay evidencia científica que ayude a demostrar o que corrobore dicha hipótesis, por lo tanto este proyecto consiste en encontrar la influencia entre algunas variables demográficas y ambientales con algunos parámetros utilizados para el cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica.

1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO

La zona objeto de este estudio es la comuna 14 (Morrórico) localizada al nororiente de la ciudad de Bucaramanga, (ver Figura 1). La comuna 14, está compuesta por los barrios El Diviso, Retiro Chiquito, Vegas de Morrórico, Morrórico, Albania, Buenos Aires, Buenavista y Miraflores, clasificados como estratos socioeconómicos 1 y 2.

En la siguiente tabla se puede observar el porcentaje total de viviendas analizadas por cada uno de los barrios de la comuna 14.

Tabla 1. Porcentaje de viviendas analizadas por barrio.

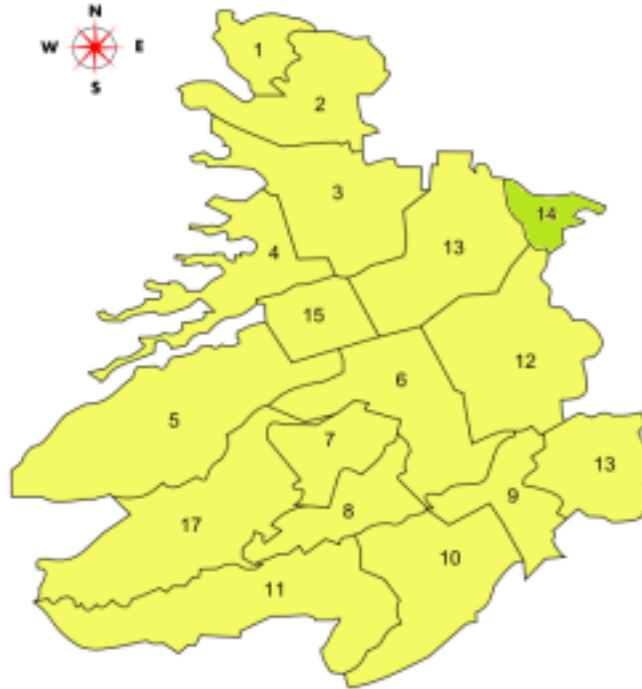
Barrio	Porcentaje de viviendas analizadas por barrio
Albania	13,08%
Buenavista	17,76%
Buenos Aires	11,21%
El Diviso	5,61%
Miraflores	25,23%
Morrórico	18,69%
Retiro Chiquito	4,67%
Vegas de Morrórico	3,74%
Total general	100%

La mayoría de las edificaciones en el sector son de uso residencial, y en algunas de las viviendas que existe algún negocio, los dueños son los mismos habitantes y propietarios de dicha vivienda [3].

En cuanto al proceso constructivo característico de la comuna 14, ninguna de las viviendas a las cuales se les aplicó el estudio han sido elaboradas por

constructoras, por el contrario fueron hechas mediante procesos autos constructivos en mampostería de ladrillo y en hormigón.

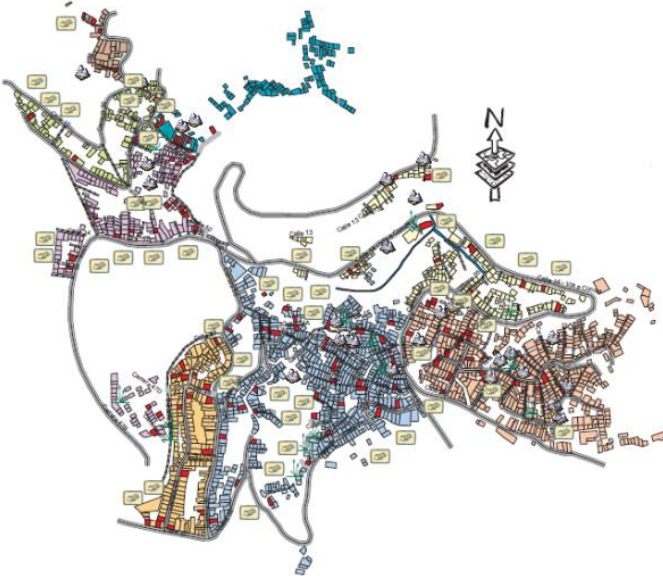
Figura 1. Comunas del municipio de Bucaramanga



Fuente: Tomada de la página web de la alcaldía de Bucaramanga. Disponible: [http://: www.bucaramanga.gov.co](http://www.bucaramanga.gov.co) [4].

Se puede observar el mapa de la zona de estudio, Comuna 14, con los respectivos barrios que la componen (ver Figura 2)

Figura 2. Mapa base de la zona de estudio



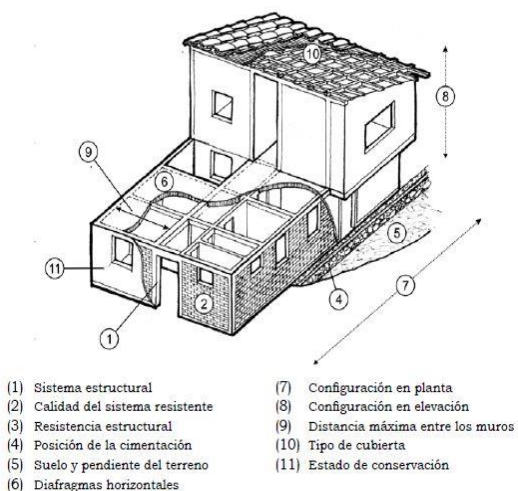
Fuente: Grupo INME UIS

2 MARCO TEÓRICO

2.1 PARÁMETROS DE VULNERABILIDAD SISMICA

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica se evalúa mediante un método sencillo, en el cual se identifican las características más relevantes e influyentes en el daño de una edificación ante la acción de un sismo, identificando 11 parámetros y su importancia con respecto a su aporte a la vulnerabilidad sísmica (ver Figura 3) [5].

