



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**“CRITERIO METODOLÓGICO APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD
ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD EN SAN JUAN DE LURIGANCHO”**

**TESIS PARA OPTAR
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO**

AUTOR

CATHERINE FRESCIA CAMPOS MARTINEZ

ASESOR

GLADYS ROJAS LEON

JURADO

**DR. ARGUEDAS MADRID CESAR JORGE
DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO
MAG. VENTURA BARRERA CARMEN LUZ
MAG. GOMÉZ ESCRIBA BENIGNO PAULO**

LIMA- PERÚ

2018

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a los estudiantes y egresados de ingeniería geográfica, anhelantes de culminar exitosamente su carrera, quisiera expresar que no hay nada más gratificante que ver el resultado de un arduo trabajo de investigación, no solo para conseguir un título profesional sino también para aportar a la sociedad y con el impulsar a nuevas investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

En el desarrollo de esta investigación hubo personas que me brindaron su apoyo incondicional y hoy quiero agradecer:

A mi familia de manera especial por el apoyo incondicional, resaltando a mi madre la Ingeniera María Martínez Baca quien además estuvo apoyándome en las salidas de campo y coordinaciones con la población del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

También, agradezco al Arquitecto Omar Escobar quien estuvo día a día pendiente de mis avances, dándome fuerzas en los días de cansancio.

A sí mismo a mi asesora la Ingeniera Gladys Rojas León, que gustosamente guió el desarrollo de esta investigación y me brindó todo su apoyo, experiencia y tiempo para realizarlo.

Por otro lado, agradezco a mis amigas Lizeth Álvarez Ramírez y Nataly Romero Villegas con las cuales comencé esta travesía y casi juntas culminamos cada una con su respectiva investigación.

De la misma manera agradezco también al Ingeniero Marco Moreno, que además de ser un buen amigo fue mi maestro en todo lo referente a gestión de riesgo de desastres y al ingeniero Franklin Hidalgo que cuando solicite su ayuda siempre estuvo presto a brindármelo.

Finalmente, a mi institución CENEPRED (Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo) que me dio la oportunidad de agrandar mis conocimientos en sus instalaciones.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal, aplicar el criterio metodológico propuesto, para determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho, cabe recalcar que el sismo del cual se refiere la investigación es mayor a 8 Mw.

El trabajo de investigación se realizó en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, en concordancia con los objetivos específicos, aplicar el criterio metodológico para determinar el nivel de la dimensión física, aplicar el criterio metodológico para determinar el nivel de la dimensión social y realizar el modelo de geoprocésamiento con el Sistema de Información Geográfica para determinar los niveles de la dimensión física, dimensión social y de la vulnerabilidad.

La metodología se desarrolla por medio del proceso de análisis jerárquico o Analytic Hierarchy Process (AHP) propuesta por Saaty, se aplica para obtener las ponderaciones respectivas para determinar la vulnerabilidad, este proceso está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples.

Los resultados del trabajo de investigación son: Criterios metodológicos para la determinación de la vulnerabilidad, Tres modelos de geoprocésamiento para la obtención de los mapas por descriptores, por factores, por dimensiones y de la vulnerabilidad del Asentamiento Humano Juan Pablo II, el cual servirá para la identificación de lotes con vulnerabilidad alta y muy alta.

Finalmente se concluye que el 81% de lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II se encuentra en nivel alto y muy alto, tanto la parte de la infraestructura de la vivienda como la parte social, económica y cultural son altamente vulnerables.

Palabras claves: *Vulnerabilidad, Sismo de gran magnitud, Sistema de información geográfica, Proceso de análisis jerárquico.*

ABSTRACT

This research work has as main objective the methodological approach proposed, to determine the level of vulnerability to a seismic event of great magnitude using the geographical information system in the settlement Human Juan Pablo II, San Juan Lurigancho, should be noted that the earthquake which refers to the research is more than 8 Mw.

The research work was carried out in the settlement human John Paul II, in accordance with the specific objectives, the methodological approach to determine the level of physical dimension, the methodological approach to determine the level of the social dimension and carry out model with geographic information system GIS to determine levels of physical dimension, dimension and social vulnerability.

The methodology is developed through the process of hierarchical analysis or Analytic Hierarchy Process (AHP) proposal by Saaty, is applied to obtain the respective weightings to determine the vulnerability, this process is designed to resolve complex problems of multiple criteria.

The results of the research are: methodological criteria for the determination of the vulnerability, three geoprocessing models to obtain the maps by descriptors, by factors, dimensions and the vulnerability of the Settlement human John Paul II, which will be used for the identification of batches with high and very high vulnerability.

It is finally concluded that 81% of tested batches of the John Paul II human settlement is located in high and very high level both the part of the infrastructure of the dwelling as the social part, economic and cultural are highly vulnerable.

Key words: *Vulnerability, Earthquakes of great magnitude, Geographic information system (GIS), Process of hierarchical analysis.*

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRCT	IV
INTRODUCCIÓN	V
CAPÍTULO I	1
ASPECTOS METODOLÓGICOS	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Descripción Del Problema.....	4
1.2.2. Formulación del problema.....	5
1.3. OBJETIVOS	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos	6
1.4. HIPÓTESIS.....	6
1.5. VARIABLES	7
1.6. JUSTIFICACIÓN	8
1.6.1. Justificación Teórica.....	8
1.6.2. Justificación Metodológica.....	8
1.6.3. Justificación Práctica	8
1.7. IMPORTANCIA.....	9
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1. BASE TEÓRICA.....	10
2.1.1. Vulnerabilidad	10
2.1.2. El Sismo.....	17
4.1.1. Microzonificación Sísmica	29
2.1.3. Sistema De Información Geográfica	32
2.1.4. Proceso Analítico Jerárquico	40
MARCO LEGAL	46
MARCO INSTITUCIONAL	47

GLOSARIO DE TÉRMINOS	51
CAPÍTULO III	53
MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
3.1. MATERIALES	53
3.1.1. Los Estudios, informes y manuales	53
3.1.2. La información vectorial y ráster.....	53
3.2. EQUIPOS.....	53
3.3. INSTRUMENTOS.....	54
3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.4.1. Tipo De Investigación	55
3.4.2. Nivel De Investigación	55
3.4.3. Diseño De Investigación.....	55
3.5. MÉTODO Y PROCEDIMIENTO	56
3.5.1. Recopilación De La Información Previa	56
3.5.2. Recolección de datos en campo.....	56
3.5.3. Organización de la base de datos.....	57
3.5.4. Aplicación de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad	59
3.5.5. Geoprocesamiento y análisis sistema de información geográfica.....	59
3.5.6. Elaboración de Mapas	60
CAPÍTULO IV	62
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	62
4.2. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN.....	62
4.2.1. Accesibilidad	62
4.2.2. Superficie.....	63
4.2.3. Altitud.....	63
4.3. ASPECTOS FÍSICOS.....	63
4.3.1. Topografía	63
4.3.2. Morfología	64
4.3.3. Hidrografía.....	64
4.3.4. Clima	65
4.4. ASPECTOS SOCIALES	66
4.4.1. Población	66
4.4.2. Asentamientos Humanos	67

4.4.2.1. Asentamiento Humano Juan Pablo II	69
CAPÍTULO V.....	71
CRITERIO METODOLÓGICO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD	71
5.1 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	71
5.1.1. Ponderaciones en el análisis de la vulnerabilidad	72
5.2 CRITERIO METODOLÓGICO PARA LA DETERMINAR EL NIVEL DE LA DIMENSIÓN FÍSICA ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD	73
5.2.1 Análisis de la Dimensión Física	73
5.3 CRITERIO METODOLÓGICO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE DIMENSIÓN SOCIAL ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD.	123
5.3.1 Análisis de la Dimensión Social.....	123
CAPÍTULO VI.....	162
GEOPROCESAMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD	162
6.1 MODELO PARA OBTENER LA DIMENSIÓN FÍSICA.....	162
6.1.1. Ingreso de datos a la plataforma ArcGIS.....	162
6.1.2. Creación del modelo para determinar los niveles de la Dimensión Física ..	165
6.2 MODELO PARA OBTENER LA DIMENSIÓN SOCIAL	221
6.2.1 Ingreso de datos a la plataforma ArcGIS.....	221
6.2.2 Creación del modelo para determinar los niveles de la <i>Dimensión Social</i> ..	223
CAPÍTULO VII.....	285
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	285
CAPÍTULO VIII.....	289
CONCLUSIONES.....	289
RECOMENDACIONES	293
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	294
ANEXOS	297

Índice de Tablas

Tabla 1: Principales terremotos ocurridos en Perú entre 1513 y 1959.....	25
Tabla 2: Asentamientos Humanos del distrito de San Juan de Lurigancho.	68
Tabla 3: Valor de las dimensiones.....	72

Tabla 4: Matriz de comparación entre <i>Material predominante en paredes</i> con los parámetros restantes	77
Tabla 5: Matriz de comparación entre <i>Material predominante en techos</i> con los parámetros restantes	79
Tabla 6: Matriz de comparación de pares de los parámetros de <i>Fragilidad Física</i>	80
Tabla 7: Obtención de la Matriz de Normalización de los parámetros de la <i>Fragilidad Física</i>	82
Tabla 8: Matriz de Normalización de los parámetros de la <i>Fragilidad Física</i>	83
Tabla 9: Peso Ponderado de cada Parámetro de la <i>Fragilidad Física</i>	84
Tabla 10: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Material predominante en paredes</i>	88
Tabla 11: Matriz de Normalización de los descriptores del <i>Material predominante en paredes</i>	89
Tabla 12: Peso Ponderado de cada descriptor del <i>Material predominante en paredes</i>	89
Tabla 13: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Material predominante en techos</i>	91
Tabla 14: Matriz de Normalización de los descriptores del <i>Material predominante en techos</i>	92
Tabla 15: Peso Ponderado de cada descriptor del <i>Material predominante en techos</i>	92
Tabla 16: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Estado de conservación</i>	94
Tabla 17: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Estado de conservación</i>	95
Tabla 18: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Estado de Conservación</i>	95
Tabla 19: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Antigüedad</i> 98	
Tabla 20: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Antigüedad</i>	98
Tabla 21: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Antigüedad</i>	98
Tabla 22: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Pendiente del terreno</i>	100
Tabla 23: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Pendiente del terreno</i>	101
Tabla 24: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Pendiente del terreno</i>	101

Tabla 25: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Número de Pisos</i>	103
Tabla 26.: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Número de Pisos</i>	104
Tabla 27: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Número de Pisos</i>	104
Tabla 28: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Cargas Vivas</i>	107
Tabla 29: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Cargas Vivas</i>	107
Tabla 30: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Cargas Vivas</i>	108
Tabla 31: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Estado de construcción</i>	110
Tabla 32: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Estado de construcción</i>	111
Tabla 33: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Estado de construcción</i>	111
Tabla 34: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Reforzamiento de la Construcción</i>	114
Tabla 35: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Reforzamiento de la Construcción</i>	115
Tabla 36: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Reforzamiento de la Construcción</i>	116
Tabla 37: Peso ponderado de cada Parámetro de la <i>Fragilidad Física</i>	118
Tabla 38: Peso ponderado de cada Descriptor de la <i>Fragilidad Física</i>	118
Tabla 39: Matriz de ponderación para determinar la <i>Fragilidad Física</i>	120
Tabla 40: Peso ponderado de cada Descriptor de la <i>Resiliencia Física</i>	121
Tabla 41: Matriz de ponderación para determinar la <i>Resiliencia Física</i>	121
Tabla 42: Matriz de la Dimensión Física.....	122
Tabla 43: Matriz de comparación de pares de los parámetros pertenecientes a la <i>Fragilidad Social</i>	126
Tabla 44: Matriz de Normalización de los parámetros de la <i>Fragilidad Social</i>	126
Tabla 45: Peso Ponderado de cada Parámetro de la <i>Fragilidad Social</i>	127
Tabla 46: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Grupo Etario</i>	129
Tabla 47: Matriz de Normalización de los descriptores del <i>Grupo Etario</i>	129
Tabla 48: Peso Ponderado de cada descriptor del <i>Grupo Etario</i>	130

Tabla 49: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Discapacidad</i>	132
Tabla 50: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Discapacidad</i>	133
Tabla 51: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Discapacidad</i>	133
Tabla 52: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Tipo de seguro</i>	135
Tabla 53: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Tipo de seguro</i>	136
Tabla 54: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Tipo de seguro</i>	136
Tabla 55: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Servicios Básicos</i>	138
Tabla 56: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Servicios Básicos</i>	139
Tabla 57: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Servicios Básicos</i>	139
Tabla 58: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Tenencia de viviendas</i>	141
Tabla 59: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Tenencia de viviendas</i> .	142
Tabla 60: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Tenencia de viviendas</i>	142
Tabla 61: Peso Ponderado de los parámetros de la <i>Resiliencia Física</i>	144
Tabla 62: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres</i>	146
Tabla 63: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres</i> .	147
Tabla 64: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres</i> .	148
Tabla 65: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro <i>Organización ante Emergencias</i>	151
Tabla 66: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro <i>Organización ante Emergencias</i> .	152
Tabla 67: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro <i>Organización ante Emergencias</i> .	153
Tabla 68: Peso ponderado de cada Parámetro de la <i>Fragilidad Social</i>	155
Tabla 69: Peso ponderado de cada Descriptor de la <i>Fragilidad Social</i>	155
Tabla 70: Matriz de ponderación para determinar la <i>Fragilidad Social</i>	156

Tabla 71: Peso ponderado de la <i>Resiliencia Social</i>	157
Tabla 72: Peso Ponderado de los descriptores de los parámetros de <i>Resiliencia Social</i> ...	157
Tabla 73: Matriz de ponderación para determinar la <i>Resiliencia Social</i>	158
Tabla 74: Matriz de la Dimensión Social	159
Tabla 75: Niveles de la Vulnerabilidad	161
Tabla 76: Niveles del parámetro <i>Material predominante en paredes</i>	173
Tabla 77: Niveles del parámetro <i>Material predominante en techos</i>	175
Tabla 78: Niveles del parámetro <i>Estado de conservación</i>	177
Tabla 79: Niveles del parámetro <i>Antigüedad</i>	179
Tabla 80: Niveles del parámetro <i>Pendiente en el terreno</i>	181
Tabla 81: Niveles del parámetro <i>Número de pisos</i>	183
Tabla 82: Niveles del parámetro <i>Cargas vivas</i>	185
Tabla 83: Niveles del parámetro <i>Estado de Construcción</i>	187
Tabla 84: Niveles de la <i>Fragilidad Física</i>	198
Tabla 85: Niveles del parámetro <i>Reforzamiento en la vivienda</i>	205
Tabla 86: Niveles de la <i>Resiliencia Física</i>	211
Tabla 87: Niveles de la <i>Dimensión Física</i>	220
Tabla 88: Niveles del parámetro <i>Grupo Etario</i>	230
Tabla 89: Niveles del parámetro <i>Discapacidad</i>	232
Tabla 90: Niveles del parámetro <i>Tipo De Seguro</i>	234
Tabla 91: Niveles del parámetro <i>Servicios Básicos</i>	236
Tabla 92: Niveles del parámetro <i>Tenencia</i>	238
Tabla 93: Niveles de la <i>Fragilidad social</i>	245
Tabla 94: Niveles del parámetro <i>Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres</i>	253
Tabla 95: Niveles del parámetro <i>Organización Ante Emergencias</i>	255
Tabla 96: Niveles de la <i>Resiliencia Social</i>	262
Tabla 97: Niveles de la <i>Dimensión Social</i>	271
Tabla 98: Niveles de la vulnerabilidad	283

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Escala de Mercalli Modificada.	20
Cuadro 2: Indicadores de fragilidad física y resiliencia física.....	59

Cuadro 3: Indicadores de fragilidad social y resiliencia social	59
Cuadro 4: Nivel de la vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud.....	160
Cuadro 5: Parámetros y descriptores de Fragilidad para la determinación de la <i>Dimensión Física</i>	163
Cuadro 6: Parámetros y descriptores de Resiliencia para la determinación de la <i>Dimensión Física</i>	163
Cuadro 7: Estructura de la <i>Dimensión Física</i>	164
Cuadro 8: Nivel de la <i>Fragilidad Física</i>	194
Cuadro 9: Nivel de la <i>Resiliencia Física</i>	207
Cuadro 10: Niveles de la <i>Dimensión Física</i>	214
Cuadro 11: Parámetros y descriptores de Fragilidad para la determinación de la <i>Dimensión Social</i>	221
Cuadro 12: Parámetros y descriptores de Resiliencia para la determinación de la vulnerabilidad en <i>Dimensión Social</i>	222
Cuadro 13: Estructura de la <i>Dimensión Social</i>	222
Cuadro 14: Nivel de la <i>Fragilidad Social</i>	241
Cuadro 15: Nivel de la <i>Resiliencia Social</i>	258
Cuadro 16: Nivel de la <i>Dimensión Social</i>	266
Cuadro 17: Nivel de la <i>Vulnerabilidad</i>	277

Índice de Diagramas

Diagrama 1: Clasificación de la vulnerabilidad	14
Diagrama 2: Parámetros para la evaluación del Sismo.	21
Diagrama 3: Entidades conformantes del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres.....	50
Diagrama 4: Flujo metodológico para la generación de mapas de vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Juan Pablo II.	61
Diagrama 5: Análisis de la Vulnerabilidad.....	71
Diagrama 6: Análisis de la Dimensión Física	73
Diagrama 7: Factores de la Dimensión Física	74
Diagrama 8: Análisis de la Dimensión Social	123
Diagrama 9: Factores de la Dimensión Social.....	124

Diagrama 10: Flujograma del Criterio metodológico para determinar la vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud.....	292
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Índice de Gráfico