Figura 3. Parámetros del índice de vulnerabilidad sísmica.



Fuente: E. Maldonado, G. Chío, I. Gómez [6]

Con base en la opinión de expertos se determinaron los parámetros más importantes, dichos parámetros de mayor importancia son los seleccionados para el presente estudio: el sistema estructural, la calidad del sistema resistente y la resistencia estructural [6]. Estos parámetros fueron los obtenidos de un formulario diligenciado de cada una de las viviendas de estudio, del cual se recopiló la información necesaria (ver Figura 4).

Figura 4. Formulario de características para la evaluación de los parámetros.

I. Organización del sistema resistente
Presentar vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas
Vigas o confinamiento sin columnas; o
Columnas sin vigas de confinamiento; o
Posee vigas y columnas de confinamiento pero no en todas las plantas
No posee confinamiento en ninguna de las plantas
II. Estado de conservación
Muros en buena condición, sin fisuras visibles
Muros que presentan fisuras no extendidas
Muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 3 mm de ancho o que presenten un estado mediocre de conservación
Muros que presenten un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o fisuras de más de 3 mm de ancho
III. Calidad del sistema resistente
Homogeneidad
Todas las unidades de mampostería dentro del muro son del mismo tipo, y posee dimensiones constantes y correcta colocación.
Existen dos tipos de unidades mampostería dentro del muro, o menos del 50% de las unidades tienen dimensiones diferentes o incorrecta colocación.
Existen tres tipos de unidades o más dentro de los muros, o más del 50% de las unidades del muro tienen dimensiones o incorrecta colocación.
Ligamento
Presencia de buen ligamento.
El mortero evidencia separación con las piezas de mampostería.
No existen juntas con mortero vertical u horizontal en algunas zonas del muro.
IV. Elementos No Estructurales
Ausencia de elementos no estructurales.
Existen estructuras en la parte superior de pequeña dimensión y de peso modesto. (Ej. Tanques elevados de plástico)
Edificación con balcones salidos menos de 1 m.
Existen estructuras en la parte superior de peso significativo (Ej. Tanques elevados de asbesto o concreto.)
Edificación con balcones salidos más de 1 m.
V. Diafragma Horizontal
Losa Maciza (Espesor entre 0.1m y 0.20 m.)
Losa aligerada (Espesor mayor de 0.20 m.)
Losa prefabricada (Sección tipo T)
Sin diafragma.
VI. Tipo de cubierta
Losa de concreto.
Liviana, con zinc o eternit.
Pesada con teja de barro.
VII. Datos Numéricos
Número de pisos.
Altura 1er piso (m).
VIII. Cimentación
La fundación está ubicada a una misma cota.
La diferencia máxima de las cotas de fundación es inferior a 1m.
La diferencia máxima de las cotas de fundación es superior a 1m.
IX. Entorno
Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

Fuente: E. Maldonado, G. Chío, I. Araujo [5]

Sistema estructural: Este parámetro se basa en la estimación de la eficacia de las viviendas de acuerdo a los elementos por los que está conformada la estructura, como elementos de confinamiento que permitirán un mejor comportamiento de la estructura ante la acción de un sismo, sin tener en cuenta el material usado en la construcción de la misma [7]. Se le asigna una variable y un coeficiente cuantitativo según:

A: (0): Edificación en mampostería confinada en todas las plantas.

B: (0): Edificación en mampostería reforzada en todas las plantas.

C: (0,5): Edificación en mampostería confinada pero no en todas las plantas.

D: (0,7): Edificación en mampostería que solo posee vigas de confinamiento sin columnas o columnas sin vigas de confinamiento.

E: (0,7): Edificación en mampostería que no posee vigas y columnas de confinamiento en ninguna de las plantas.

Calidad del sistema resistente: Estima la calidad de la mampostería usada en la vivienda, evaluando la homogeneidad del comportamiento del material, para de esta forma conocer la distribución de los esfuerzos en la estructura y poder predecir ciertos puntos débiles por donde podría ocurrir el fallo; se espera con este parámetro evaluar la calidad del material. Para la evaluación del parámetro se toman en cuenta 3 factores: la calidad del material, el ligamento de los elementos y la homogeneidad [7]. Y se describe y se le asigna un coeficiente cuantitativo de la siguiente forma:

A: (0): Mampostería de buena calidad, con piezas homogéneas y presencia de buen ligamento.

B: (0,3): Mampostería de buena calidad, con piezas no muy homogéneas y bien ligadas.

C: (0,5): Mampostería de baja calidad con piezas homogéneas o no muy homogéneas y bien ligadas.

D: (0,7): Mampostería de buena o baja calidad con piezas no homogéneas o mal ligadas.

Resistencia estructural: Se evalúa la posible resistencia que presenta la edificación ante cargas horizontales mediante la relación entre el cortante resistente y el cortante actuante. La calificación del parámetro se realiza mediante el coeficiente α que se halla mediante una relación entre el coeficiente sísmico C para evaluar el cortante resistente, y un coeficiente sísmico de referencia Z [7]. De acuerdo a la siguiente descripción, la edificación se evalúa y cuantifica de esta manera de:

A: (0): Edificación con un valor de $\alpha \geq 1$. (0)

B: (0,5): Edificación con un valor de α entre 0,6 y 1.

C: (0,7): Edificación con un valor de α entre 0,4 y 0,6.

D: (1): Edificación con un valor de $\alpha < 0,4$.

Configuración en altura: En este parámetro se evalúa la simetría entre la distribución de masas y la rigidez, se califica en función de una relación dM/M entre pisos sucesivos, siendo dM la variación de masa entre 2 pisos sucesivos y M la masa del piso más bajo [7].

Se califica y se le asigna un coeficiente cuantitativo de la siguiente forma:

A: (0): Edificación con $-dM/M < 10\%$ o edificaciones de un solo piso.

B: (0,3): $10\% \leq -dM/M < 20\%$.

C: (0,5): $-dM/M > 20\%$.

D: (0,7): $+dM/M > 0$.

2.2 FACTORES SOCIALES

Indicadores que definen el comportamiento de las personas que hacen parte de una comunidad, en este estudio tomaremos algunos factores comunitarios, los cuales hacen parte del ámbito social, que se obtuvieron de una encuesta aplicada a los habitantes del sector, con las siguientes preguntas:

¿Conoce la existencia de grupos de participación comunitaria?

¿Participa en algún grupo comunitario?

¿Ha participado en algún grupo comunitario?

Relaciones con los vecinos

Opinión sobre la junta de acción comunal.

Condiciones de seguridad en el barrio

¿Se siente usted seguro en el barrio?

Número de personas que circulan.

2.3 FACTORES AMBIENTALES

En este estudio se toman como factores ambientales a aquellos indicadores que dan información sobre el cuidado de los habitantes del sector con respecto al medio ambiente, y del manejo de los residuos. Se obtuvieron de una encuesta realizada al sector con el siguiente cuestionario:

¿Realiza canalización de aguas lluvias?

¿Realiza mantenimiento de caños y tuberías?

¿Existe alguna fuente acuífera superficial cercana?

¿Conoce la importancia de la cobertura vegetal?

¿Considera que existe una relación entre los fenómenos de remoción en masa y las practicas del no cuidado del medio ambiente?

3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente sección enuncia los objetivos y el alcance formulados para este estudio, describe el método de investigación, la unidad de análisis, la muestra, las variables involucradas y finalmente, las técnicas de análisis estadísticos diseñadas para lograr dichos objetivos.

3.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo principal de la investigación fue determinar en qué grado las variables demográficas y ambientales explican algunos componentes del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de mampostería. De manera específica el estudio propuso:

Determinar la relación entre las características del entorno social, comunitario y ambiental con la capacidad resistente.

Determinar la relación entre las características del entorno social, comunitario y ambiental con la organización del sistema resistente.

Determinar la relación entre las características del entorno social, comunitario y ambiental con la calidad del sistema resistente.

El alcance del presente proyecto abarca la recopilación, organización, análisis y procesamiento de la información a utilizar de las viviendas en mampostería de la comuna 14 del municipio de Bucaramanga así como de los 4 parámetros de vulnerabilidad sísmica (sistema estructural, calidad del sistema resistente, resistencia estructural y configuración en altura) definidos por la metodología propuesta por Maldonado, Chío y Gómez (2007); todos los datos tomados del 2010. Además la aplicación de modelos estadísticos para la obtención de las

relaciones enunciadas en los objetivos y el posterior análisis de los resultados de dichos modelos.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con el fin de cumplir los objetivos descritos, se implementó un estudio el cual consistió primeramente en la compilación de la información suministrada por el grupo INME de la Escuela de Ingeniería civil UIS, luego se tabularon los datos de vulnerabilidad sísmica y factores sociales y ambientales, y se definieron los variables de los factores sociales y ambientales a analizar.

3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis definida para este estudio es la vivienda. Toda la información recolectada, tanto de los parámetros de vulnerabilidad sísmica, como de los factores socio-ambientales, fue registrada por cada vivienda de la comuna 14 del municipio de Bucaramanga.

3.4 MUESTRA

La muestra que se tomó corresponde a información de 107 viviendas y habitantes de los barrios de la comuna 14 (Morrórico) del municipio de Bucaramanga y proviene de un proyecto adelantado por el grupo INME de la UIS en el año 2010, de tal proyecto se permitieron obtener datos de factores sociales y ambientales de las personas que habitan el sector y datos para la medición de los parámetros de vulnerabilidad sísmica.

3.5 VARIABLES QUE INTERVINIERON EN EL ESTUDIO

En el estudio intervinieron los 4 parámetros ya mencionados: el sistema estructural que estima la eficacia de la estructura, la calidad del sistema resistente que estima la calidad de la mampostería usada en la vivienda, la resistencia estructural que evalúa la posible resistencia de la estructura ante cargas horizontales y la configuración en altura que evalúa la simetría entre la distribución de masas y la rigidez, además de las variables sociales y ambientales que se agruparon según la información que aportaba cada variable: seguridad comunitaria, participación comunitaria, movilidad y transporte, y cuidado del medio ambiente.

3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS

Los análisis estadísticos utilizados en el estudio fueron realizados mediante un programa de análisis estadístico. Inicialmente, fue necesario filtrar y organizar la información a utilizar en tablas de Excel enlazando los factores sociales y ambientales con los parámetros de vulnerabilidad de cada vivienda.

Para tener una mejor distribución de datos se realizaron análisis de frecuencia por cada variable del estudio (parámetros de vulnerabilidad sísmica, factores sociales y ambientales). Luego, se utilizaron modelos lineales generales como el univariante, la regresión logística multinomial y la binomial, tomando la regresión logística binomial como modelo de análisis dado que proporcionaba un mejor ajuste, de la regresión logística binomial se seleccionaron los mejores modelos, eliminando los factores con respuestas no excluyentes y las viviendas construidas en hormigón; además de agrupar los factores sociales y ambientales teniendo en cuenta la temática de fondo o la información que suministra. El siguiente paso, luego de tener las variables disponibles en el software es aplicar el modelo lineal general (regresión logística binomial) con ayuda de un programa de análisis estadístico, filtrando las variables que más se ajusten al modelo teniendo en

cuenta su grado significancia en el modelo y su riesgo relativo OR y se establecen las ecuaciones de probabilidad con estas variables.

Un modelo de regresión con variable dependiente binomial (modelo de regresión logística) será un modelo que permita estudiar si dicha variable discreta depende o no, de otra u otras variables denominadas independientes [8].