Gráfico 1: Peso ponderado de los parámetros de la <i>Fragilidad Física</i>	87
Gráfico 2: Peso ponderado de los descriptores del <i>Material predominante en Paredes</i>	90
Gráfico 3: Peso ponderado de los descriptores de <i>Material predominante en techos</i>	93
Gráfico 4: Peso ponderado de los descriptores del <i>Estado de Conservación</i>	96
Gráfico 5: Peso ponderado de los descriptores de <i>Antigüedad</i>	99
Gráfico 6: Peso ponderado de los descriptores de la <i>Pendiente del Terreno</i>	102
Gráfico 7: Peso ponderado de los descriptores de <i>Número de Pisos</i>	105
Gráfico 8: Peso ponderado de los descriptores del <i>Cargas Vivas</i>	109
Gráfico 9: Peso ponderado de los descriptores del <i>Estado de construcción</i>	112
Gráfico 10: Peso ponderado de los descriptores del <i>Reforzamiento de la construcción</i> ...	117
Gráfico 11: Peso ponderado de los parámetros de la <i>Fragilidad Social</i>	127
Gráfico 12: Peso ponderado de los descriptores de <i>Grupo Etario</i>	131
Gráfico 13: Peso ponderado de los descriptores de <i>Discapacidad</i>	134
Gráfico 14: Peso ponderado de los descriptores del <i>Tipo de seguro</i>	137
Gráfico 15: Peso ponderado de los descriptores de <i>Servicios Básicos</i>	140
Gráfico 16: Peso ponderado de los descriptores de <i>Tenencia de viviendas</i>	143
Gráfico 17: Peso ponderado de los descriptores del <i>Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres</i>	149
Gráfico 18: Peso ponderado de los descriptores de <i>Organización ante Emergencias</i>	154
Gráfico 19: Porcentaje de lotes según el <i>Material predominante en paredes</i>	173
Gráfico 20: Porcentaje de lotes según <i>Material predominante en techos</i>	175
Gráfico 21: Porcentaje de lotes según el <i>Estado de conservación</i>	177
Gráfico 22: Porcentaje de lotes según la <i>Antigüedad</i>	179
Gráfico 23: Porcentaje de lotes según la <i>Pendiente en el terreno</i>	181
Gráfico 24: Porcentaje de lotes según el <i>Número de pisos</i>	183
Gráfico 25: Porcentaje de lotes según las <i>Cargas Vivas</i>	185
Gráfico 26: Porcentaje de lotes según el <i>Estado de Construcción</i>	187
Gráfico 27: Porcentaje de lotes según el Nivel de la <i>Fragilidad Física</i>	198
Gráfico 28: Porcentaje de lotes según el <i>Reforzamiento en la vivienda</i>	205

Gráfico 29: Porcentaje de lotes según el Nivel de la <i>Resiliencia Física</i>	212
Gráfico 30: Porcentaje de lotes según la <i>Dimensión Física</i>	220
Gráfico 31: Porcentaje de lotes con población según el <i>Grupo Etario</i>	230
Gráfico 32: Porcentaje de lotes con población según la <i>Discapacidad</i>	232
Gráfico 33: Porcentaje de lotes con población según el <i>Tipo De Seguro</i>	234
Gráfico 34: Porcentaje de lotes con población según <i>Servicios Básicos</i>	236
Gráfico 35: Porcentaje de lotes según <i>Tenencia</i>	238
Gráfico 36: Porcentaje de lotes según el Nivel de la <i>Fragilidad Social</i>	245
Gráfico 37: Porcentaje de lotes con población según el <i>Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres</i>	253
Gráfico 38: Porcentaje de lotes con población según la <i>Organización Ante Emergencias</i>	255
Gráfico 39: Porcentaje de lotes según el Nivel de la <i>Resiliencia Social</i>	262
Gráfico 40: Porcentaje de lotes según el Nivel de la <i>Dimensión Social</i>	272
Gráfico 41: Porcentaje de los niveles de vulnerabilidad en lotes	284

Índice de Imágenes

Imagen 1: Asentamiento Humano Juan Pablo II en el año 2000.....	1
Imagen 2: Asentamiento Humano Juan Pablo II en el año 2008.....	2
Imagen 3: Asentamiento Humano Juan Pablo II en el año 2017.....	2
Imagen 4: Distribución de la población en términos de la vulnerabilidad	17
Imagen 5: Sismo originado por una falla geológica.....	17
Imagen 6: Sismograma del sismo ocurrido en Japón el 11 de marzo del 2011, magnitud Mw 8.9.	18
Imagen 7: Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1964 y 2011.	23
Imagen 8: Daños ocasionados por el sismo del 28 de octubre 1746.	27
Imagen 9: Destrucción del antiguo Malecón de chorrillos, desprendimiento de losetas. ...	27
Imagen 10: El Hotel Embassy quedó destruido tras el terremoto de Pisco 2007.	29
Imagen 11: Mapa de microzonificación Sísmica	31
Imagen 12: Principales componentes de un sistema de información Geográfica.	33
Imagen 13: Geoprocesamiento	38
Imagen 14: Herramientas básicas de Geoprocesamiento.	38
Imagen 15: Model Builder.....	40

Imagen 16: Flujo metodológico a seguir para la toma de decisiones	41
Imagen 17: Crecimiento Población por censo del distrito de San Juan de Lurigancho	66
Imagen 18: Población por sexo en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2007	67
Imagen 19: Cálculo para obtener resultados en la matriz de normalización	81
Imagen 20. Llenado de la tabla de normalización	81
Imagen 21: Transferencia de información de base de datos en Excel a tabla de atributos del shapefile por parámetro	164
Imagen 22: Creando una caja de herramientas (Toolbox).....	165
Imagen 23: Creando un Modelo de construcción.....	165
Imagen 24: Ingreso al modelo de geoprocésamiento	166
Imagen 25: Ingreso de los Geodatos para la determinación de la <i>Dimensión Física</i>	166
Imagen 26: Agrupación de los factores	167
Imagen 27: Tabla de atributos del parámetro <i>Material predominante en paredes</i> (pared). 168	
Imagen 28: Creación del campo peso del descriptor “pared”	168
Imagen 29: Ingreso del peso de cada descriptor del parámetro “pared”	169
Imagen 30: Ingreso de la descripción de cada descriptor del parámetro “pared”	169
Imagen 31: Unión de los cinco descriptores del parámetro “pared”	169
Imagen 32: Proceso para la aplicación de los 8 parámetros de <i>Fragilidad Física</i>	170
Imagen 33: Creación de campos para agregar el peso de cada parámetro de la <i>Fragilidad Física</i>	189
Imagen 34: Unión de los ocho parámetros componentes de la <i>Fragilidad Física</i>	190
Imagen 35: Cálculo de la <i>Fragilidad Física</i>	192
Imagen 36: Creación del campo “ <i>Niveles de la Fragilidad Física</i> ”	193
Imagen 37: Selección por rangos de la <i>Fragilidad Física</i>	194
Imagen 38: Clasificación de los niveles de la <i>Fragilidad Física</i>	194
Imagen 39: Unión de los cuatro niveles de <i>Fragilidad Física</i>	195
Imagen 40: Creación del campo para inserción del peso de la <i>Fragilidad Física</i>	199
Imagen 41: Flujo del proceso para determinar los niveles de la <i>Fragilidad Física</i>	200
Imagen 42: Tabla de atributos del parámetro “ <i>Reforzamiento en la construcción</i> ”	201
Imagen 43: Creación del campo peso del descriptor “ <i>Reforzamiento en la construcción</i> ”	201
Imagen 44: Ingreso del peso de cada descriptor del parámetro <i>Reforzamiento en la construcción</i>	202

Imagen 45: Ingreso de la descripción de cada descriptor <i>Reforzamiento en la construcción</i>	202
Imagen 46: Unión de los cinco descriptores del parámetro <i>Reforzamiento en la construcción</i>	203
Imagen 47: Creación de campo para agregar el peso del parámetro <i>Reforzamiento de la construcción</i>	206
Imagen 48: Renombración del descriptor <i>Reforzamiento de la construcción</i> a <i>Resiliencia Física</i>	206
Imagen 49: Cálculo de la <i>Resiliencia Física</i>	207
Imagen 50: Creación del campo nivel de la <i>Resiliencia Física</i>	207
Imagen 51: Agrupación por rangos de la <i>Resiliencia Física</i>	208
Imagen 52: Clasificación de los niveles de la <i>Resiliencia Física</i>	208
Imagen 53: Unión de los cuatro niveles de <i>Resiliencia Física</i>	209
Imagen 54: Creación del campo para inserción del peso de la <i>Resiliencia Física</i>	212
Imagen 55: Flujo del proceso para determinar los niveles de la <i>Resiliencia Física</i>	212
Imagen 56: Calculo de la <i>Dimensión Física</i>	213
Imagen 57: Creación de campo para agregar el nivel de la <i>Dimensión Física</i>	214
Imagen 58: Selección por rangos de la <i>Dimensión Física</i>	215
Imagen 59: Clasificación de los niveles de la <i>Dimensión Física</i>	215
Imagen 60: Unión de los niveles de la <i>Dimensión Física</i>	215
Imagen 61: Modelo para la Dimensión Física.....	216
Imagen 62: Creando una caja de herramientas (ToolBox).....	223
Imagen 63: Creando un Modelo de construcción.....	224
Imagen 64: Identificación y agrupación de los factores de la <i>Dimensión Social</i>	224
Imagen 65: Tabla de atributos del parámetro “ <i>Grupo etario</i> ”.....	225
Imagen 66: Herramienta Add Field (1) para la creación del campo peso del descriptor “GrE”.	226
Imagen 67: Ingreso del peso de cada del descriptor de <i>Grupo Etario</i>	226
Imagen 68: Ingreso de la descripción de cada descriptor del parámetro <i>Grupo Etario</i>	227
Imagen 69: Unión de los cinco descriptores del parámetro <i>Grupo Etario</i>	227
Imagen 70: Proceso para la aplicación de los parámetros de <i>Fragilidad Social</i>	228
Imagen 71: Creación de campo para agregar el peso de cada parámetro de la <i>Fragilidad Social</i>	239

Imagen 72: Unión de los parámetros componentes de la <i>Fragilidad Social</i>	240
Imagen 73: Cálculo de la <i>Fragilidad Social</i>	241
Imagen 74: Creación del campo Niveles de la <i>Fragilidad Social</i>	241
Imagen 75: Agrupación por rangos de la <i>Fragilidad Social</i>	242
Imagen 76: Clasificación de los niveles de la <i>Fragilidad Social</i>	242
Imagen 77: Unión de los cuatro niveles de <i>Fragilidad Social</i>	242
Imagen 78: Creación del campo para inserción del peso de la <i>Fragilidad Social</i>	246
Imagen 79: Flujo del proceso para determinar los niveles de la fragilidad en la <i>Dimensión Social</i>	247
Imagen 80: Tabla de atributos del parámetro “ <i>Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres</i> ”.....	248
Imagen 81: Herramienta Add Field para la creación del campo peso del descriptor CDes.	249
Imagen 82: Ingreso del peso de cada del descriptor de <i>Conocimiento Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres</i>	249
Imagen 83: Ingreso de la descripción de cada descriptor del parámetro <i>Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres</i>	250
Imagen 84: Unión de los cinco descriptores del parámetro <i>Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres</i>	250
Imagen 85: Proceso para la aplicación de los parámetros de <i>Resiliencia Social</i>	251
Imagen 86: Creación de campo para agregar el peso de cada parámetro de la <i>Resiliencia Social</i>	256
Imagen 87: Unión los dos parámetros componentes de la <i>Resiliencia Social</i>	256
Imagen 88: Cálculo de la <i>Resiliencia Social</i>	257
Imagen 89: Creación del campo Niveles de la <i>Resiliencia Social</i>	257
Imagen 90: Agrupación de la <i>Resiliencia Social</i> por rangos evaluados.....	258
Imagen 91: Clasificación de los niveles de la <i>Resiliencia Social</i>	258
Imagen 92: Unión de los cuatro niveles de <i>Resiliencia Social</i>	259
Imagen 93: Creación del campo para inserción del peso de la <i>Resiliencia Social</i>	263
Imagen 94 Flujo del proceso para determinar los niveles de la resiliencia en la <i>Dimensión Social</i>	264
Imagen 95: Cálculo de la <i>Dimensión Social</i>	265
Imagen 96: Creación del campo para insertar el nivel de la <i>Dimensión Social</i>	266

Imagen 97: Agrupación según rangos de la <i>Dimensión Social</i>	266
Imagen 98: Ingreso de los niveles de la <i>Dimensión Social</i> correspondientes según a los rangos.....	267
Imagen 99: Unión de los niveles de la <i>Dimensión Social</i>	267
Imagen 100: Modelo de la <i>Dimensión Social</i>	268
Imagen 101: Crear el modelo dentro del ToolBox	273
Imagen 102: Nombrar al modelo "Vulnerabilidad"	273
Imagen 103: Ingreso de los shapefile resultantes de <i>Dimensión Física y Social</i>	274
Imagen 104: Eliminación de campos innecesarios para la evaluación.....	274
Imagen 105: Creación del campo para insertar los pesos de las <i>Dimensiones</i>	275
Imagen 106: Aplicación de los pesos de cada <i>Dimensión</i>	275
Imagen 107: Diagrama de flujo de la intersección de la <i>Dimensión Física y Social</i>	276
Imagen 108: Creación del campo para insertar los el valor de la <i>Vulnerabilidad</i>	276
Imagen 109: Cálculo del valor de la <i>Vulnerabilidad</i>	277
Imagen 110: Creación del campo para insertar el nivel de la <i>Vulnerabilidad</i>	277
Imagen 111: Agrupación según rangos de la <i>Vulnerabilidad</i>	278
Imagen 112: Ingreso de los niveles de <i>Vulnerabilidad</i> según los rangos.....	278
Imagen 113: Diagrama de flujo de la unión de los niveles	278
Imagen 114: Eliminación de campos innecesarios.....	279
Imagen 115: Aplicación del modelo para la obtención de la <i>Vulnerabilidad</i>	279
Imagen 116: Agregar el mapa creado mediante la activación del Shapefile " <i>Vulnerabilidad</i> "	280

Índice de Fotografías

Fotografía 1: Viviendas en pendientes moderadas	15
Fotografía 2: Vivienda precaria.....	15
Fotografía 3: Vivienda en proceso de reforzamiento.	16

Índice de Mapas

Mapa 1: Ubicación del Asentamiento Humano Juan Pablo II.....	70
Mapa 2: Material predominante en Paredes	172
Mapa 3: Material predominante en Techos	174

Mapa 4: Estado de Conservación	176
Mapa 5: Antigüedad	178
Mapa 6: Pendiente en el terreno	180
Mapa 7: Número de Pisos.....	182
Mapa 8: Cargas Vivas.....	184
Mapa 9: Estado de Construcción	186
Mapa 10: Nivel de la Fragilidad Física	196
Mapa 11: Reforzamiento de la vivienda.....	204
Mapa 12: Nivel de la Resiliencia Física	210
Mapa 13: Nivel de la Dimensión Física	218
Mapa 14: Grupo Etario.....	229
Mapa 15: Discapacidad	231
Mapa 16: Tipo de seguro	233
Mapa 17: Servicios Básicos.....	235
Mapa 18: Tipo de Tenencia	237
Mapa 19: Nivel de la Fragilidad Social	243
Mapa 20: Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres.....	252
Mapa 21: Organización ante emergencias.....	254
Mapa 22: Nivel de la Resiliencia social	260
Mapa 23: Nivel de la Dimensión Social.....	269
Mapa 24: Nivel de la Vulnerabilidad	281

Índice de Anexos

Anexo 1: Ficha para información de vulnerabilidad por dimensión física.....	297
Anexo 2: Cuestionario para información de vulnerabilidad por dimensión social	298
Anexo 3: Hoja de Calculo	299
Anexo 4: Análisis de la vulnerabilidad AHP.....	301
Anexo 5: Fotografías de viviendas evaluadas	302
Anexo 6. Flujo de diagrama Model Builder	303

INTRODUCCIÓN

Esta investigación propone y desarrolla criterios metodológicos para determinar la vulnerabilidad por medio de la dimensión Física y dimensión Social ante un probable sismo de gran magnitud para el Asentamiento Humano Juan Pablo II, distrito de San Juan de Lurigancho. La determinación de la vulnerabilidad se realiza a nivel de lotes y se procesa en el sistema de información geográfica por medio de modelos de geoprocetamiento (Model Builder), para a su vez automatizar el procedimiento, documentar la información y obtener mapas de vulnerabilidad.

Las dimensiones (Física y Social), están basadas en un análisis previo considerando que ambas interactúan para producir una vulnerabilidad general analizadas para un peligro sísmico, estas dimensiones engloban conceptos definidos, la dimensión física: La Infraestructura y las Características de la ubicación; la dimensión social engloba factores: Sociales, Económicos y Culturales.

El análisis de la vulnerabilidad se realizará mediante el AHP (Proceso de análisis jerárquico), el cual permitirá realizar un análisis más complejo de los indicadores de la dimensión física y social, otorgándole a cada uno de ellos, pesos; ponderaciones que servirán para determinar la vulnerabilidad.

Toda la información recolectada en campo del Asentamiento Humano Juan Pablo II, después de ser analizada mediante AHP, será llevada a la plataforma de ArcGIS 10.4. El procesamiento de esta información se realizará en el modelo de construcción (Model Builder) mediante tres modelos, el primero para determinar la dimensión Física, el segundo para determinar la dimensión Social y el tercero para determinar la Vulnerabilidad.

Finalmente, se obtienen los mapas de cada una de las dimensiones, como también de la vulnerabilidad del Asentamiento Humano Juan Pablo II, el cual servirá para la identificación de lotes con vulnerabilidad media, alta y muy alta.

La presente investigación se estructura de la siguiente manera:

Capítulo I. Se encuentran los antecedentes, se fundamenta el problema de investigación, sus preguntas, y los objetivos, hipótesis, variables (v. dependiente, v. independiente, dimensiones, factores, indicadores e instrumentos), justificación (teórica, metodológica y práctica) e importancia.

Capítulo II. Se definen conceptos importantes para el entendimiento de este trabajo de investigación: Vulnerabilidad (definiciones, clasificación, análisis, factores, definición de la distribución de la población en términos de la vulnerabilidad) , Sismos (Definiciones, parámetros de evaluación de sismos, sismicidad en el Perú, sismos en Lima, microzonificación sísmica en el distrito de San Juan de Lurigancho), Sistema de información geográfica (definiciones, componentes, funcionamiento, análisis geoespacial y modelamiento, geoprocésamiento, definición del análisis de la vulnerabilidad mediante tecnología SIG). Así mismo se muestra el marco legal y marco institucional.

Capítulo III. Se describen los materiales, el equipo necesario, los instrumentos, la metodología, el método y el procedimiento para la realización del presente trabajo de investigación.

Capítulo IV. Se realiza la descripción de San Juan de Lurigancho (ubicación, localización, los aspectos físicos como topografía, Morfología, Hidrografía y Clima; los aspectos sociales como población y Asentamientos Humanos.)