El modelo de regresión logística binomial expresa la probabilidad de ocurrencia de un evento mediante la ecuación 1:

$$\Pi_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ji})}} \quad (1)$$

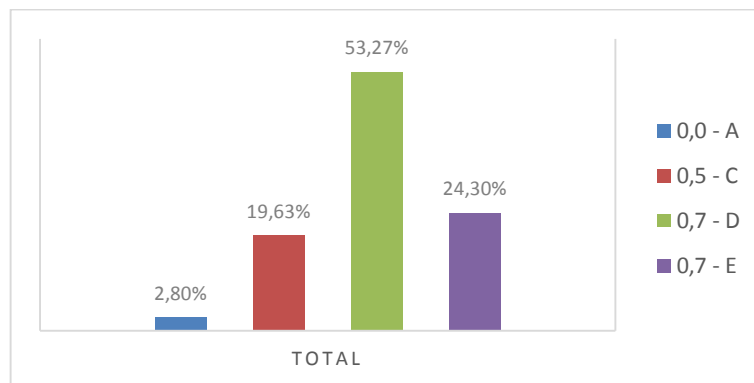
Donde k es el número de variables predictoras, β_0 es un coeficiente constante, β_j es el coeficiente de la variable predictora j y X_{ji} es el valor de la variable predictora j en el caso i. En caso de que Π_i sea mayor de 0,5 se asume que el evento se produce y si es menor a 0,5 que no se produce [9].

4 RESULTADOS

En esta sección se describen los resultados del estudio, primero describiendo a nivel de comuna, las frecuencias de las categorías de cada parámetro de vulnerabilidad tomado como variable dependiente (variable a predecir), luego los resultados de la prueba general del modelo (omnibus), los coeficientes de cada una de las variables, los riesgos relativos (OR), el R cuadrado de Cox y Snell, y finalmente los respectivos análisis de frecuencia de las variables predictoras.

4.1 Parámetro 1: Sistema estructural

Figura 5. Análisis de frecuencia del sistema estructural.



Se observa que el mayor porcentaje de la muestra corresponde a viviendas con una respuesta D: 53,27% y E: 24,3% que indican una evaluación deficiente del sistema estructural en 77,6 % del total.

4.1.1 Factores que inciden en la predicción del sistema estructural de acuerdo al grado de significancia $\alpha = 0,2$

En la predicción del sistema estructural intervienen los siguientes factores:

P.4.2.2.2 ¿Ha participado de algún grupo comunitario?

P.4.4.2.B Opinión JAC

4.1.1.1 Análisis Opinión Junta de acción comunal

Tabla 2. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	Gl	Sig.
Paso 1	Paso	4,274	1	0,039
	Bloque	4,274	1	0,039
	Modelo	4,274	1	0,039

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	109,637 ^a	0,039	0,06

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.4.2.B(1)	1,068	0,549	3,783	1	0,052	2,911
Constante	0,906	0,272	11,099	1	0,001	2,474

El modelo de regresión planteado para el parámetro 1 indicó que es estadísticamente significativo ($p < 0,05$), con una capacidad de explicación del 4% ($R^2 = 0,039$) de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

El modelo final está dado por la siguiente ecuación de probabilidad 2:

$$\Pi_{p1} = \frac{1}{1 + e^{-(0,906 + 1,084(P.4.4.2.B))}} \quad (2)$$

Los resultados esperados con la ecuación se muestran a continuación:

Tabla 3. Probabilidades de sistema estructural deficiente.

Opinión sobre Junta de acción comunal	Probabilidad
Buena	87,8%
No Buena	71,2%

La presente tabla nos indica que con una opinión favorable de la junta de acción comunal la probabilidad de un sistema estructural deficiente es más elevada.

4.1.1.2 Análisis Opinión Junta de acción comunal y haber participado en algún grupo comunitario

Tabla 4. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	2,184	1	0,139
	Bloque	2,184	1	0,139
	Modelo	6,459	2	0,04

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	107,453 ^a	0,059	0,089

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.4.2.B(1)	1,2	0,566	4,491	1	0,034	3,32
P4.2.2.2(1)	-0,801	0,536	2,24	1	0,134	0,449
Constante	1,083	0,304	12,681	1	0	2,953

La significancia del modelo se observa $p < 0,05$.

R cuadrado de Cox y Snell indica un 5,9% de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

La ecuación de probabilidad 3 es:

$$\Pi_{p1} = \frac{1}{1 + e^{-(1,083 + 1,2(P.4.4.2.B) - 0,801(P.4.2.2.2))}}$$

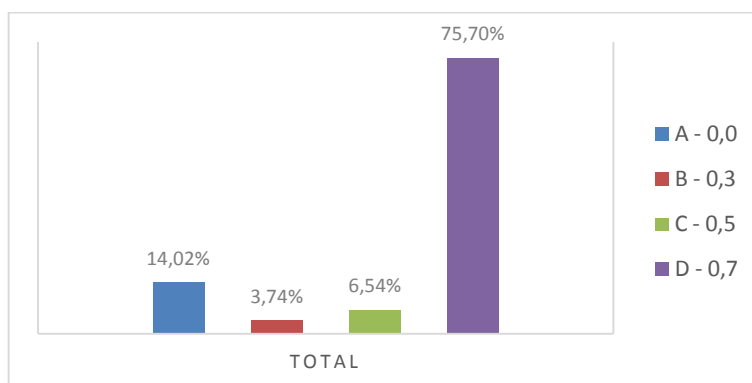
(3)

Tabla 5. Probabilidades de sistema estructural deficiente.

¿Ha participado en algún grupo comunitario?	Opinión sobre Junta de acción comunal	Probabilidad
Si	Buena	81,8%
No	Buena	90,7%
Si	No buena	57%
No	No buena	74,7%

4.2 Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Figura 6. Análisis de frecuencia de la calidad del sistema resistente.



En este análisis se observa un porcentaje para C: 6,54% y D: 75,7% lo que indica un 82,2% de las viviendas estudiadas con una evaluación negativa en la calidad del sistema resistente.

4.2.1 Factores que inciden en la predicción de la calidad del sistema resistente

En la predicción de la calidad del sistema resistente intervienen los siguientes factores:

P.4.1.2 ¿Se siente seguro en el barrio?

P.4.4.2.B Opinión JAC

P.5.3.2 Fuente acuífera superficial cercana

4.2.1.1 Análisis Opinión Junta de acción comunal

Tabla 6. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	3,124	1	0,077
	Bloque	3,124	1	0,077
	Modelo	3,124	1	0,077

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	96,961 ^a	0,029	0,047

		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a	P4.4.2.B(1)	1,001	0,603	2,757	1	0,097	2,721
	Constante	1,224	0,294	17,359	1	0	3,4

El modelo de regresión planteado para el parámetro 2 indicó que es estadísticamente significativo ($p < 0,1$), con una capacidad de explicación del 3% ($R^2 = 0,029$) de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

El modelo final está dado por la siguiente ecuación de probabilidad 4:

$$\Pi_{p2} = \frac{1}{1 + e^{-(1,224 + 1,001(P.4.4.2.B))}}$$

(4)

Los resultados esperados con la ecuación se muestran a continuación:

Tabla 7. Probabilidades de calidad del sistema resistente deficiente.

Opinión sobre Junta de acción comunal	Probabilidad
Buena	90,2%
No Buena	77,3%

La presente tabla nos indica que con una opinión favorable de la junta de acción comunal la probabilidad de una calidad del sistema resistente deficiente es más elevada.

4.2.1.2 Análisis Opinión Junta de acción comunal y haber una fuente acuífera superficial cercana

Tabla 8. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	5,029	1	0,081
	Bloque	5,029	1	0,081
	Modelo	5,029	1	0,081

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	95,056 ^a	0,046	0,076

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.4.2.B(1)	1,02	0,608	2,816	1	0,093	2,774
P5.3.2(1)	-0,777	0,552	1,982	1	0,159	0,46
Constante	1,442	0,345	17,478	1	0	4,228

La significancia del modelo se observa $p < 0,1$.

R cuadrado de Cox y Snell indica un 4,6% de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

La ecuación de probabilidad 5 es:

$$\Pi_{p2} = \frac{1}{1 + e^{-(1,442 + 1,020(P.4.4.2.B) - 0,777(P.5.3.2))}}$$

(5)

Tabla 9. Probabilidades de calidad del sistema resistente deficiente.

¿Hay una fuente acuífera superficial cercana?	Opinión sobre Junta de acción comunal	Probabilidad
Si	Buena	84,4%
No	Buena	92,1%
Si	No buena	66%
No	No buena	80,9%

4.2.1.3 Análisis Opinión Junta de acción comunal, percepción de seguridad y haber una fuente acuífera superficial cercana

Tabla 10. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	2,283	1	0,131
	Bloque	2,283	1	0,131
	Modelo	7,312	1	0,063

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	92,773 ^a	0,066	0,109

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.4.2.B(1)	1,156	0,619	3,484	1	0,062	3,178
P5.3.2(1)	-0,998	0,583	2,928	1	0,087	0,369
P4.1.2(1)	-0,884	0,61	2,098	1	0,147	0,413
Constante	2,067	0,582	12,52	1	0	7,904

La significancia del modelo se observa $p < 0,1$.

R cuadrado de Cox y Snell indica un 4,6% de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

La ecuación de probabilidad 6 es:

$$\Pi_{p2} = \frac{1}{1 + e^{-(2,067 + 1,156(P.4.4.2.B) - 0,998(P.5.3.2) - 0,884(P.4.1.2))}}$$

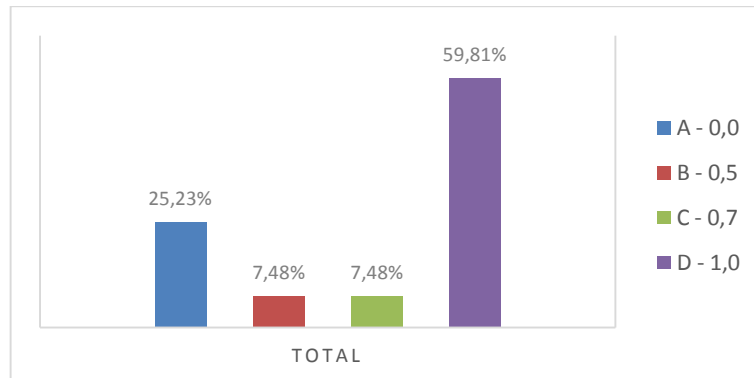
(6)

Tabla 11. Probabilidades de calidad del sistema resistente deficiente.

¿Hay una fuente acuífera superficial cercana?	Opinión sobre Junta de acción comunal	¿Se siente seguro en el barrio?	Probabilidad
Si	Buena	Si	79,3%
SI	Buena	No	90,2%
No	Buena	No	96,2%
No	No buena	No	88,8%
No	No buena	Si	76,5%
Si	No buena	Si	54,6%
Si	No buena	No	74,4%
No	Buena	Si	91,2%

4.3 Parámetro 3: Resistencia estructural

Figura 7. Análisis de frecuencia de la resistencia estructural.



La respuesta de la resistencia estructural muestra para C: 7,48% y D: 59,81% lo cual significa un 67,3% de las viviendas con deficiencia en la evaluación de este parámetro.

4.3.1 Factores que inciden en la predicción de la resistencia estructural

En la predicción de la resistencia estructural intervienen los siguientes factores:

P.4.1.2 ¿Se siente seguro en el barrio?

P.4.2.1 ¿Conoce grupos de participación comunitaria?