Capítulo V. Se describe y se aplica el criterio metodológico para la determinación del nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud al Asentamiento Humano Juan pablo II desarrollándose la dimensión física y dimensión social, los valores de cada descriptor, parámetro y finalmente de la vulnerabilidad. También se describe la creación del geoprocésamiento para la determinación del nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud para finalmente obtener los tres modelos de geoprocésamiento (Model Builder).

Capítulo VI. Se realiza la discusión de resultados realizando la comparación del presente trabajo de investigación con tres estudios anteriores.

Capítulo VII. Se realizan las conclusiones en la que se especifica los porcentajes de lotes de la población habitante de Juan Pablo II de la dimensión física, social y de la vulnerabilidad. Así mismo las recomendaciones necesarias a tomar por la población como de las entidades competentes.

Finalmente, se presentan las fuentes de información consultadas en este trabajo y los anexos con información complementaria.

CAPÍTULO I

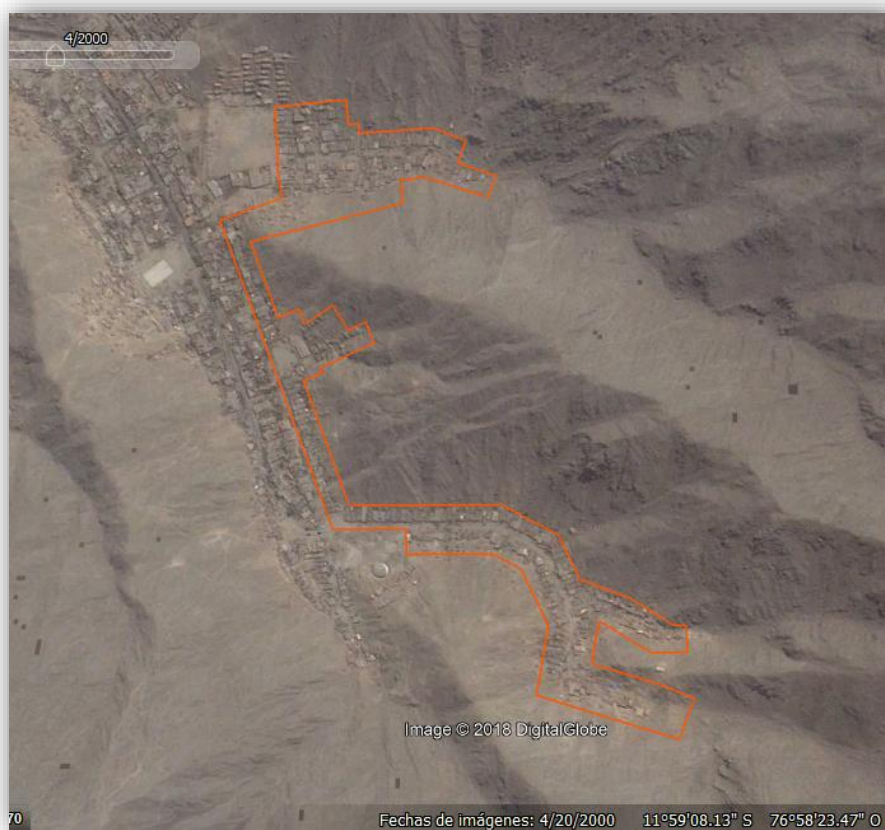
ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.1.ANTECEDENTES

A lo largo de los años, el Asentamiento Humano Juan Pablo II ha tenido un incremento de población residente. Este crecimiento de la población y sus viviendas se puede constatar mediante las Imágenes satelitales:

- En el año 2000 el Asentamiento Humano Juan Pablo II se asentaba en la falda de los cerros en zonas de mediana pendiente como puede verse en las Imágenes capturadas de Google Earth Pro.

Imagen 1: Asentamiento Humano Juan Pablo II en el año 2000.



Fuente: Google Earth Pro

- Del año 2000 al 2008, se puede apreciar un aumento significativo de viviendas en pendientes más altas, la población se expandía ocupando zonas de mayor riesgo.

Imagen 2: Asentamiento Humano Juan Pablo II en el año 2008



Fuente: Google Earth Pro

- Para el año 2017 la población se ha expandido a zonas de pendiente alta y muy alta creando ampliaciones que abarcan zonas de peligro alto y muy alto, mediante la Imagen se puede observar que el crecimiento es descontrolado y se siguen trazando caminos con fines de expansión.

Imagen 3: Asentamiento Humano Juan Pablo II en el año 2017.



Fuente: Google Earth Pro

- **Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un gran sismo de gran Magnitud: Distrito de San Juan de Lurigancho – Instituto nacional de defensa civil (INDECI)- 2011**

El Plan de Prevención por Sismo 2010, en el distrito de San Juan de Lurigancho fue ejecutado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, tuvo como objetivo principal identificar, calificar y cuantificar las edificaciones que se encuentran con un alto nivel de vulnerabilidad (física) ante la posible ocurrencia de peligros sísmicos. Realizándose el proceso de inspección de las viviendas de material precario a fin de determinar el nivel de vulnerabilidad, permitiendo identificar las rutas de evacuación y las zonas seguras, así como, dar las pautas necesarias a las familias para actuar ante una emergencia.

- **Estudio de microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima- Centro Peruano-Japonés De Investigaciones Sísmicas Y Mitigación De Desastres (CISMID) Universidad Nacional De Ingeniería (UNI)- 2011**

Este estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad contiene información en base a trabajo de campos y gabinete, que incluye un procesamiento de datos, constituyéndose en instrumentos de gestión para la municipalidad de San Juan de Lurigancho.

Este estudio está compuesto por dos informes uno el Estudio de Microzonificación Sísmica y el otro de Evaluación de vulnerabilidad. Finalmente, para el primer informe se obtiene mapas para la microzonificación y mapa de Isoperiodos, para el segundo informe de vulnerabilidad se obtienen mapa de número de pisos, mapa de material de construcción, mapa de uso de suelo, mapa de sistema estructural y mapa de costo de reparación.

En el desarrollo se elaboró el análisis y evolución del peligro sísmico del distrito de San Juan de Lurigancho y se analizó vulnerabilidad Física por edificación a nivel de lote representativo por manzana con la información de INEI 2006, también se consideraron edificaciones esenciales como lo son los hospitales, escuelas, comisarias, iglesias, bomberos, local municipal y puentes. Además, se realizó una base de datos con lote y foto por cada manzana del distrito.

- **Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana- Ochoa Zamalloa Ángel Jair – 2012.** Este estudio identifica áreas de riesgo en el balneario de Pucusana y propone posibles soluciones a los problemas de la vulnerabilidad que afectan al poblador de Pucusana, mediante el planteamiento de un modelo de gestión de riesgo el cual propone programas y proyectos que permitirán al poblador de Pucusana disminuir los niveles de daños, elevando su nivel de resiliencia y evitando su exposición mediante la identificación de los lugares de mayor fragilidad.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción Del Problema

Nuestro país se encuentra en el borde oriental del Cinturón de fuego del Pacífico, zona propensa a que en ella ocurran aproximadamente más del 80% de eventos sísmicos (H. Tavera, 2014), la placa de Nazca, ubicada frente a nuestras costas, interactúa con la Placa Continental o Sudamericana originando fugas de energía las cuales provocan los movimientos telúricos.

La sismicidad en el Perú nos muestra que se han registrado eventos de gran magnitud en diferentes zonas costeras y hay una especial preocupación por la laguna sísmica que existe en la zona central (H. Tavera, 2014).

El departamento de Lima hace muchos años no presencia un evento sísmico de gran magnitud y los sismos son peligros de tipo cíclico o recurrente, en consecuencia, se espera un evento de gran magnitud a futuro.

Los efectos de los eventos sísmicos en zonas urbanas generan destrucción, pérdidas económicas y de vidas humanas. Sumado a esto la carencia de tierras por urbanizar en Lima genera invasiones las cuales no son planificadas urbanísticamente y se continúa ocupando terrenos con peligro alto y muy alto, con pendientes pronunciadas.

San Juan de Lurigancho es el distrito más poblado con 1 millón 91 mil 303 habitantes según (INEI 2015), este crecimiento poblacional ha generado el aumento de Asentamientos Humanos dentro del distrito.

Un crecimiento rápido y preocupante es el que presenta el Asentamiento Humano Juan Pablo II, se ubica dentro de espacios con alta y muy alta pendiente, expuesta a deslizamientos ante

un detonante sísmico. Las viviendas se caracterizan por su emplazamiento sobre las laderas de los cerros y las inadecuadas construcciones de sus viviendas hacen que sean vulnerables. No se puede evitar un evento sísmico de gran magnitud, pero podemos reducir la vulnerabilidad ante este peligro. Por tal motivo es necesario determinar el nivel de vulnerabilidad que se presenta en un espacio urbano, para realizar este análisis se debe tener una metodología que pueda ser aplicada por medio del sistema de información geográfica el cual nos ayude a espacializarlo.

1.2.2. Formulación del problema

1.2.2.1. Problema Principal

- ¿Cuál será el criterio metodológico para determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho?

1.2.2.2. Problemas Secundarios

- ¿Cuál será el criterio metodológico para determinar el nivel de la dimensión Física ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho?
- ¿Cuál será el criterio metodológico para determinar el nivel de la dimensión Social ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho?
- ¿Cómo se realizarán los modelos de geoprocésamiento con el Sistema de Información Geográfica para determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho?

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Aplicar el criterio metodológico para determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho.

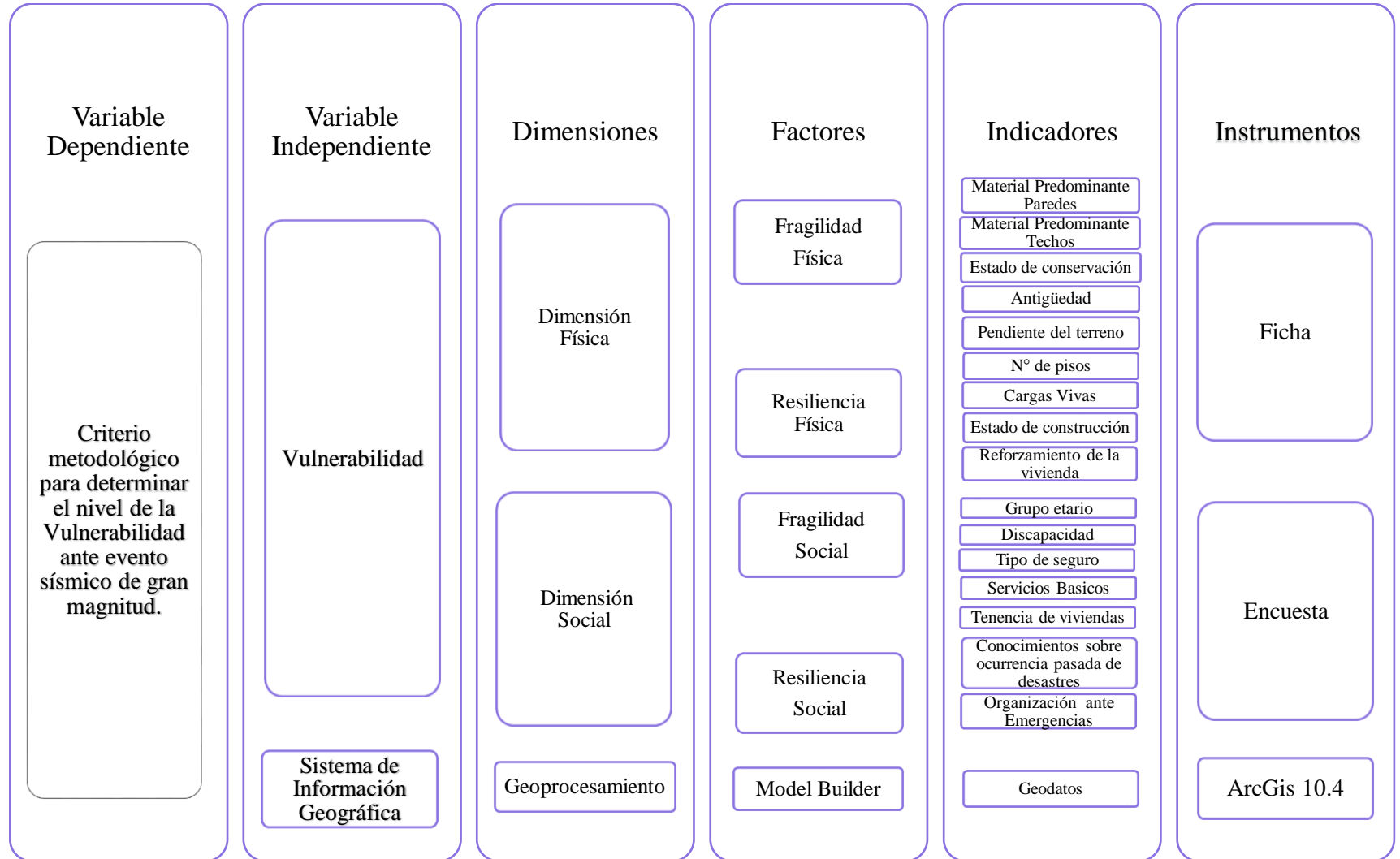
1.3.2. Objetivos Específicos

- Aplicar el criterio metodológico para determinar el nivel de la dimensión Física ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho.
- Aplicar el criterio metodológico para determinar el nivel de la dimensión Social ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho.
- Realizar el Modelo de Geoprocesamiento con el Sistema de Información Geográfica para determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad General en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho.

1.4.HIPÓTESIS

Mediante los criterios metodológicos propuestos, se determina el nivel de vulnerabilidad aplicando el sistema de información geográfica en caso de sismos de gran magnitud, con la cual se identifican las viviendas con media, alta y muy alta vulnerabilidad del Asentamiento Humano Juan Pablo II del distrito de San Juan de Lurigancho.

1.5.VARIABLES



1.6.JUSTIFICACIÓN

1.6.1. Justificación Teórica

Esta investigación se justifica por la ubicación del área de estudio, ya que se encuentra en una zona altamente sísmica, como es la región de Lima, además que el estudio de microzonificación sísmica del distrito de San Juan de Lurigancho realizada por CISMID. 2011 pone en alerta a Asentamientos Humanos que se encuentran en la Zona III y IV. Ver Imagen, 12.

1.6.2. Justificación Metodológica

Los criterios metodológicos propuestos en este trabajo de investigación son resultado de un análisis propio, basados en el Manual básico para la estimación del riesgo INDECI (2006), el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales versión 02 CENEPRED (2015), el Manual para la evaluación de Riesgos por sismos CENEPRED (2017) y en la Guía Básica para elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos CENAPRED (2006), bajo este análisis se propone determinar la vulnerabilidad mediante la dimensión Física y Social, ya que se considera que ambas dimensiones son las que interactúan para producir una vulnerabilidad general ante un sismo de gran magnitud.

1.6.3. Justificación Práctica

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de determinar los niveles de vulnerabilidad ante evento sísmico de gran magnitud en los Asentamientos Humanos del distrito de San Juan de Lurigancho, a fin de prevención en la población. Este trabajo de investigación evaluó al Asentamiento Humano Juan Pablo II, el cual es ejemplo de muchos otros asentamientos ubicados dentro del distrito en con las mismas condiciones.

1.7.IMPORTANCIA

Con la presente investigación se propone una metodología con la aplicación del sistema de información geográfica el cual permitirá detectar las viviendas con mayor nivel de vulnerabilidad ante un gran evento sísmico, se obtendrá mapas de vulnerabilidad los cuales se podrán a disposición de las entidades competentes, como también de la población habitante del Asentamiento Juan Pablo II, esto permitirá tomar consciencia a la población en futuras construcciones y mantenimiento de sus viviendas, también se pondrá a disposición de las entidades competentes e interesados el modelo de Geoprocesamiento (Model Builder) el cual puede ser aplicado en otros ámbitos geográficos similares, al mismo tiempo puede ser mejorado y/o complementado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. BASE TEÓRICA

2.1.1. Vulnerabilidad

Existen muchos autores que definen la vulnerabilidad de distintos modos, a continuación, se presentan una serie de definiciones.

El marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) afirma “Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”. (art.2)

La vulnerabilidad es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100. La vulnerabilidad, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto. (INDECI, 2006, p. 18)

Es aquella población que está expuesta y susceptible de sufrir daños ante la ocurrencia de peligros originados por fenómenos naturales o inducidos por la acción humana, incluyendo sus medios de vida. Bajo esta óptica, la población vulnerable del país se encuentra en condiciones de riesgo medio, alto y muy alto, localizada en las áreas urbanas marginales y en las zonas alto andinas principalmente, en las cuales también coexisten la pobreza y extrema pobreza, junto a su baja resiliencia. (PLANAGERD, 2014, p. 31)

La predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste. La diferencia de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de dicho fenómeno. (Cardona, 2001, p. 106).

2.1.1.1. Clasificación de la Vulnerabilidad.

INDECI (2006) en su Manual básico para la estimación del riesgo, describe los tipos de vulnerabilidad de la siguiente manera:

- **Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica.**

Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática. (p. 19)

- **Vulnerabilidad Física.**

Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro. (p. 19).

- **Vulnerabilidad Económica.**

Constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo asalariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre. (p. 20).

- **Vulnerabilidad Social.**

Se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. La población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, que las sociedades que no están organizadas, por lo tanto, su capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es mucho más efectivo y rápido. (p. 21).

- **Vulnerabilidad Educativa.**

Se refiere a una adecuada implementación de las estructuras curriculares, en los diferentes niveles de la educación formal, con la inclusión de temas relacionados a la prevención y atención de desastres, orientado a preparar (para las emergencias) y educar (crear una cultura de prevención) a los estudiantes con un efecto multiplicador en la sociedad. (p. 22).

- **Vulnerabilidad Cultural e Ideológica**

Está referida a la percepción que tiene el individuo o grupo Humano sobre sí mismo, como sociedad o colectividad, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc. (p. 23).

- **Vulnerabilidad Política e Institucional**

Define el grado de autonomía y el nivel de decisión política que puede tener las instituciones públicas existentes en un centro poblado o una comunidad, para una mejor gestión de los desastres. La misma que está ligada con el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones, entre las cuales está el de prevención y atención de desastres o defensa civil, a través de los Comités de Defensa Civil (CDC), en los niveles Regional, Provincial y Distrital. (p. 24).

- **Vulnerabilidad Científica y Tecnológica**

Es el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia. Así mismo, sobre el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos. (p. 24)

Otros autores prefieren clasificar la vulnerabilidad por “Dimensiones”.