4.3.1.1 Análisis Conocer la existencia de algún grupo comunitario

Tabla 12. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	2,245	1	0,134
	Bloque	2,245	1	0,134
	Modelo	2,245	1	0,134

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	133,026 ^a	0,021	0,029

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.2.1(1)	-0,667	0,455	2,146	1	0,143	0,513
Constante	1,17	0,382	9,403	1	0,002	3,222

El modelo de regresión planteado para el parámetro 3 indicó que es estadísticamente significativo ($p < 0,15$), con una capacidad de explicación del 2% ($R^2 = 0,021$) de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

El modelo final está dado por la siguiente ecuación de probabilidad 7:

$$\Pi_{p3} = \frac{1}{1 + e^{-(1,17 - 0,667(P.4.2.1))}}$$

(7)

Los resultados esperados con la ecuación se muestran a continuación:

Tabla 13. Probabilidades de resistencia estructural deficiente.

¿Conoce la existencia de grupos de participación comunitaria?	Probabilidad
Si	62,3%
No	76,3%

La presente tabla nos indica que conociendo la existencia de un grupo de participación comunitaria la probabilidad de una resistencia estructural deficiente es más baja.

4.3.1.2 Análisis Conocer la existencia de algún grupo comunitario y percepción de seguridad

Tabla 14. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	2,42	1	0,12
	Bloque	2,42	1	0,12
	Modelo	3,973	2	0,137

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	131,298 ^a	0,036	0,051

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.1.2(1)	0,57	0,433	1,733	1	0,188	1,769
P4.2.1(1)	-0,699	0,46	2,307	1	0,129	0,497
Constante	0,83	0,455	3,324	1	0,068	2,293

La significancia del modelo se observa $p < 0,15$.

R cuadrado de Cox y Snell indica un 3,6% de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

La ecuación de probabilidad 8 es:

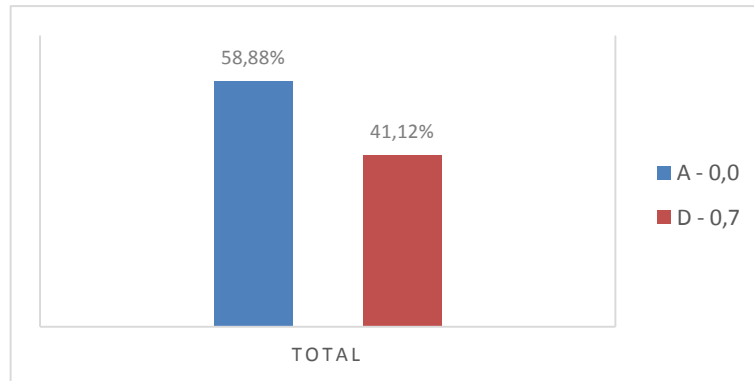
$$\Pi_{p3} = \frac{1}{1 + e^{-(0,83 + 0,57(P.4.1.2) - 0,667(P.4.2.1))}} \quad (8)$$

Tabla 15. Probabilidades de resistencia estructural deficiente.

¿Conoce la existencia de grupos de participación comunitaria?	¿Se siente seguro en el barrio?	Probabilidad
Si	Si	66,8%
Si	No	53,2%
No	Si	80,2%
No	No	69,6%

4.4 Parámetro 4: Configuración en altura

Figura 8. Análisis de frecuencia de la configuración en altura.



Por último se observa la respuesta de la configuración en altura de las viviendas estudiadas donde el 58,9% corresponde a una valoración positiva del parámetro y un 41,1% a una valoración negativa.

4.4.1 Factores que inciden en la predicción de la configuración en altura

En la predicción de la configuración en altura intervienen los siguientes factores:

P.4.2.1 Conoce grupos de participación comunitaria

P.4.4.2.B Opinión JAC

P.5.2.1 Canaliza aguas lluvias

P.5.4.2 Reconoce la importancia de la cobertura vegetal

4.4.1.1 Análisis Opinión Junta de acción comunal

Tabla 16. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	8,335	1	0,004
	Bloque	8,335	1	0,004
	Modelo	8,335	1	0,004

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	136,607 ^a	0,075	0,101

		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a	P4.4.2(1)	1,178	0,415	8,054	1	0,005	3,247
	Constante	-0,833	0,268	9,67	1	0,002	0,435

El modelo de regresión planteado para el parámetro 3 indicó que es estadísticamente significativo ($p < 0,005$), con una capacidad de explicación del 8% ($R^2 = 0,075$) de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

El modelo final está dado por la siguiente ecuación de probabilidad 9:

$$\Pi_{p4} = \frac{1}{1 + e^{-(-0,833 + 1,178(P.4.4.2.B))}}$$

(9)

Los resultados esperados con la ecuación se muestran a continuación:

Tabla 17. Probabilidades de configuración en altura deficiente.

Opinión sobre Junta de acción comunal	Probabilidad
Buena	58,5%
No Buena	30,3%

La presente tabla nos indica que con una opinión favorable de la junta de acción comunal la probabilidad de una configuración en altura deficiente es más elevada.

4.4.1.2 Análisis Opinión Junta de acción comunal y reconocer importancia de la cobertura vegetal

Tabla 18. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	10,328	2	0,006
	Bloque	10,328	2	0,006
	Modelo	10,328	2	0,006

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	134,613 ^a	0,092	0,124

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.4.2.B(1)	1,223	0,422	8,414	1	0,004	3,398
P5.4.2(1)	1,132	0,859	1,736	1	0,188	3,103
Constante	-1,899	0,867	4,799	1	0,028	0,15

La significancia del modelo se observa $p < 0,01$.

R cuadrado de Cox y Snell indica un 9,2% de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

La ecuación de probabilidad 10 es:

$$\Pi_{p4} = \frac{1}{1 + e^{-(-1,899 + 1,223(P.4.4.2.B) + 1,132(P.5.4.2))}}$$

(10)

Tabla 19. Probabilidades de configuración en altura deficiente.

Reconocer importancia de la cobertura vegetal	Opinión sobre Junta de acción comunal	Probabilidad
Si	Buena	61,1%
No	Buena	33,7%
Si	No buena	31,7%
No	No buena	13%

4.4.1.3 Análisis Opinión Junta de acción comunal, conocer existencia de algún grupo comunitario y reconocer importancia de la cobertura vegetal

Tabla 20. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	12,063	2	0,002
	Bloque	12,063	2	0,002
	Modelo	13,971	3	0,003

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	130,971 ^a	0,122	0,165

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.2.1(1)	-0,845	0,449	3,537	1	0,06	0,43
P4.4.2.B(1)	1,391	0,444	9,803	1	0,002	4,02
P5.4.2(1)	1,155	0,872	1,755	1	0,185	3,173
Constante	-1,453	0,902	2,599	1	0,107	0,234

La significancia del modelo se observa $p < 0,005$.

R cuadrado de Cox y Snell indica un 12,2% de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

La ecuación de probabilidad 11 es:

$$\Pi_{p4} = \frac{1}{1 + e^{-(-1,453 - 0,845(P.4.2.1) + 1,391(P.4.4.2.B) + 1,155(P.5.4.2))}} \quad (11)$$

Tabla 21. Probabilidades de configuración en altura deficiente.

¿Conoce la existencia de grupos de participación comunitaria?	Opinión sobre Junta de acción comunal	Reconocer importancia de la cobertura vegetal	Probabilidad
Si	Buena	Si	56,2%
No	No buena	No	18,9%
Si	No buena	No	9,1%
No	Buena	No	48,4%
No	No buena	Si	42,6%
No	Buena	Si	74,9%
Si	No buena	Si	24,2%
Si	Buena	No	28,8%

4.4.1.4 Análisis Opinión Junta de acción comunal, canalizar aguas lluvias y reconocer importancia de la cobertura vegetal

Tabla 22. Resultado del análisis, regresión logística.

Pruebas omnibus sobre los coeficientes del modelo				
		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	2,978	1	0,084
	Bloque	2,978	1	0,084
	Modelo	12,651	3	0,005

Resumen del modelo			
Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	132,291 ^a	0,112	0,15

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso1 ^a P4.4.2.B(1)	1,249	0,428	8,505	1	0,004	3,488
P5.2.1(1)	-0,65	0,43	2,282	1	0,131	0,522
P5.4.2(1)	1,423	0,89	2,558	1	0,11	4,149
Constante	-1,875	0,876	4,577	1	0,032	0,153

La significancia del modelo se observa $p < 0,005$.

R cuadrado de Cox y Snell indica un 11,2% de la variación de la variable dependiente a razón de la variable independiente.

La ecuación de probabilidad 12 es:

$$\Pi_p = \frac{1}{1 + e^{-(-1,875 + 1,249(P.4.4.2.B) - 0,65(P.5.2.1) + 1,423(P.5.4.2))}}$$

(12)

Tabla 23. Probabilidades de configuración en altura deficiente.

¿Canaliza aguas lluvias?	Opinión sobre Junta de acción comunal	Reconocer importancia de la cobertura vegetal	Probabilidad
Si	Buena	Si	53,7%
No	No buena	No	13,3%
No	Buena	No	34,8%
Si	No buena	No	7,4%
No	No buena	Si	38,9%
Si	No buena	Si	24,9%
No	Buena	Si	68,9%
Si	Buena	No	21,8%

5 DISCUSIÓN

La presente sección discute los resultados encontrados en el estudio. En el presente estudio, se intentó establecer una relación entre la vulnerabilidad sísmica y algunos factores: Organización comunitaria, seguridad en el sector y el cuidado del medio ambiente.

Los modelos de predicción que resultaron estadísticamente significativos, como la participación comunitaria son importantes, ya que ante la ocurrencia de un evento severo que afecta a considerables sectores de la población, se ha puesto en evidencia las deficiencias de una respuesta organizada, no sólo de las organizaciones encargadas de mitigar las mismas, sino también de la población afectada. Las comunidades se comportan de manera improvisada por no estar preparadas para actuar adecuadamente ante casos críticos, lo cual trae como consecuencia que los efectos negativos de un evento adverso se potencien por falta de una organización y educación comunitaria [10].

La participación comunitaria al contrario de las anteriores variables predictoras si presenta una notoria relación y una alta significancia en el modelo, permitiendo observar que se mejoran las condiciones de los parámetros teniendo una participación de los habitantes del sector en las juntas de acción comunal.

En la seguridad del sector se encontró una relación con la calidad del sistema resistente y la resistencia estructural, pero no aporta información congruente con los resultados esperados, relacionando de manera ilógica los parámetros y arrojando contradicciones en el análisis de los resultados.

El análisis del cuidado del medio ambiente generó una leve relación con la configuración en altura y la calidad del sistema resistente, sin poder tomar medidas en cuanto a la mitigación de riesgo debido a la poca significancia en el modelo y predicción de los parámetros.

En la mayoría de los análisis presentados se observa que los valores de R^2 de Cox y Snell son cercanos a cero lo que indica un bajo porcentaje en la variabilidad de la variable dependiente a razón de la variable independiente. Se observa de los análisis de frecuencia entre el 67 y el 82% de las viviendas estudiadas poseen deficiencias en la evaluación de los parámetros de sistema estructural, calidad del sistema resistente y resistencia estructural, motivo por el cual las variables predictoras presentan muy poca incidencia en los modelos.

Una comunidad capacitada podría ayudar de manera muy significativa en las políticas de gestión del riesgo, ya que un sector que no posea el conocimiento, no esté organizado y no participe, podría ser un agente retardador a cualquier acción que se realice en prevención y/o atención de desastres, resulta importante que la capacitación de las comunidades esté orientada a fortalecer su organización interna, contribuir a la educación, acción preventiva e información [10].