CENEPRED (2015), en el Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión, describen los tipos de vulnerabilidad en dimensiones los cuales consideran para el respectivo análisis de la siguiente manera:

- **Dimensión social**

La vulnerabilidad social consiste en la incapacidad de una comunidad para adaptarse a los efectos de un determinado cambio externo, repentino o gradual en su medio físico. (p. 132)

- **Dimensión Económica**

Se determina a todas aquellas actividades económicas que generan bienes y servicios, asimismo infraestructura, equipamiento y mobiliario, y existencias, expuestas dentro del área de influencia de fenómeno de origen natural, identificando los elementos expuestos

vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad económica. (p. 134)

- **Dimensión Ambiental**

La vulnerabilidad ambiental se mide el grado de resistencia del medio natural que sirve de sustento para la vida de la población de los centros poblados ante la ocurrencia de un peligro o amenaza. (p. 136)

CENEPRED (2017), en el Manual para la evaluación de Riesgos por sismos, agrega la Dimensión Física y la define así, “Está relacionada a las condiciones específicas de infraestructura y ubicación de la comunidad, centro poblado o sector que pueden sufrir los efectos (daños y pérdidas) por acción de peligro” (p. 50)

Por otro lado, Wilches-Chaux (1989) propone evaluar la vulnerabilidad por dimensiones, a continuación, se extrae la definición que propone acerca de Dimensión Física:

Son las características de ubicación en áreas propensas y las deficiencias de resistencia de los elementos expuestos, de los que depende su capacidad de absorber la acción del suceso que representa la amenaza. La sismo-resistencia de un edificio, la ubicación de una comunidad en el área de influencia de un deslizamiento o en el cauce de un río, son ejemplos de la dimensión física de la vulnerabilidad. (Como se citó en Cardona, 2001, p. 101)

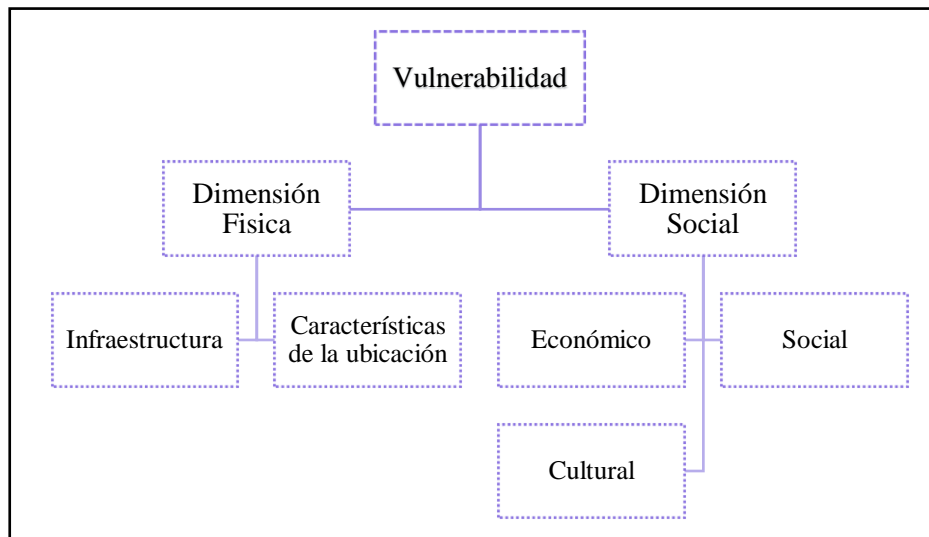
Para la Vulnerabilidad Social, Kuroiwa (2002) expresa:

(...) se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en un grupo social está capacitada para la atención de emergencia, su rehabilitación y recuperación de un desastre. (Como se citó en la Guía Básica para elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos (CENAPRED, 2006, p. 75).

Para este trabajo de investigación se usará el término de *Dimensión* para la clasificación de vulnerabilidad.

El diagrama 1, explica las dimensiones que se utilizarán de acuerdo a las conclusiones que se obtuvieron de las definiciones.

Diagrama 1: Clasificación de la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración Propia

2.1.1.2. Análisis de la Vulnerabilidad

Es el proceso por el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores. Cardona (2003) propone la clasificación de estos tres factores de los cuales se origina la vulnerabilidad “Exposición, Fragilidad y Resiliencia” (p. 106).

Esta clasificación viene siendo usada en estudios tanto nacionales como internacionales, uno de las instituciones nacionales que lo tomó como base para determinar la vulnerabilidad es el centro nacional de estimación prevención, reducción del riesgo de desastres (CENEPRED) también incorporado en el SINAGERD.

2.1.1.3. Factores de la Vulnerabilidad

CENEPRED (2015), explica cada uno de los factores de la siguiente manera:

- **Exposición.**

Está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de

crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad. (p. 130).

Fotografía 1: Viviendas en pendientes moderadas



Fuente: Elaboración Propia

•Fragilidad.

Está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. (p. 131).

Fotografía 2: Vivienda precaria



Fuente: Elaboración Propia

- **Resiliencia.**

Está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad. (p. 131)

Otro concepto el cual la define es “capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, adsorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro”. (CENEPRED, 2017 p. 48)

Fotografía 3: Vivienda en proceso de reforzamiento.

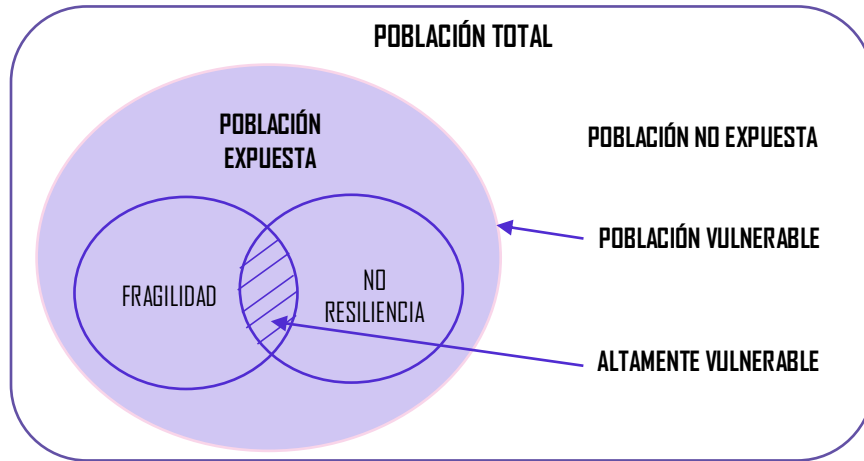


Fuente: Elaboración Propia

2.1.1.4. Distribución de la población en términos de la vulnerabilidad

El crecimiento poblacional, los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, el proceso de empobrecimiento de importantes segmentos de la población, la utilización de sistemas organizacionales inadecuados y la presión sobre los recursos naturales, ha aumentado en forma gradual la vulnerabilidad de la población frente a una amplia diversidad de fenómenos de origen natural. (CENEPRED, 2017, p. 46)

Imagen 4: Distribución de la población en términos de la vulnerabilidad



Fuente: Adaptado de CENEPRED 2015

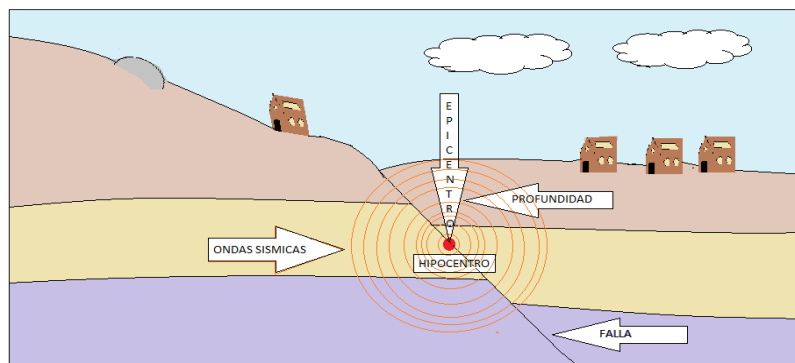
2.1.2. El Sismo

Es un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas.

Una parte de la energía liberada lo hace en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla.

Su efecto inmediato es la transmisión de esa energía mecánica liberada mediante vibración del terreno aledaño al foco y de su difusión posterior mediante ondas sísmicas de diversos tipos (corpóreas y superficiales), a través de la corteza y a veces del manto terrestre. (CENEPRED 2015, p. 26)

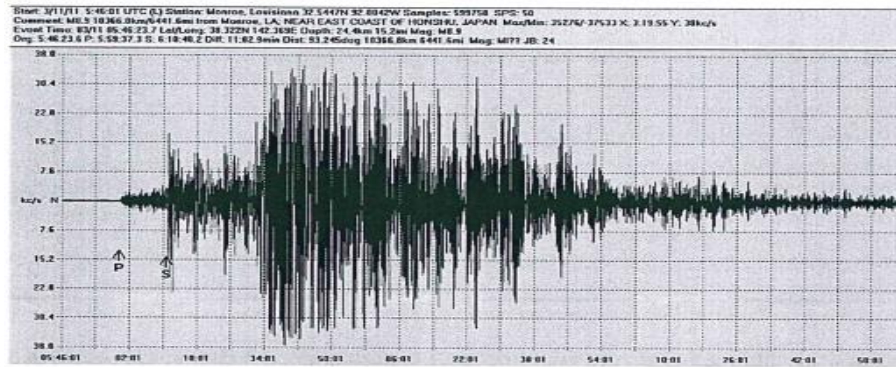
Imagen 5: Sismo originado por una falla geológica.



Fuente: Adaptado de CENEPRED 2015

CENEPRED (2017) explica, “Las estaciones sísmicas instaladas a nivel mundial registran el paso de las ondas y las almacenan para su posterior análisis y procesamiento, con el uso de software especializado se obtienen los parámetros sísmicos que aportan información valiosa para estudios de sismicidad. (p. 28)

Imagen 6: Sismograma del sismo ocurrido en Japón el 11 de marzo del 2011, magnitud Mw 8.9.



Fuente: CENEPRED 2017

2.1.2.1. Parámetros de evaluación del sismo

CENEPRED (2017) Define a los parámetros sísmicos como aquellos que caracterizan el sismo y que son frecuentemente mencionados en los boletines sísmicos que emiten las entidades sismológicas.

- **Hipocentro (profundidad del sismo)**

Es el punto interior de la tierra donde comienza la ruptura, también se le conoce como foco sísmico.

- **Hora Origen**

Representa la hora en que se inicia la ruptura, se expresa generalmente en tiempo universal, denominado Coordinated Universal Time o UTC. Son 5 horas adicionales a la hora local de Perú.

- **Epicentro**

Es la proyección vertical del hipocentro en la superficie terrestre, se representa en coordenadas geográficas o coordenadas UTM.

- **Magnitud**

La magnitud representa la energía liberada en el hipocentro, el valor de la magnitud de un sismo en particular es único, no está relacionada con el lugar de ubicación de un geográfico.

A continuación, se describen las escalas de magnitud que se han sido formuladas a lo largo del tiempo, actualmente la más utilizada a nivel mundial es la escala de momento sísmico.

- ***ML***, parámetro de magnitud propuesto por Ritchert en 1935, para aplicarla en sismos de sur de california. La definición original está dada en función de la amplitud máxima de las ondas sísmicas, registradas en un sismógrafo Wood - Anderson ubicado a 100 Km de distancia del epicentro. Esta escala comenzó a traer problemas cuando se aplicó a distintas regiones, ya que la forma de los registros depende del tipo de sismo y el tipo de estructura donde se propagan las ondas sísmicas; esto a su vez responde a características particulares del terreno.
- ***Mb***, utilizada para el cálculo de la magnitud del sismo (sismos ubicados a distancias mayores a 500 Km), con hipocentros (0-70 Km) superficiales. Su cálculo está basado en el análisis de las ondas internas.
- ***MS***, Magnitud basada en la amplitud de ondas superficiales. Se emplea para telesismos superficiales.
- ***Md***, Magnitud basada en la duración o CODA del evento sísmico. Se utiliza generalmente cuando un sismo se produce cerca a la estación sísmica y los sismogramas se saturan, en estos casos es difícil identificar la amplitud de la señal y la distancia epicentral (Lee, 1972).
- ***Mw***, Calculada a partir del momento sísmico el parámetro que relaciona las dimensiones de la fuente sísmica; rigidez del medio donde se produce el movimiento (μ), el área de dislocación (S) y el desplazamiento medio de la misma (D).

$$M_w = (2/3) \log M_0 - 10.7$$

Dónde: M_0 es el momento escalar en dinas-cm

- **Intensidad sísmica**

La intensidad sísmica es una medida cualitativa de los efectos causados en las personas, viviendas, infraestructura y en la naturaleza. A diferencia de la magnitud la intensidad originada por un sismo puede variar en distintos puntos geográficos, mientras más cerca este el epicentro los efectos serán mayores.

La escala de intensidad sísmica más utilizada en nuestro medio es la escala de Mercalli Modificada que tiene doce grados de los cuales se expresan en números romanos.

Cuadro 1. Escala de Mercalli Modificada.

GRADO	DESCRIPCIÓN
I	No sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por unas pocas personas en reposo, especialmente en los pisos elevados de los edificios.
III	Sentido con bastante nitidez en los interiores, especialmente en los pisos superiores de los edificios, pero muchas personas no lo reconocen como un terremoto.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos se despiertan. Ventanas y puertas son agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocará contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todo el mundo, muchos se despiertan. A veces se observan cambios en los árboles, los postes y otros objetos altos.
VI	Sentido por todos; muchos se asustan y salen a la calle. Algunos muebles pesados se mueven; pocos casos de paredes caídas o chimeneas dañadas. Poco daño.
VII	Todo el mundo corre a la calle. Daño despreciable en los edificios de diseño y construcción buenos; de ligero a moderado en las estructuras de construcción ordinaria; considerable en los edificios pobres o con estructuras mal diseñadas.
VIII	Daño ligero en estructuras especialmente diseñadas; considerables en edificios sustanciales ordinarios con derrumbamiento parcial; grande en estructuras mal construidas (caídas de chimeneas, columnas monumentos, muros.).
IX	Daño considerable en estructuras especialmente diseñadas. Los edificios son desplazados de sus cimientos. Se abren grietas en el suelo.
X	Se destruyen algunas estructuras de madera bien construidas. La mayoría de las estructuras de albañilería y madera se destruyen. Se abren muchísimas grietas en el terreno.
XI	Quedan de pie muy pocas estructuras, si queda alguna. Se destruyen los puentes; grandes fisuras en el terreno.
XII	Daño Total. Se ven ondas en el suelo. Los objetos son lanzados al aire.

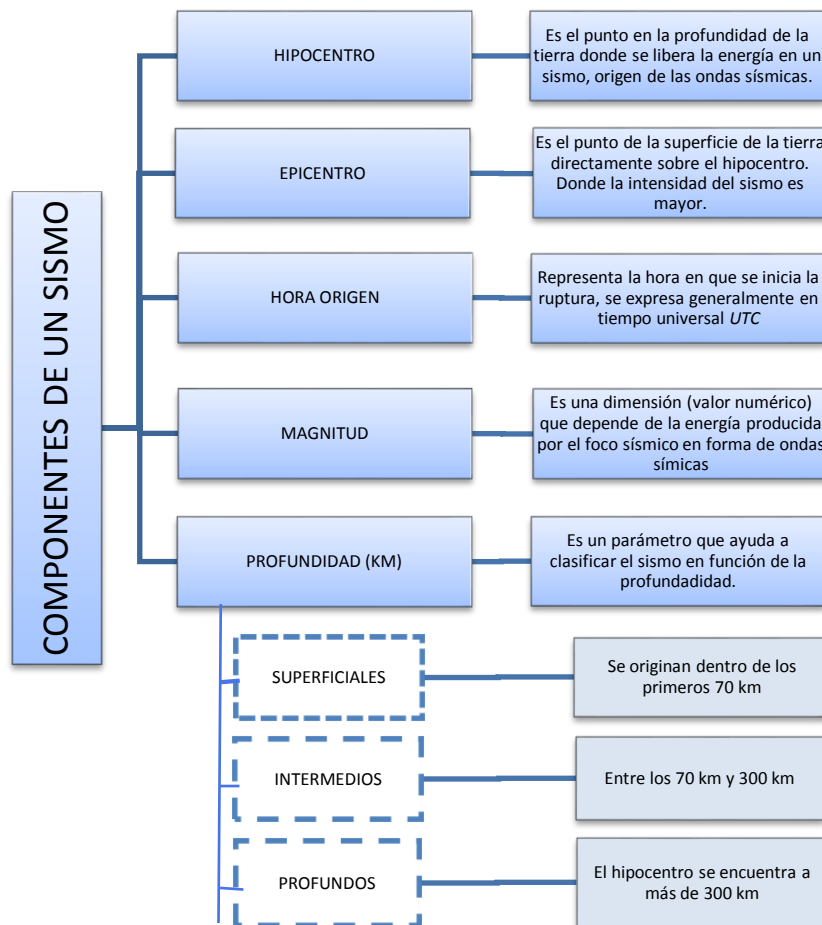
Fuente: Tavera, 2014

- **Profundidad**

En la distancia horizontal medida desde el epicentro hasta un punto geográfico en la superficie terrestre.

El diagrama 2 muestra los parámetros que ayudan a caracterizar el sismo, se indican los parámetros considerados como parte importante en el cálculo del nivel de peligrosidad sísmica:

Diagrama 2: Parámetros para la evaluación del Sismo.