6 CONCLUSIONES

El estudio de la relación entre variables sociales y ambientales, con algunos parámetros de la vulnerabilidad sísmica de la comuna 14 del municipio de Bucaramanga arrojó las siguientes conclusiones.

Teniendo en cuenta que al mencionarse el estado de conservación y la organización del sistema resistente, se refiere a unas características evaluadas en un formulario del cual se pudieron extraer los parámetros usados en este estudio; se encontró:

La participación comunitaria evidenció que existe una relación con respecto al estado de conservación, la organización del sistema resistente y la calidad del sistema resistente; observando que los habitantes que participan en los grupos comunitarios, presentan generalmente una mejora en las 3 características.

En cuanto al aspecto social, respecto al tema de seguridad en el sector, no se presentó una relación congruente que se pueda analizar en ninguno de los parámetros.

No existe una relación importante por parte de los aspectos ambientales con respecto a las características de vulnerabilidad sísmica.

7 RECOMENDACIONES

Se recomiendan complementar el presente estudio, para comprobar si los resultados encontrados pueden proponerse como hipótesis de estudio, utilizando factores demográficos, económicos, con el fin de abarcar todas las temáticas sociales. Además al encontrarse en este estudio una influencia de la participación comunitaria en la vulnerabilidad sísmica debería hacerse una validación de la relación encontrada aplicándose en otro sector, y pensar en establecer medidas de contingencia en la mitigación de los riesgos que puedan presentarse.

Teniendo en cuenta que una de las posibles causas de la no congruencia que arrojaron algunos resultados pudo ser la falta de comprensión de los cuestionarios sociales y ambientales por parte de los habitantes, es importante destacar para próximos estudios de este tipo, implementar cuestionarios de mayor claridad y comprensión para las personas.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

[1] MALDONADO, Esperanza; JASBÓN, Neyid Mauricio y CHIO, Gustavo (2010); “Funciones de vulnerabilidad calculadas para edificaciones en muros de hormigón reforzado”; Ingeniería de Construcción; Vol. 25, No. 1; 2010, p. 63-82.

[2] MALDONADO, Esperanza y CHIO, Gustavo (2009); “Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones en tierra”; Ingeniería y Desarrollo; No. 25; 2009 p. 180-199. Universidad del Norte. Colombia

[3] RODRIGUEZ, Luis Enrique y RUEDA, Pedro Javier (2014); “Aplicación de SIG para la zonificación y evaluación de amenazas por deslizamiento en la comuna 14 del municipio de Bucaramanga”, [Tesis de grado]; Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2014.

[4] Comunas del municipio de Bucaramanga. Disponible: <http://www.bucaramanga.gov.co>

[5] MALDONADO, Esperanza; CHIO, Gustavo y GOMEZ, Iván (2007); “Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mampostería basado en la opinión de expertos”; Ingeniería y Universidad; Vol. 11, No. 2; 2007, p. 149-168.

[6] MALDONADO, Esperanza; CHIO, Gustavo. y GOMEZ, Iván (2007). "Aplicación de los conjuntos difusos en la evaluación de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería". Revista Ingeniería y Desarrollo Número 22, 2007 p. 1-22. Universidad del Norte. Colombia.

[7] MALDONADO, Esperanza y CHIO, Gustavo (2008); "Vulnerabilidad sísmica en centros urbanos"; Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander; 2008 p. 42-52.

[8] PÉREZ, Cesar (2004); "Técnicas de análisis multivariante de datos"; Pearson Educación, S.A. Madrid; 2004 p. 553.

[9] GUISANDE, Castor; VAAMONDE, Antonio y BARREIRO, Aldo (2011); "Tratamiento de datos con R, STATISTICA y SPSS"; Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid; 2011 p. 537.

[10] JIMÉNEZ, Yenny (2011); "La participación ciudadana: acción local necesaria para la gestión de riesgo en un municipio perteneciente al área metropolitana de Caracas, Venezuela", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, noviembre 2011, www.eumed.net/rev/cccss/15/.

BIBLIOGRAFÍA

GUISANDE, Castor; VAAMONDE, Antonio y BARREIRO, Aldo (2011); "Tratamiento de datos con R, STATISTICA y SPSS"; Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid; 2011 p. 537.

JIMÉNEZ, Yenny (2011); "La participación ciudadana: acción local necesaria para la gestión de riesgo en un municipio perteneciente al área metropolitana de Caracas, Venezuela", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, noviembre 2011, www.eumed.net/rev/cccss/15/.

MALDONADO, Esperanza y CHIO, Gustavo (2009); "Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones en tierra"; Ingeniería y Desarrollo; No. 25; 2009 p. 180-199. Universidad del Norte. Colombia

MALDONADO, Esperanza; CHIO, Gustavo. y GOMEZ, Iván (2007). "Aplicación de los conjuntos difusos en la evaluación de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería". Revista Ingeniería y Desarrollo Número 22, 2007 p. 1-22. Universidad del Norte. Colombia.

MALDONADO, Esperanza; CHIO, Gustavo y GOMEZ, Iván (2007); "Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mampostería basado en la opinión de expertos"; Ingeniería y Universidad; Vol. 11, No. 2; 2007, p. 149-168.

MALDONADO, Esperanza y CHIO, Gustavo (2008); "Vulnerabilidad sísmica en centros urbanos"; Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander; 2008 p. 42-52.

MALDONADO, Esperanza; JASBÓN, Neyid Mauricio y CHIO, Gustavo (2010); "Funciones de vulnerabilidad calculadas para edificaciones en muros de hormigón reforzado"; Ingeniería de Construcción; Vol. 25, No. 1; 2010, p. 63-82.

PÉREZ, Cesar (2004); "Técnicas de análisis multivariante de datos"; Pearson Educación, S.A. Madrid; 2004 p. 553.