Fuente: Adaptado de CENEPRED 2015

2.1.2.2. La sismicidad en el Perú

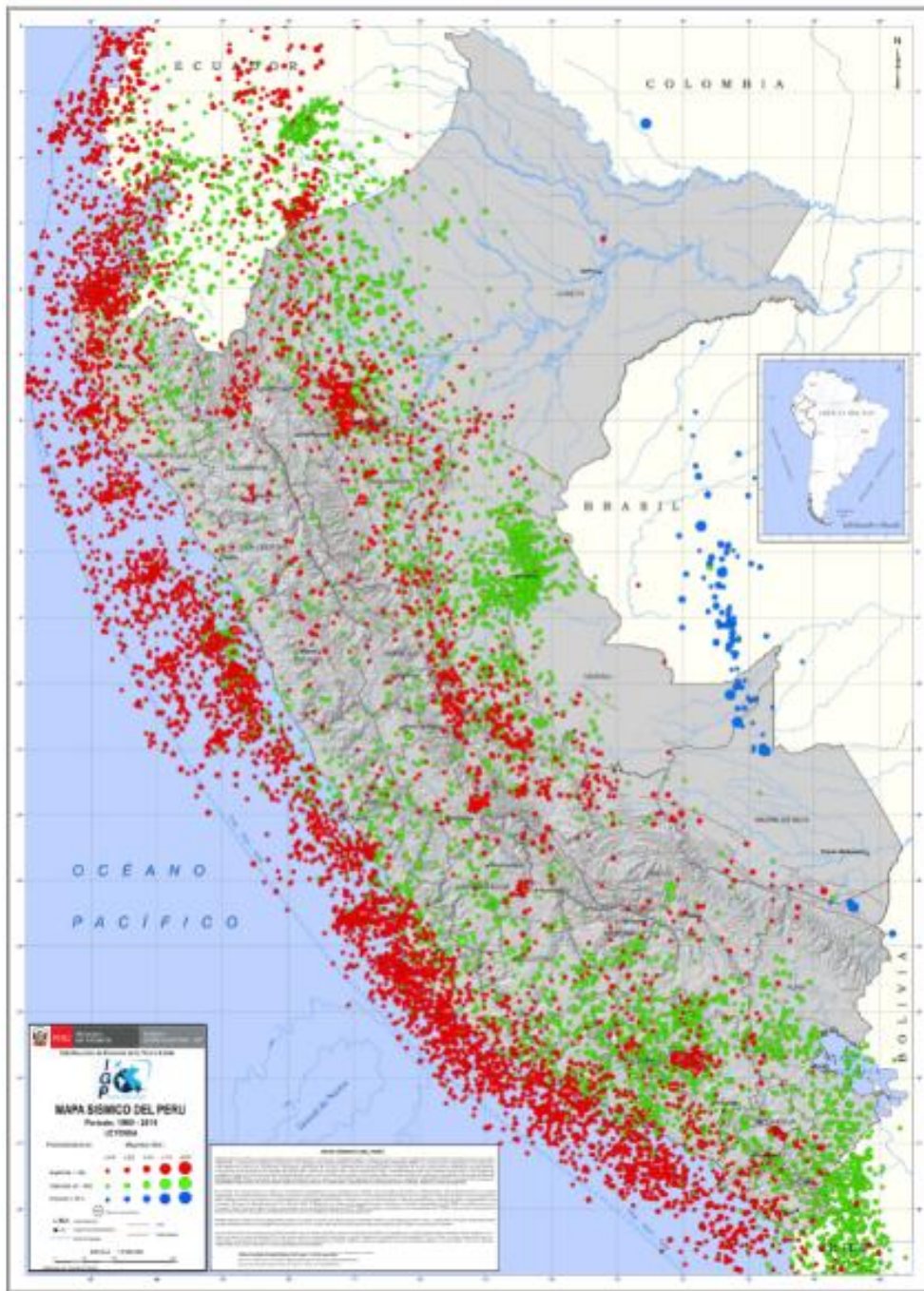
El proceso de convergencia y subducción de la placa de Nazca (oceánica) por debajo de la Sudamericana (continental) con velocidades promedio del orden de 7-8 centímetros por año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999), se desarrolla en el borde occidental del Perú. Este proceso da origen a sismos de diversas magnitudes y focos, ubicados a diferentes profundidades, todos asociados a la fricción de ambas placas (oceánica y continental), a la deformación de la corteza a niveles superficiales y a la deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera. La distribución espacial de esta sismicidad ha permitido definir la existencia de tres principales fuentes sismogénicas:

- La superficie de fricción entre las placas de Nazca y Sudamericana, presente en el borde occidental del Perú (entre la fosa y la línea de costa), da origen a los sismos más importantes, en cuanto a su magnitud ($M_w > 8,0$) e intensidad de sacudimiento del suelo. Muchos de estos eventos fueron acompañados de tsunamis que incrementaron el daño, principalmente en zonas costeras. Los recientes sismos de Arequipa del 2001 y Pisco 2007, produjeron importantes niveles de sacudimiento del suelo, llegándose a medir aceleraciones del orden de 0.4 g, lo suficiente para producir daños en viviendas frágiles o ubicadas en suelos inestables. Estos sismos produjeron tsunamis con olas de hasta 8 metros que llegaron a la costa en tiempo aproximado de 15 minutos.
- La segunda fuente, considera la deformación de la corteza continental con la presencia de fallas geológicas de diversas geometrías y dimensiones. Esta fuente da origen a eventos sísmicos con magnitudes de hasta 6,5 Mw, produciendo daños en áreas reducidas, pero con importantes niveles de sacudimiento del suelo. Eventos recientes son los ocurridos en 1990 y 1991 (6,5 Mw) en la región del Alto Mayo (San Martín), acompañados de deslizamiento e importantes procesos de licuación de suelos.
- La tercera fuente, agrupa a los sismos que se producen por la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la cordillera de los Andes, a niveles de profundidad del orden de 100 km a más. Esta fuente da origen a eventos sísmicos con magnitudes hasta de 7,0 Mw y en general, producen procesos de licuación de

suelos en valles de las zonas andinas y subandinas. Por ejemplo, el evento ocurrido en el año 2005 (7,0 Mw) en Yurimaguas (Loreto). (Tavera, 2014, p. 4)

El instituto geofísico del Perú tiene registrado los sismos que se han presentado en los últimos años. Imagen 7

Imagen 7: Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1964 y 2011.



Fuente: Tavera 2011

2.1.2.3. Historia Sísmica de Perú

La información histórica del Perú, fue recopilada en el Catálogo Sísmico elaborado por Silgado (1978) sismos que fueron registrados en crónicas y narraciones, posteriormente actualizado en un catálogo denominado “Catalogo sísmico del Perú 1471 – 1982” publicada por el instituto Geofísico del Perú (IGP). Tavera y Buforn (1998)

Tavera y Buforn (1998), afirma:

La información sobre la sismicidad histórica de Perú se remonta a los años 1513-1532. La calidad de estos datos depende fundamentalmente de la distribución y densidad de la población en las regiones afectadas por los terremotos.

La recopilación más completa sobre esta sismicidad ha sido realizada por Silgado (1968, 1978, 1985). En la tabla 1 se muestran los terremotos con $I_0 \geq VIII$ MM para el período 1513-1959. La mayoría de estos terremotos generaron maremotos de intensidad variable, algunos produjeron daños a lo largo de la costa Oeste de Sudamérica desde 9°S hasta 37°S y en muchos otros lugares alrededor del Pacífico (Montessus de Ballore, 1911; Hatori, 1968). En el interior del país tan solo se localizan tres terremotos ocurridos en 1650 (Cuzco, $I_0 = X$ MM), 1946 (Huaraz, $I_0 = IX$ MM) y 1947 (Satipo, $I_0 = VIII$ MM). A partir del área de intensidad máxima, Silgado (1978) obtuvo los valores de magnitud de los sismos históricos más importantes (“Magnitud Silgado”) con el objetivo de poder compararlos con sismos recientes. Posteriormente, Dorbath et al. (1990b) realizaron una revisión de estas intensidades y una evaluación de los principales maremotos para recalcular los valores de magnitud. La profundidad de la mayoría de estos terremotos, no ha sido determinada. (P. 191).

El resumen de los principales terremotos ocurridos en el Perú se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1: Principales terremotos ocurridos en Perú entre 1513 y 1959.

Fecha dd mm aa	Lat- S (°)	Lon- W (°)	I (MM)	M (Silgado)
22-01-1582	-16.3	-73.3	X*	7.9
09-07-1586	-12.2	-77.7	IX*	8.1
24-11-1604	-18.0	-71.5	IX*	8.4
14-02-1619	-8.0	-79.2	IX	7.8
31-05-1650	-13.8	-72.0	X*	7.2
13-11-1655	-12.0	-77.4	IX	7.4
12-05-1664	-14.0	-76.0	X	7.8
16-06-1678	-12.3	-77.8	IX*	-
20-09-1687	-13.0	-77.5	IX*	8.2
21-10-1687	-16.4	-71.6	VIII	-
22-01-1725	-12.0	-77.0	VIII	-
28-09-1746	-11.6	-77.5	X*	8.4
13-05-1784	-16.5	-72.0	X*	8
07-12-1806	-12.0	-78.0	VIII	7.5
10-07-1821	-16.0	-73.0	VIII	7.9
18-09-1833	-18.2	-71.0	VIII	-
13-08-1868	-18.5	-71.2	X*	8.6
09-05-1877	-19.5	-71.0	VIII	7.5
28-07-1913	-17.0	-73.0	IX	7
06-08-1913	-17.0	-74.0	X	7.7
24-05-1940	-10.5	-77.6	VIII*	8.2
24-08-1942	-15.0	-76.0	IX*	8.4
10-11-1946	-8.3	-77.8	X	7.2
01-11-1047	-11.0	-75.0	IX	7.5
12-12-1953	-3.6	-80.5	VIII	7.7

Fuente: Tavera y Buforn (1998)

2.1.2.4. Los sismos en Lima

Silgado (1978) Lima por encontrarse en las costas de Perú se ve expuesta a la alta actividad sísmica la cual es producida por la subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana. A lo largo de los años ha sido constantemente afectada por grandes sismos, estos fueron registrados:

- 1555: Se dio en 15 de noviembre. Fue el más fuerte desde su fundación, causo muchos desperfectos en sus edificaciones.
- 1568: Se dio en 09 de Julio. Asoló gran parte de Lima, sus principales edificios colapsaron y otros se maltrataron. Murieron entre 14 a 22 personas. En el cerro San Cristóbal se produjeron derrumbes y en la parte alta del valle se observaron grietas. Al sismo le siguió un tsunami que inundo gran parte de la costa.
- 1687: Sismo ocurrido el 20 de octubre a las 4:00 y 5:30 de la madrugada. Dos terremotos sacudieron Lima, pero fue el primero que desarticuló los edificios y torres de la ciudad y el segundo más prolongado término de dejarlo todo en ruinas, casi 100 personas muertas. Los estragos producidos por los sismos fueron grandes en el Callao y se extendió dejando en ruinas todo hasta unos 700 Km en dirección sur, con respecto de Lima. En detalle se indica que los sismos dejaron en ruinas al Callao, además del tsunami que prácticamente inundo toda la costa con el resultado de 300 personas muertas.
- 1746: Ocurrido el 28 a las 22:30 horas. Se indica Terremoto en Lima y tsunami en el callao probable intensidad X – XI MM. Se señala que fue tan fuerte que, de las 3,000 casas existentes distribuidas en 150 manzanas, solo 25 quedaron en pie. Cayeron igualmente monasterios, conventos, hospitales y muchas otras construcciones. Perecieron en Lima 1,141 personas de un total de 60,000 habitantes, otros cronistas suben estas cifras por diversas causas, y por las epidemias que luego se desataron en las noticias del periódico El Comercio publicaron fotos mostrando como las casonas quedaron fuertemente dañadas las cuales se muestran en la Imagen 8.

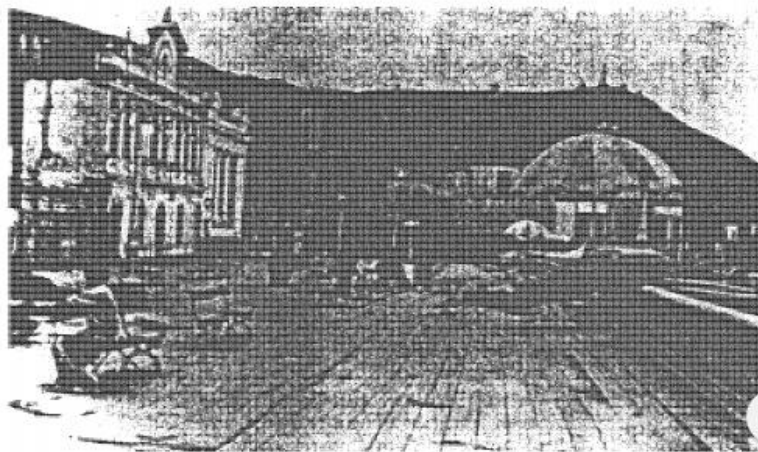
Imagen 8: Daños ocasionados por el sismo del 28 de octubre 1746.



Fuente: El Comercio 2017

- 1940: El Terremoto de Lima y Callao de 1940 se produjo el 24 de mayo de 1940, a las 11:35 de la mañana (hora local), asolando Lima, la Provincia Constitucional del Callao y zona costera del departamento de Lima, la intensidad apreciada por sus efectos sobre construcciones urbanas, se aproximó al grado de VI – VII MM. El sismo dejó un saldo de 179 muertos y 3,500 heridos. Ha sido el terremoto de mayor magnitud que afectó a Lima en el siglo XX y el segundo desde la fundación de la ciudad, después del Terremoto de Lima de 1746, los mayores daños ocurrieron en el distrito de chorrillos.

Imagen 9: Destrucción del antiguo Malecón de chorrillos, desprendimiento de losetas.



Fuente: Silgado 1978

5 mil casas destruidas en el Callao, 179 muertos y 3,500 heridos en Lima. 80% de viviendas colapsadas en Chorrillos, el malecón se agredió y hundió en tramos. Las construcciones antiguas de Lima sufrieron grandes daños. Averías en las construcciones de concreto en el Callao (Compañía Nacional de Cerveza) y la edificación de la Universidad Agraria de La Molina. Algunos hundimientos en la zona portuaria con daños a los muelles y la vía férrea. Interrupciones en la Carretera Panamericana Norte por desliz de arena en el sector de Pasamayo. Tsunami con retiro de mar a 150 metros y retorno con olas de 3 metros de altura que anegó todos los muelles.

- 1974: El Terremoto de Lima de 1974 se produjo el 3 de octubre de 1974 a las 9:21 de la mañana (hora local), azotando Lima y toda la costa hacia el sur, hasta la ciudad de Pisco. Ha sido el último gran terremoto que ha sufrido la capital peruana. Desde entonces ha existido un silencio sísmico que preocupa a los especialistas pues al no haber una liberación significativa de la energía acumulada en las placas subterráneas hace que aumente la probabilidad de que en un futuro cercano ocurra en Lima un seísmo mucho más devastador. Este sismo produjo 78 muertos y unos 2,500 heridos con la destrucción de varias viviendas antiguas de adobe y quincha.

Tavera, Bernal y Salas (2007) describen:

- 2007: 15 de agosto de 2007 con una magnitud de 7.0ML (escala de Richter) y 7.9Mw (escala Momento), denominado como “el sismo de Pisco” debido a que su epicentro fue ubicado a 60 km al Oeste de esta ciudad. El sismo produjo daños importantes en un gran número de viviendas de la ciudad de Pisco (aproximadamente el 80%) y menor en localidades aledañas, llegándose a evaluar una intensidad del orden de VII en la escala de Mercalli Modificada (MM). Este sismo presenta su epicentro y réplicas entre las áreas de ruptura de los sismos ocurridos en Lima en 1974 (7.5Mw) e Ica en 1996 (7.7Mw). Asimismo, este sismo produjo un tsunami que se originó frente a las localidades ubicadas al sur de la península de Paracas. (p. 5)

Imagen 10: El Hotel Embassy quedó destruido tras el terremoto de Pisco 2007.



Fuente: El comercio 2017

4.1.1. Microzonificación Sísmica

(CISMID- UNI, 2011) La microzonificación sísmica en el distrito de San Juan de Lurigancho identifica las zonas que presentan diferente comportamiento dinámico ante la ocurrencia de un sismo, esto se realiza en función de las características mecánicas y dinámicas que presentan los diferentes materiales del terreno.

Se identifica cinco zonas que presentan diferente comportamiento ante la ocurrencia de un sismo severo, se puede observar en la Imagen 11.

A continuación, se describen estas zonas:

Zona I: Esta zona está conformada por los depósitos cuaternarios de grava con arenas de origen coluvial en la zona Norte y grava aluvial, en las riberas del Río Rímac, en la Zona Sur del distrito de San Juan de Lurigancho. Dentro de esta denominación se pueden incluir a los depósitos aluviales provenientes del cono de deyección del río Rímac, los depósitos de huayco que se encuentran en las quebradas y los depósitos coluviales (formados bajo la acción de la gravedad), que se encuentran al pie de las laderas de fuerte pendiente que circundan al distrito.

En general, el material gravoso se encuentra a una profundidad que en promedio es menor a los 2.00 m, pudiéndose encontrar en zonas puntuales a profundidades mayores. En dirección Norte, esta profundidad va disminuyendo debido a la presencia de los afloramientos rocosos que conforman las laderas de los cerros.

En esta zona, las cimentaciones estarán emplazadas, dependiendo el caso, en gravas semi-compacta, arenas densas o material fino de consistencia firme. La capacidad de carga admisible para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho varía de 2.30 a 3.30 kg/cm² a la profundidad de cimentación de 0.80 a 1.20 m.

El comportamiento dinámico del material en esta zona es adecuado, se espera que no se incremente el nivel de peligro sísmico estimado. Los periodos de oscilación del suelo varían de 0.10 s a 0.20 s. El valor de la amplificación relativa del suelo obtenido por microtremores es de 1.50 veces a 6.50 veces.

Zona II: Esta zona predomina en la región central del distrito de San Juan de Lurigancho. Está conformada por materiales granulares finos superficiales y alternancias de suelos finos cohesivos y no cohesivos, de más de 10 m de espesor. En general, en esta zona el terreno de cimentación está conformado por suelos finos de consistencia media a dura, de bajo contenido de humedad. Considerando una cimentación corrida de 0.60 m de ancho se obtienen valores de capacidad portante de 1.30 a 1.90 kg/cm² a la profundidad de cimentación de 0.80 a 1.20 m.

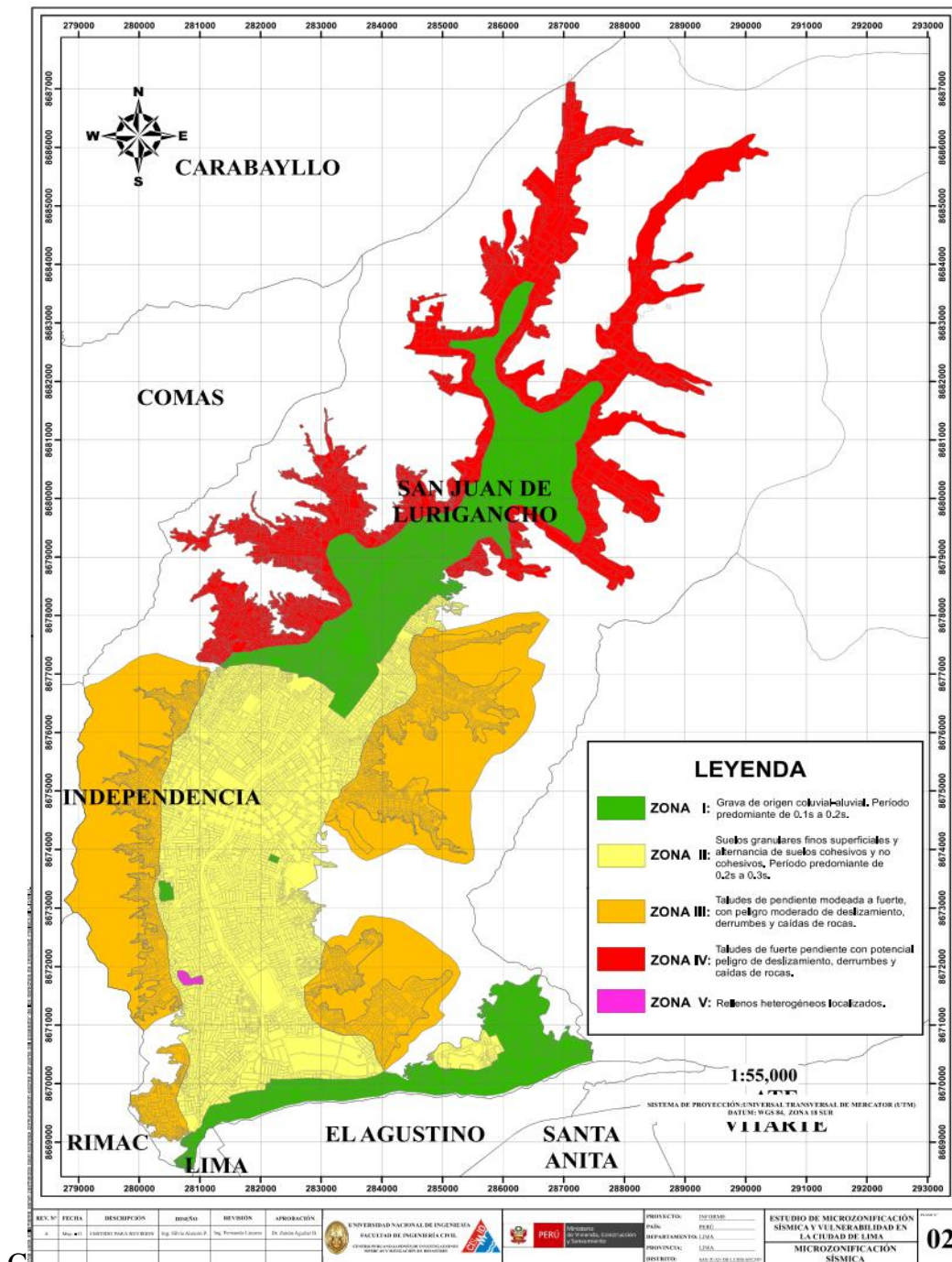
En esta zona se espera un incremento moderado del nivel de peligro sísmico estimado por efecto del comportamiento dinámico del suelo. Los periodos dominantes del suelo tienen valores de 0.2 s a 0.30 s. Los valores de amplificación relativa del suelo obtenido por microtremores varían de 2.00 veces a 7.30 veces.

Zona III: Esta zona está asociada a los taludes de pendiente moderada a fuerte que se localizan en los sectores Este y Oeste del distrito de San Juan de Lurigancho. En esta zona existe un peligro moderado de deslizamiento de detritos y lodos, derrumbes y caídas de rocas que están condicionadas a las precipitaciones pluviales y a la ocurrencia de sismos

Zona IV: Esta zona está asociada a los taludes de fuerte pendiente que se localizan en el sector Norte del distrito de San Juan de Lurigancho. En esta zona existe un alto peligro potencial de deslizamiento de detritos y lodos, derrumbes y caídas de rocas que están condicionadas a las precipitaciones pluviales y a la ocurrencia de sismos.

Zona V: Esta zona está asociada a un depósito de rellenos heterogéneos localizados en la zona central del distrito de San Juan de Lurigancho, con un espesor de más de 6.0 m. En esta zona las condiciones del suelo no son adecuadas para soportar las cimentaciones de las edificaciones y que de acuerdo a la norma E-050 de Suelos y Cimentaciones no debe habilitarse con fines urbanos.

Imagen 11: Mapa de microzonificación Sísmica



Fuente: Centro peruano- japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID)

2.1.3. Sistema De Información Geográfica

Buzai (2013) Los SIG a lo largo del tiempo han sido utilizados para resolver problemas socio-espaciales para distintas ramas de la ciencia y por muchos científicos por eso se le consideró como una *herramienta interdisciplinaria* a pesar que en sus inicios estos surgieron del trabajo de geógrafos. Es por eso que existan múltiples definiciones.

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos, con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG's son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato. (Instituto Humboldt, 2006, p. 108)

ESRI, 1995 (citado por Mena, 2002) con el fin de integrar todas las definiciones que existían por la variedad de aplicaciones y de sistemas desarrollados en diferentes campos realiza la siguiente definición:

Los SIG son un sistema organizado de equipo informático, software, datos geográficos y descriptivos, así como diseños personales para hacer eficiente la captura, almacenamiento, actualización, manipulación, análisis y despliegue de todas las formas de información georreferenciada. (p. 63)

2.1.3.1. Componentes de SIG.

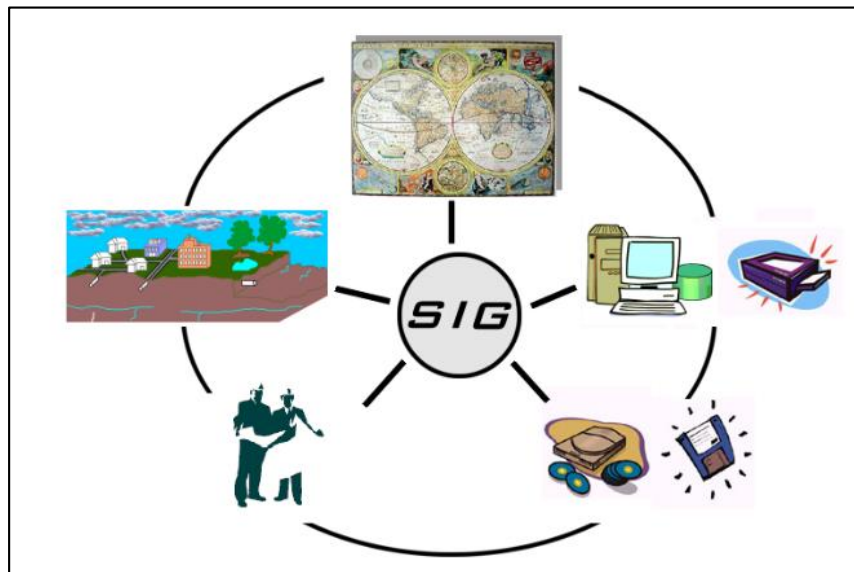
Mena (2002) Como cualquier Sistema de Información, un SIG integra un grupo de subsistemas que hacen posible su funcionamiento entre estos se encuentran: el equipo informático, el software correspondiente al sistema, información referenciada de los elementos de estudio, así como sus atributos descriptivos y un diseño específico de la aplicación. Este conjunto de elementos son los llamados componentes de un SIG.

Olaya 2012, detalla los elementos básicos que componen un Sistema de Información Geográfica:

- Datos: Los datos son la materia prima necesaria para el trabajo en un SIG, y los que contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG.
- Métodos: Un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.

- Software: Es necesaria una aplicación informática que pueda trabajar con los datos e implemente los métodos anteriores.
- Hardware: El equipo necesario para ejecutar el software.
- Personas: Las personas son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG.

Imagen 12: Principales componentes de un sistema de información Geográfica.



Fuente: ESRI 1995

2.1.3.2. Funcionamiento de los SIG:

Gómez y Barredo (2005) afirman:

Las funciones de los SIG se pueden agrupar en cuatro conjuntos fundamentales:

a) Entrada de información

Esta etapa es fundamental para disponer de una base de datos potente, operativa, libre de errores versátil, lo que permite posteriormente un adecuado funcionamiento del SIG.

(p. 6)

Meaden y Kaptsky (1992) citado por Flores (2016) describen las actividades que se dan en esta fase.

- Se adquiere los datos (digitalización e integración de datos externos).
- Se da la Validación y edición de datos, es decir, verificación y corrección.
- Finalmente, la estructuración y almacenamiento de datos.

b) Gestión de datos

Esta función de los SIG abarca las operaciones de almacenamiento y recuperación de los datos de la base de datos, es decir, los aspectos concernientes a la forma en que se organizan los datos espaciales y temáticos en la base de datos. (p. 7)

Meaden y Kaptsky (1992) citado por Flores (2016) describen las actividades que se dan en esta fase.

- Conversión de estructura, por ejemplo, de vectores a cuadrículas.
- Conversión geométrica: superposición de mapas, cambios de escala, diversas transformaciones, cambios de proyección cartográfica, etc.
- Generalización y clasificación: reclasificación de datos, agregación o desglose de datos, etc.
- Integración, por ejemplo, combinación de estratos de diferentes superficies.
- Recuperación selectiva de información sobre la base de temas o criterios definidos por los usuarios, incluidos servicios de consulta rápida.

c) Transformación y análisis de datos

Esta función es el aspecto fundamental de los SIG, aquí radica todo su potencial operativo. Las funciones de transformación y análisis de datos son las que proveen “nuevos” datos a partir de los existentes originalmente, es aquí donde el usuario define los datos y como los utilizara, para resolver problemas espaciales determinamos, estableciéndose así soluciones a través de los SIG con las operaciones que utilizan los datos espaciales de diferentes maneras. (p. 7)

Meaden y Kaptsky (1992) citado por Flores (2016) describen las actividades que se dan en esta fase.

- Análisis espacial: asignación de rutas, cálculos de pendientes y aspectos, etc.
- Análisis estadístico: histogramas, análisis de frecuencias, medidas de dispersión.
- Mediciones, como la longitud de líneas, cálculos de superficies y volúmenes, distancias y direcciones.

d) Salida de datos

En un SIG existen diversas formas de salidas de datos, las cuales dependen de los requerimientos del usuario, las más frecuentes son: mapas analógicos, tabla de valores, gráficos, representaciones tridimensionales, simulacros de vuelo sobre ciertas zonas, etc. Con estas salidas podemos representar la información contenida en la base de datos, o bien mostrar el resultado de determinadas aplicaciones. (p. 8)

Burrough y Mcdonell (1998) consideran que las operaciones y las funciones que se pueden ejecutar en el SIG se realizan de acuerdo a la orientación o especialización (procesamiento vectorial, ráster, Imágenes, geobase de datos), del sistema operativo, hardware y de los profesionales a utilizarlo.

Sin embargo, con fines didácticos los clasifican de la siguiente manera:

1) Captura y edición de geodatos

- Creación, edición y actualización de capas vectoriales y ráster (incluidas las Imágenes).
- Creación de topología.
- Proyectar y retroproyectar set de geodatos.
- Transformaciones geométricas, georreferenciación, generalización, juntar, disolver.
- Integración con archivos CAD, DXF, Imágenes y del sistema de posicionamiento global satelital (GPS, por sus siglas en inglés o SPG en castellano).
- Conversión, exportación e importación entre formatos de geodatos.
- Creación y edición de atributos (tablas y bases de datos).
- Rasterizar y vectorizar geodatos.

- 2) Gestión y análisis de atributos no espaciales
 - Almacenamiento y recuperación de datos.
 - Búsqueda por atributos.
 - Gestión de bases de datos.
 - Creación, edición y actualización de atributos (tablas).
 - Análisis estadístico.

- 3) Visualización y productos gráficos
 - Visualización en 2D
 - Simbolización
 - Entorno Web

- 4) Geoprocesamiento
 - Operaciones de superposición: recortar, borrar, interceptar, identidad, unión.
 - Operaciones de proximidad (vectorial): polígonos de Thiessen, punto en polígono, área de influencia (búfer).
 - Operaciones de proximidad (ráster): interpolación geoespacial (e.g. curvatura mínima, distancia ponderada inversa, Kriging), filtros digitales (ventana móvil), funciones topográficas (gradiente, aspecto, convexo/cóncavo), creación de isolíneas y perfiles, análisis de intervisibilidad, iluminación o sombreado del terreno, vistas en perspectiva, proximidad relativa (concepto de fricción).
 - Operaciones de conectividad: Caracterización de polígonos basados en su área y forma (p.ej. tamaño, distancia de semieje menor y mayor). Análisis de redes (p.ej. optimización de rutas, asignación de recursos, predicciones de flujo en una ruta).

- 5) Producción cartográfica
 - Simbolización (colores, tramados, dimensiones de elementos gráficos)
 - Exporta mapas como jpg, tiff, png.

2.1.3.3. Análisis geoespacial y modelamiento

Liria (2008) afirma:

Los análisis geoespaciales utilizan los datos que se almacenan en el SIG para obtener una nueva información, la cual puede representarse en mapas y resumirse en forma de registros para ser analizados por el usuario a su vez tomar la decisión de acuerdo al modelo y si este constituye una solución meritoria o no; estas incluyen medición de distancias y áreas, análisis de proximidad (buffer), operaciones de disolución y fusión de polígonos, superposición, análisis de superficies.

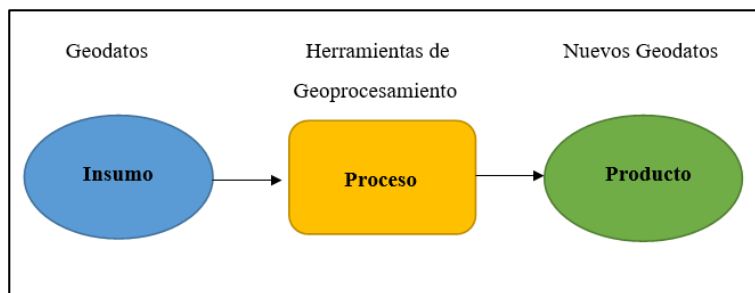
2.1.3.4. Geoprocesamiento

El geoprocesamiento es un término que engloba tres aspectos fundamentales de un SIG: automatización de procedimientos, análisis geoespacial y modelado de aspectos de la vida real. La mayoría de las tareas que se realizan en un SIG son, hasta cierto punto, repetitivas y por lo tanto es deseable utilizar métodos y procedimientos de trabajo que permitan automatizar, documentar y posteriormente compartir los pasos o procedimientos como parte de un flujo de trabajo. (Falla, 2012, p. 339)

ArcGIS Resources (2014) explica:

Los propósitos fundamentales del geoprocesamiento permiten automatizar las tareas SIG, realizar análisis y modelado espacial. Casi todos los usos de SIG incluyen la repetición del trabajo y esto crea la necesidad de contar con métodos para automatizar, documentar y compartir procedimientos de varios pasos conocidos como flujos de trabajo. El geoprocesamiento admite la automatización de los flujos de trabajo al proporcionar un amplio conjunto de herramientas y un mecanismo para combinar una serie de herramientas en una secuencia de operaciones mediante modelos y secuencias de comandos.

Imagen 13: Geoprocesamiento



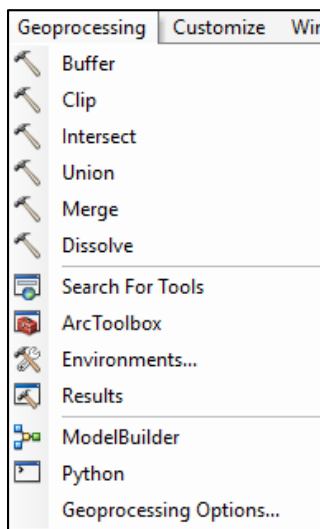
Fuente: ArcGIS Resources 2014

Herramientas de Geoprocesamiento

Las herramientas de geoprocesamiento han estado evolucionando mucho antes de la tecnología SIG moderna. En otras épocas, cuando los analistas geográficos trataban de resolver problemas del mundo real, se reunían, creaban organigramas y diagramas muy similares a aquellos que se crean con Model Builder en la actualidad. Las tareas en estos primeros organigramas evolucionaron en un software que se ha convertido en el principal conjunto de herramientas de geoprocesamiento que se pueden ver hoy. (ArcGIS Resources, 2014)

Las herramientas básicas se encuentran en la sección de geoprocessing. Por medio de esta sección o mediante ArcToolBox o buscarlo directamente por “Search” se puede localizar las herramientas de geoprocesamiento, no obstante, existen muchas herramientas de las cuales se puede hacer uso.

Imagen 14: Herramientas básicas de Geoprocesamiento.



Fuente: ArcGIS 10.4

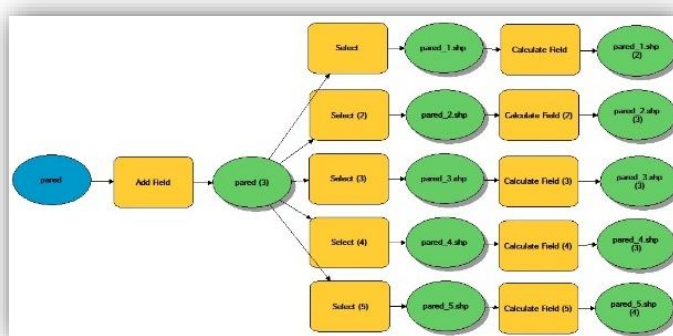
A continuación, se define cada una de las herramientas encontradas en la sección de geoprocésamiento (Matellanes & Quesada & Muñoz, 2014):

- **Buffer:** esta herramienta está encargada de establecer análisis de proximidad o zonas de influencia las cuales son utilizadas para obtener nueva información gráfica para determinar qué cosas se encuentran en un área de influencia determinada.
- **Clip:** Para el uso de esta herramienta se necesitan dos capas una de ellas sirve de silueta para recortar las entidades de la otra capa y le otorga la misma forma espacial, como resultado se tiene una capa cuyos elementos siguen los límites de la capa de la silueta.
- **Intersect:** Por medio de esta herramienta, dos capas se cruzan obteniendo como resultado los límites comunes que comparten las entidades geográficas de cada capa.
- **Unión:** Por medio de esta herramienta se une íntegramente, los límites de dos capas obteniendo, como resultado, una sola capa cuyas entidades presentan una información proveniente de la combinación de ambas capas.
- **Merge:** Combina múltiples conjuntos de datos de entrada del mismo tipo de datos en un único y nuevo conjunto de datos de salida. Esta herramienta puede combinar clases o tablas de entidades de punto, línea o polígono.
- **Dissolve:** Con esta herramienta se puede disolver los límites entre elementos y unificar entidades de una misma capa siempre y cuando presenten un atributo, o valor común, dentro de su tabla de atributos.

Geoprocésamiento con Model Builder

ArcGIS Resources (2014) define, Model Builder es una aplicación o herramienta que sirve para crear, editar y administrar modelos. Los modelos son flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas de geoprocésamiento y suministran la salida de una herramienta a otra herramienta como entrada. Model Builder también se puede considerar un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo.

Imagen 15: Model Builder



Fuente: Elaboración Propia

2.1.3.5. Análisis de la vulnerabilidad mediante tecnología SIG

Saborio (2003) citado por Ochoa (2014) afirma:

La evaluación de la vulnerabilidad por medio de los SIG permite; contar con una visión de conjunto y multivariada de la vulnerabilidad, establecer relaciones espaciales y vincular distintos tipos de información digital de consulta directa, realizar actualizaciones que respondan al dinamismo del problema. (p. 40)

2.1.4. Proceso Analítico Jerárquico

El Proceso Analítico Jerárquico (The Analytic Hierarchy Process, AHP) fue propuesto y desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty en 1980.

Saaty (1980) citado por Toskano (2005), el AHP “se trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de sub problemas en una conclusión”.

Toskano (2005) expresa, “el proceso de análisis Jerárquico (AHP), está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples”.

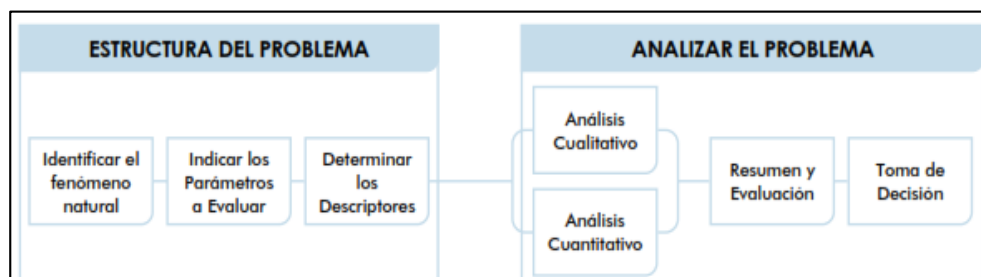
La fundamentación del AHP se basa en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas).
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.

- Evaluación de los elementos mediante asignación de “pesos”.
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
- Síntesis.
- Análisis de Sensibilidad.

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico permite a los actores tomar decisiones, hacer evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de los criterios y después especificar su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión para cada criterio.

Imagen 16: Flujo metodológico a seguir para la toma de decisiones



Fuente: CENEPRED 2015

Para realizar las evaluaciones, Saaty utiliza una escala subyacente de valores 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de dos elementos. La escala presenta calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el decisor. Ver anexo 3.

Para Toskano (2005) citado por CENEPRED (2015) algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de Decisión Multicriterio y son:

- Presenta un sustento matemático;
- Permite desglosar y analizar un problema por partes;
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;
- Incluir la participación de equipos multidisciplinarios y generar un consenso;
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso;
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad;

- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres CENEPRED, en su “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales- v2” realiza el análisis y estimación del riesgo aplicando la metodología Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) desarrollado y propuesto por Thomas L. Saaty.

CENEPRED (2015) afirma:

Para la ponderación de los criterios, sub criterios y descriptores se utiliza el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. A continuación, se explica cómo se forma la matriz cuadrada la cual tiene el mismo número de filas y columnas. (p. 215)

La notación matemática sería: $A = A_{ij}$

Cálculo de los pesos ponderados:

Se construye la matriz de comparaciones pareadas, el que mostraría la comparación entre criterios, sub criterios y/o descriptores según el caso de interés. En el caso de ponderación de criterios esta matriz nos permite determinar la importancia de un criterio respecto a otro, lo que nos servirá posteriormente para la ponderación de criterios. (p. 215)

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Sumamos verticalmente los elementos de cada columna. Así se obtienen los valores:

$$v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

Se construye la matriz de comparaciones normalizada. La cual se obtiene de dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

Para el siguiente paso obtenemos el vector prioridad el cual nos mostrará el peso ponderado de cada criterio a partir de la matriz normalizada:

$$p = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Se obtiene el vector de prioridades de los criterios:

$$p = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix}$$

La suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n p_{ci} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1$$

Posteriormente se verifica la existencia de consistencia entre los juicios expresados o no, para esto se hace uso de la relación de consistencia RC. (p. 216)

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Para saber si existe consistencia en los juicios expresados es necesario pasar por este proceso aquí se multiplica cada valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se deben sumar los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP). (p. 217)

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ p_{cin} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

Se divide los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$\begin{aligned} VSP_{11} / p_{c11} &= \lambda_1 \\ VSP_{12} / p_{c12} &= \lambda_2 \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \\ VSP_{1n} / p_{cin} &= \lambda_n \end{aligned}$$

Posteriormente se determina la lambda máxima λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n) / n$$

Esto nos permite hallar el índice de consistencia

Calcular el Índice de Consistencia (IC):

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

Esto nos permite hallar la relación de consistencia de la matriz para verificar si las decisiones fueron adecuadas.

Determinar la Relación de Consistencia (RC);

$$RC = IC / IA$$

Donde IA es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria. (p. 218)

Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

NOTA: Para matrices de 3 parámetros la RC debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10

Toskano (2005) expresa que la relación de consistencia (RC) está diseñada de manera que los valores que exceden de 0.10 entonces estos son señal de juicios inconsistentes; y esto hace que en esos casos el tomador de decisiones desee reconsiderar y modificar los valores originales de la matriz de comparaciones pareadas. Se considera que los valores de la razón de consistencias de 0.10 o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas.

Así tenemos que:

RC ≤ 0.10: Consistencia Razonable

RC > 0.10: Inconsistencia

MARCO LEGAL

- Política de Estado 32 Gestión del Riesgo de Desastres – aprobado en el Acuerdo Nacional.
- Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD), ley 29664 de fecha 18 de febrero de 2011.
- Reglamento de la Ley 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), Decreto Supremo N° 048-2011-PCM de fecha 26 de mayo de 2011.
- Aprueban lineamientos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, según Resolución Ministerial N° 334- 2012- PCM.
- Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 29869, Ley de ReAsentamiento Poblacional para las Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable, Decreto Supremo N° 126- 2013- PCM.
- Decreto Supremo que establece el acceso e intercambio de información espacial entre entidades de la Administración Pública, Decreto Supremo N° 133-2013-PCM.
- Aprueban directiva “Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en gestión del Riesgo de Desastres, de las entidades del estado en los tres niveles de Gobierno” y su anexo, Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM.
- Lineamientos para la organización, constitución y funcionamiento de las Plataformas de Defensa Civil, Resolución Ministerial N° 180-2013-PCM
- Decreto Supremo N° 034-2014-PCM, que dispone la aprobación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021.

MARCO INSTITUCIONAL

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), como un sistema funcional, ha sido creado por la Ley N° 29664, como un sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres. (Art 1°)

El SINAGERD está compuesto por:

- a) La presidencia de consejo de ministros (PCM)
- b) El Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- c) El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).
- d) El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- e) Los Gobiernos regionales y gobiernos locales.
- f) El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN)
- g) Las entidades públicas, las fuerzas armadas, la policía Nacional del Perú, las entidades privadas y la sociedad civil. (Art.9 °)

A continuación, se describe su participación de cada entidad conformante del SINAGERD:

La presidencia de consejo de ministros (PCM)

Es el ente rector del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres. (Art. 10)

El Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Es el órgano de máximo nivel de decisión política y de coordinación estratégica, para la funcionalidad de los procesos de la gestión del riesgo de desastres en el país. (Art. 11)

El Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres está integrado por:

- El Presidente de la República, quien lo preside.
- La Presidencia del Consejo de Ministro, que asume la Secretaría técnica.
- El Ministro de economía y finanzas.
- El Ministro de defensa.

- El Ministro de salud.
- El Ministro de Educación.
- El Ministro de Interior.
- El Ministro de Ambiente.
- El Ministro de Agricultura.
- El Ministro de transportes y comunicaciones.
- El Ministro de vivienda, construcción y Saneamiento.
- Ministro de desarrollo e inclusión social

El presidente puede convocar a otros ministros o a otras entidades públicas, privadas, especialistas nacionales o internacionales cuando la necesidad lo requiera.

Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del riesgo de desastres - CENEPRED

Es un organismo público ejecutor responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en lo referente a los procesos de estimación, prevención, reducción, así como de reconstrucción, tiene calidad de pliego presupuestal.

Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI

Es un organismo público ejecutor que conforma el SINAGERD, responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación.

Los Gobiernos regionales y gobiernos locales

Son los responsables de desarrollar las acciones de la gestión del riesgo de desastres, con plena observancia.

El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

Coordina con el ente rector del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres en el plan estratégico de desarrollo nacional.

Las Entidades Públicas

Son los ministros las máximas autoridades responsables de la implementación de los procesos de la gestión de riesgo dentro de sus respectivos ámbitos de competencia, a su vez las entidades públicas incorporan la gestión de riesgo de desastre como también se encargan de generar normas, instrumentos y mecanismos específicos.

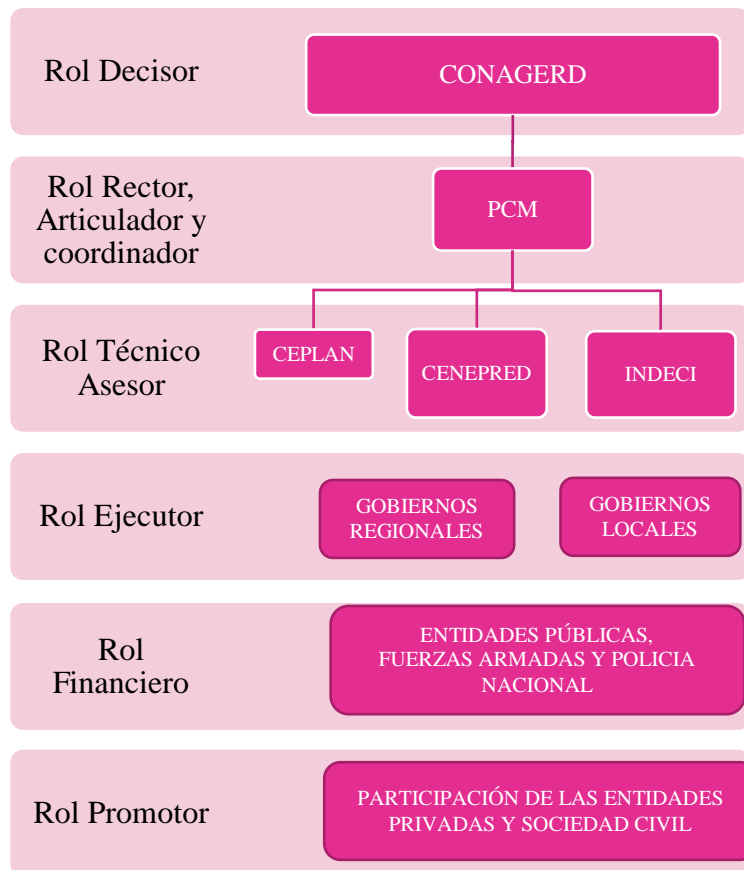
Las Fuerzas Armadas, La Policía Nacional Del Perú

Participan en la gestión del riesgo de desastres en lo referente a la preparación y respuesta ante situaciones de desastre, participan de oficio en la atención de situaciones de emergencia que requieran acciones inmediatas de respuesta.

Las entidades privadas y la sociedad civil

Constituyen un deber y un derecho para la puesta en marcha de una efectiva Gestión de Riesgo de Desastres, sustentado en el principio de participación.

Diagrama 3: Entidades conformantes del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres.



Fuente: Elaboración Propia

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Criterio metodológico:** Comprende el conjunto de pasos a desarrollar durante la investigación. Tienen que ver con las decisiones que el investigador toma con respecto a tipo de investigación, diseño, unidades de estudio y procedimientos, entre otros.
- **Cultura de Prevención:** Es el conjunto de valores, principios, conocimientos y actitudes de una sociedad que le permiten identificar, prevenir, reducir, prepararse, reaccionar y recuperarse de las emergencias o desastres.
- **Desastres:** Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.
- **Geodatos:** Un Geodato o Dato Geográfico es la síntesis gráfica de una parte del hecho geográfico que se quiere representar, es decir, la selección de las características que definen el fenómeno real a representar desde el punto de vista espacial, temporal y temático.
- **Gestión del Riesgo de Desastres (GRD):** Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.
- **Indicador:** Expresión cuantitativa y/o cualitativa que permite observar, describir y evaluar los diferentes aspectos de una situación actual, formular situaciones deseadas o comparar una situación común con relación a una situación deseada, ayudando en la toma de decisiones.

- **Infraestructura:** Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.
- **Microzonificación Sísmica:** Son estudios que consisten en la identificación y caracterización de unidades litológicas, generalmente suelos cuya respuesta dinámica frente a terremotos son semejantes. Además de estas unidades se incluyen los efectos inducidos (fallas, licuefacción, etc.) y se valora su peligrosidad. Los mapas resultantes, o mapas de microzonificación, se presentan en una base cartográfica útil para fines de edificación y planificación urbana.
- **Peligro:** Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos.
- **Peligro Sísmico:** Probabilidad que el sismo más fuerte puede ocurrir en una zona, en un cierto número de años, exceda un determinado nivel de intensidad sísmica (intensidad, aceleración, velocidad, etc.)
- **Riesgo de Desastre:** Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se explica los materiales, equipos e instrumentos, que se utilizaron a lo largo del desarrollo de la presente investigación. Así mismo, se detalla la metodología aplicada para este estudio.

3.1.MATERIALES

3.1.1. Los Estudios, informes y manuales

- Se encuentran los estudios de investigación de vulnerabilidad y Riesgo, informes de microzonificación del área estudiada y obtenida de CISMID, los manuales de evaluación del riesgo de CENEPRED e INDECI y la información catastral otorgada por la municipalidad de San Juan de Lurigancho todos estos ayudaron al desarrollo del presente trabajo de investigación.

3.1.2. La información vectorial y ráster

- Plano catastral del Asentamiento Humano Juan pablo II en formato digital (dwg), proporcionado por la Municipalidad de San Juan de Lurigancho; el cual fue utilizado para la fase del levantamiento de campo y más adelante para la elaboración de los mapas temáticos.
- Modelo de elevación digital (DEM), el DEM utilizado es de 12m de resolución, perteneciente al sensor ALOS PALSAR, que fue descargado del portal de la NASA, Alaska Satellite Facility; fue utilizado para crear las curvas de nivel como también para obtener el mapa de pendientes.

3.2.EQUIPOS

- Laptop Toshiba procesador I5, la cual fue utilizada en la elaboración del presente trabajo de investigación tanto en la parte de redacción y estadística

como para procesamiento, análisis de la base de datos y creación de mapas mediante programas.

- Una cámara Samsung DV300F, se utilizó para tomar fotografías de cada uno de los lotes en estudio sirvió para hacer las verificaciones de campo.
- Celulares con cámara incluida, estos sirvieron por su aplicación en ubicación y por el uso de las cámaras.

3.3.INSTRUMENTOS

- Ficha, basada en la ficha catastral y en experiencias de otros estudios, fue utilizada para la fase del levantamiento de campo aquí se llenaron datos de tipo físico como tipo de material predominante en paredes, tipo de material predominante en techo, Estado de conservación, Antigüedad, topografía del terreno, número de pisos, tipo de cargas vivas, estado de construcción y reforzamiento en la estructura de la vivienda. Ver anexo I
- Encuesta, basada en experiencias de otros estudios y en consideraciones propias. Fue utilizada para la fase del levantamiento de campo, mediante la encuesta se obtuvo información de tipo social, económico y cultural lo cual sirvió para determinar los niveles de vulnerabilidad en la dimensión social. Ver anexo 2
- ArcGIS 10.4, mediante este software se plasmó la base grafica (lotes, manzanas y vías) extraídas del plano del Asentamiento Humano Juan Pablo II y fue alimentada por la información levantada en las fichas y encuestas, aquí también se realizó el geoprocésamiento y finalmente se hizo la determinación de los niveles de vulnerabilidad.

3.4.METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación escogido es mixto, ya que utiliza parámetros cualitativos, pero con la evaluación de forma cuantitativa.

Para la elaboración de la metodología se tomó como fuente el libro “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica” de Santiago Valderrama Mendoza.

3.4.1. Tipo De Investigación

El presente estudio se ubica en la investigación *Aplicada* ya que se propone utilizar una metodología mediante el uso sistema de información geográfica para determinar los niveles de vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Juan Pablo II con la finalidad de generar un modelo de Geoprocesamiento, mapas de vulnerabilidad y finalmente obtener los niveles de vulnerabilidad de cada lote y así concientizar a la población. Esta investigación podría ser de tipo *tecnológico* ya que al buscar determinar los niveles de vulnerabilidad se crea un modelo de Geoprocesamiento *Model Builder*, el cual automatiza el procedimiento para determinar la vulnerabilidad, permite ser adaptado y usado en otros ámbitos de estudio similares. (Valderrama, 2016)

3.4.2. Nivel De Investigación

De acuerdo con el nivel de profundidad de la investigación, el presente trabajo de investigación se ubica en nivel Descriptivo, porque medirá y describirá los niveles de vulnerabilidad ante un evento sísmico en la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan de Lurigancho. (Valderrama, 2016)

3.4.3. Diseño De Investigación

El presente proceso de investigación se ubica en el diseño no experimental transversal *descriptivo*. Es *no experimental* porque no se manipula la variable independiente (Nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico) porque esta se va a determinar. Es *transversal* porque se recoge los datos de la población en estudio en un solo momento o tiempo determinado y es descriptivo porque indaga en la incidencia de los niveles de las variables. (Valderrama, 2016)

Muestra

El universo del presente trabajo de investigación es el distrito de San Juan de Lurigancho con una población de 1 millón 91 mil 303 habitantes según la información estadística del INEI en el año 2015 para estudios de gestión de riesgos en el Perú.

El espacio espacial es el Asentamiento Humano Juan Pablo II, con una población de 1,579 habitantes y 368 viviendas pertenecientes al Asentamiento Humano Juan Pablo II, según la información recolectada en campo.

Respecto al espacio temporal del estudio, se realizó entre los años 2017 y 2018, la recolección de datos de campo se realizó en cuatro días de campaña durante el mes de Julio del 2017.

Unidad de análisis, se realizó a nivel de lotes los cuales sumaron 368 viviendas agrupadas en 20 manzanas, datos que fueron recogidos directamente de campo.

3.5. MÉTODO Y PROCEDIMIENTO

El método principal que se utilizó fue el *Descriptivo* porque se busca analizar a un grupo de personas y viviendas con el propósito de determinar los niveles de vulnerabilidad.

A continuación, se detalla el procedimiento del trabajo de investigación:

3.5.1. Recopilación De La Información Previa

Esta etapa tiene dos tipos de información recopilada: Los Estudios, informes y manuales los cuales ayudaron a tener una visión más amplia para extraer la información de campo, y la información vectorial y ráster que sirvió para generar el plano de ubicación, identificando los lotes y manzanas en campo.

3.5.2. Recolección de datos en campo

Para obtener la información necesaria para este trabajo de investigación se realizó un levantamiento tipo catastral para obtener las características físicas de las viviendas y se hizo un cuestionario a los habitantes con el fin de obtener información de tipo social, económica y cultural. Dos semanas antes de la salida de campo se capacitó a los alumnos del último año de ingeniería geográfica en

dos inducciones con prácticas previas. La salida de campo se realizó en cuatro días de campaña durante el mes de Julio del 2017, 70 personas divididas por funciones, 30 levantaron información de tipo física y 40 información de tipo social. Para la recopilación de esta información se hizo uso de instrumentos de recolección: ficha y encuesta. Toda la fase de campo fue supervisada por mi persona.

Para la verificación de la información recolectada en fichas se realizó una comparación de los formatos llenados en campo con las fotografías digitales tomadas en el lugar, la verificación se hace comparando la foto con los atributos de los lotes, por ejemplo, observando el número de pisos en la foto.

Para la verificación de los datos de la encuesta se realizaron visitas de campo tomándose lotes al azar por manzanas, preguntando a los vecinos y volviéndose a tomar los datos con esto comprobándose la veracidad al mismo tiempo se aprovechó uno de los días para completar la información, levantando los datos de algunos lotes que no pudieron ser encuestados en los días de programados.

3.5.3. Organización de la base de datos

En esta etapa se realizó la clasificación de la información recopilada en la etapa anterior, los indicadores o parámetros obtenidos se agruparon en fragilidad física, resiliencia física, ambas dentro del análisis de la dimensión física; fragilidad social y resiliencia social dentro de la dimensión social, es importante aclarar que el factor exposición no se detalla por que se evalúa todas las viviendas y toda la población del Asentamiento Humano Juan Pablo II según lo aplica CENEPRED en el Manual para la evaluación del riesgo por sismos.

La fragilidad física: Referida a las condiciones de desventaja o debilidad que tienen las viviendas frente al impacto de un sismo de gran magnitud. (CENEPRED, 2017 p. 50)

A criterio propio y por experiencias de estudios anteriores se agrupó como indicadores de la fragilidad física a los siguientes:

- Material predominante en Paredes
- Material predominante en Techos
- Estado de conservación
- Antigüedad de la vivienda
- Topografía del terreno
- Número de pisos
- Cargas vivas
- Estado de construcción

Resiliencia física: Esta referida a la capacidad que tiene la estructura física, para asimilar, absorber, resistir frente al impacto de un sismo de gran magnitud. (CENEPRED 2017 p. 53)

A criterio propio y por experiencias de estudios se tomó como indicador de la resiliencia física:

- Reforzamiento en la construcción

La fragilidad Social: Referida a las condiciones de desventaja o debilidad que tienen los habitantes frente al impacto de un sismo de gran magnitud. (CENEPRED 2017 p. 54)

A criterio propio y por experiencias de estudios anteriores se agrupó como indicadores de la fragilidad social a los siguientes indicadores:

- Grupo Etereo
- Discapacidad
- Tipo de seguro
- Servicios básicos
- Tipo de tenencia de vivienda

Resiliencia Social: Esta referida a la capacidad que tienen los habitantes para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse frente al impacto de un sismo de gran magnitud. (CENEPRED 2017 p. 57)

- Organización ante Emergencia

- Conocimientos sobre desastres

Después de clasificar los indicadores en fragilidad física, fragilidad social, resiliencia física y resiliencia social según correspondan se agruparon en dimensión física y dimensión social, con la evaluación de ambas dimensiones se podrá determinar la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Juan Pablo II.

Cuadro 2: Indicadores de fragilidad física y resiliencia física

Dimensión Física	
Fragilidad	Resiliencia
Material Predominante en Paredes	Reforzamiento de viviendas
Material Predominante en Techos	
Estado de construcción	
Antigüedad	
Pendiente del Terreno	
Número de pisos	
Cargas Vivas	
Estado de conservación	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3: Indicadores de fragilidad social y resiliencia social

Dimensión Social	
Fragilidad	Resiliencia
Grupo etario	Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres
Discapacidad	
Tipo de Seguro	
Servicios Básicos	Organización ante Emergencias
Tenencia de Vivienda	

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Aplicación de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad

En esta cuarta etapa se generó el análisis multicriterio AHP aplicándolo a la información de la dimensión física y social para posteriormente obtener los valores de vulnerabilidad, ambos se realizaron en la hoja de cálculo (Excel).

3.5.5. Geoprocesamiento y análisis sistema de información geográfica

En esta quinta etapa se transfiere la base gráfica y numérica de la etapa anterior a una base SIG y se realiza el geoprocesamiento mediante el modelo de construcción (Model Builder) propio de software ArcGIS 10.4.

3.5.6. Elaboración de Mapas

En esta etapa se obtuvo los mapas de cada uno de los indicadores (parámetros) con los pesos de acuerdo a la metodología AHP. Se elaboraron los mapas por indicadores (parámetros) evaluados, mapas de vulnerabilidad en dimensión física y en dimensión social. Finalmente se obtuvo el mapa de la vulnerabilidad ante un sismo de gran magnitud con los niveles de vulnerabilidad.

Diagrama 4: Flujo metodológico para la generación de mapas de vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Juan Pablo II.



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

San Juan de Lurigancho es uno de los distritos más grandes, poblados y pobres de la gran Metrópoli limeña, crece a lo largo y ancho de una quebrada que desde sus inicios a principios del siglo XX y con el correr de los años se ha ido poblando más y más desordenadamente y sin control de ningún tipo, desde ser una zona de haciendas, de zonas para veraneo de familias de la clase media limeña, seguido de algunas expropiaciones por parte del Estado para reubicaciones por los años 60, pequeñas urbanizaciones, por la construcción de centros reclusorios que lo hicieron menos admirable, luego por las invasiones de terrenos en las faldas de cerros, la sobrepoblación de todos los lugares aptos para habitar, tugurizando muchas áreas hasta llegar a posicionarse en las cuevas de cerros y sobre los mismos cerros, con deficientes servicios básicos y en muchos casos sin ellos, fue como se formó y creció el distrito de San Juan de Lurigancho. Sánchez (2003, p15)

4.2. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Tiene coordenadas 16° y 17° 50' latitud Sur, 70° y 71' 30' de longitud Oeste. El distrito de San Juan de Lurigancho está ubicado al noreste de la provincia de Lima, se desarrolla desde el margen derecho del río Rímac hasta las elevaciones del Cerro Colorado Norte, flanqueando hacia el este por divisoria de Cerro Mirador, Ladrón, Pirámide y Cantería. Plan de desarrollo concertado 2015-2021-Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015, p. 24)

Sus límites son:

- Norte: Distrito de San Antonio (provincia de Huarochirí)
- Sur : Distrito del Agustino (teniendo como línea divisoria al río Rímac)
- Este : Distrito de Lurigancho – Chosica
- Oeste: Distrito del Rímac, Independencia, Comas y Carabaylo.

4.2.1. Accesibilidad

Su principal vía de acceso lo constituye la Independencia, por la Av. 9 de octubre, ubicada a la entrada del distrito. Otra vía de acceso se encuentra en "Puente Nuevo" actualmente

denominado "Puente Pedro Huillca, puente que interconecta la Av. Mariátegui (Riva Agüero) del distrito de El Agustino con la urbanización Zárate y luego con el resto del distrito de San Juan de Lurigancho confluyendo la Av. Chinchaysuyo con la Av. Próceres de la Independencia cercano al cruce de la Av. Lurigancho. En enero del 2016 se inauguraron los túneles San Martín y Santa Rosa que conectan el distrito con la avenida Prolongación Tacna en el distrito del Rímac, y a partir de allí al centro de la capital.

4.2.2. Superficie

El distrito de San Juan de Lurigancho tiene una superficie de 131.25 Km², constituyendo el 4.91% del territorio de la Provincia de Lima y el 0.38% del Departamento de Lima. Plan de desarrollo concertado 2015-2021-Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015, p. 24)

4.2.3. Altitud

La altura del territorio del distrito de San Juan de Lurigancho varía en los 2240 m.s.n.m., en las cumbres del Cerro Colorado Norte y de 179.90 m.s.n.m. que alcanza la rivera del río Rímac. Plan de desarrollo concertado 2015-2021-Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015, p. 25)

4.3.ASPECTOS FÍSICOS

4.3.1. Topografía

Tiene un relieve uniforme que ha permitido la formación de núcleos urbanos en su suelo, lo que le ha conferido ser el distrito más poblado del Perú.

La quebrada de Canto Grande se ubica en el Margen derecho del valle bajo del río Rímac, a pocos km de Lima. En toda su llanura aluvial se asienta el distrito de San Juan de Lurigancho. Mientras que, en su parte alta, está se divide en otras dos conocidas como Canto Grande y Media Luna. En ambas se asienta uno de los anexos más grandes de la comunidad campesina de Jicamarca.

- **Parte Baja.** - El punto de altitud más bajo se localiza en el límite del valle de Lurigancho con el río Rímac y es de 190 m.s.n.m., esta zona es una amplia llanura formada por sedimentos arcillosos que permitían, hace treinta años una productiva actividad agrícola. Su proceso de crecimiento comenzó hace cincuenta años con formación de la urbanización zarate.
- **Parte Alta.** - El punto más alto lo constituye el cerro Colorado con 2200 m.s.n.m. ubicado en el vértice de la quebrada Media Luna. La parte alta de las pampas de Canto Grande es irregular debido a los antiguos fenómenos aluviales, con suelos de textura variable en la actualidad es seco y desértico. Por su distancia altitudinal se puede decir que la quebrada de Canto Grande presente dos regiones ecológicas: Costa o Chala (desde los 190 a 500 m.) y Yunga (desde los 500 a 2200).
- **Las Lomas.** - La presencia de cadenas montañosas que rodean el llano de la quebrada, capta la humedad de la atmósfera durante los meses fríos permitiendo la formación de un ecosistema de lomas, la que se caracteriza por su manto verdoso compuesto por una variada vegetación herbácea, arbustiva y xerofítica. Plan de desarrollo concertado 2015-2021-Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015, p. 25)

4.3.2. Morfología

Caracterizado por ser una zona de micro cuencas. Con suelos pobres, de material erosionado y meteorizado que se ha depositado en las zonas de menor elevación. Las laderas que circundan las cuencas se encuentran en proceso erosionable, no solo por el clima seco sino por acción del hombre. El relieve de su suelo es poco accidentado en más del 60% del área de la cuenca, lo que ha permitido el desarrollo del núcleo urbano en forma longitudinal desde la ribera del río hacia las elevaciones superiores a los 350 m.s.n.m. Plan de desarrollo concertado 2015-2021-Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015, p. 25)

4.3.3. Hidrografía

El distrito de San Juan de Lurigancho pertenece a la Cuenca del Río Rímac que es la más importante fuente de agua con la que cuenta la capital peruana (Lima). El Río Rímac es un río del Perú, perteneciente a la vertiente del Pacífico, en el que desemboca tras bañar

las ciudades de Lima y Callao, conjuntamente con el río Chillón, por el norte y el río Lurín por el sur. Tiene una longitud de 160 km y una cuenca de 3312 km² de la cual 2237.2km² es cuenca húmeda. La cuenca tiene en total 191 lagunas, de las cuales solamente 89 han sido estudiadas. Debido a la disminución del caudal del Rímac en época de sequía, además del constante crecimiento de Lima, impedía un buen abastecimiento de agua potable en la ciudad dicho motivo, el gobierno peruano realizó en 1962 el trasvase de aguas desde la laguna Marcapomacocha, que pertenece a la cuenca del río Mantaro, a través de un túnel en forma de sifón de 10 kilómetros a 4000 m.s.n.m. que atraviesa diversos glaciares. En 1998 se creó la Zona Reservada del Valle del río Rímac, la cual se encuentra ubicada entre los distritos del Cercado de Lima, Chaclacayo, San Juan de Lurigancho y Ate – Vitarte de la Provincia de Lima, que intenta cuidar la limpieza y el ambiente paisajístico de la zona. Su extensión es la que cubre una franja de 28 km. Actualmente se viene trabajando en sus márgenes, en distintas zonas, a fin de recuperar su belleza. Plan de desarrollo concertado 2015-2021-Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015, p. 26)

4.3.4. Clima

El distrito de San Juan de Lurigancho se encuentra ubicado de acuerdo a la clasificación de Holdridge, en la zona de vida Desierto Desecado Subtropical. En esta zona de biotemperatura media anual máxima es de 22. 2° C y la media mínima de 17. 9° C. El promedio anual de precipitación total por año es de 44mm y el promedio mínimo de 22mm. El distrito presenta un clima de tipo desértico, con temperatura media oscilante entre 17° C a 19° C. Siendo húmedo en la parte baja (Zárate) y seco en la parte alta (Canto Grande). Por otro lado, debido al calentamiento global que viene desarrollando el planeta las temperaturas en San Juan de Lurigancho han llegado a los 25° C. Plan de desarrollo concertado 2015-2021-Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015, p. 26)

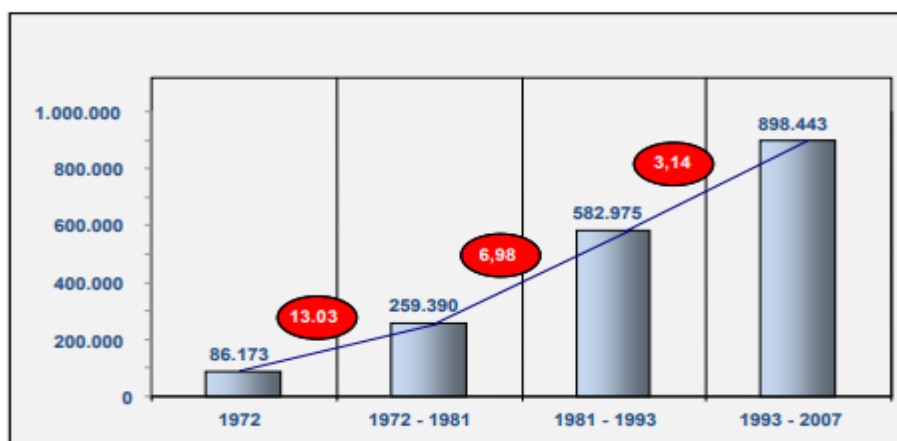
4.4.ASPECTOS SOCIALES

4.4.1. Población

La población actual del distrito de San Juan de Lurigancho asciende, según información brindada por el INEI, a 1'069,566 habitantes, con un crecimiento de la población de 3.14 %, siendo considerada como uno de los distritos con mayor población por encima de algunas provincias, lo cual refleja una mayor demanda por parte de los habitantes a servicios de educación, alimentación y servicios básicos que tendrá que ser atendidos por el sector público y privado. Actualmente el distrito de San Juan de Lurigancho mantiene aproximadamente el 11% de la población de Lima lo cual lo convierte en uno del distrito más atractivo para la inversión de centros comerciales, industrial, transporte y otros. El territorio peruano actualmente mantiene una población aproximada de 30'475,000.00 (treinta millones cuatrocientos setenta y cinco mil) habitantes con una proyección a tasa de crecimiento del 1.13%. Actualmente Lima es una de las provincias consideradas con mayor población alcanzando las cifras de 8 millones 693 mil 387 habitantes.

Según el Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2.007, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, el distrito de San Juan de Lurigancho cuenta con ochocientos noventa y ocho mil cuatrocientos cuarenta y tres (898.443) habitantes en ese año, siendo considerado el área del distrito más poblado de nuestro país, indicándose así mismo, que sólo cuenta con población de carácter urbano.

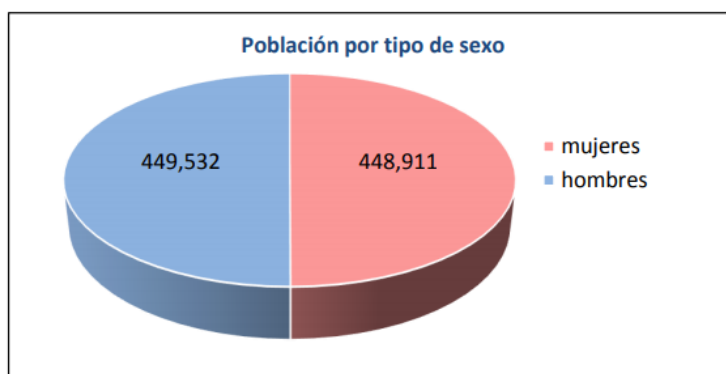
Imagen 17: Crecimiento Población por censo del distrito de San Juan de Lurigancho



Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho 2014

En el distrito de San Juan de Lurigancho, de acuerdo al Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007, la población de hombres es superior al de mujeres en 621 habitantes, lo que demuestra que una diferencia en menor escala con respecto al otro.

Imagen 18: Población por sexo en el distrito de San Juan de Lurigancho, 2007



Fuente: INEI - Censo Nacional XI de población y VI de vivienda 2007

- Actualmente la población estimada para el 2017 es de 1 millón 128 habitantes. (INEI, 2017).

4.4.2. Asentamientos Humanos

La reforma agraria de 1968, motivo a muchos grupos y familias dueñas de terrenos de cultivo, a vender sus propiedades como lotes para viviendas antes que el gobierno militar decida expropiarlo. Así, surgen Zarate, Mangamarca y Campoy.

Otras veces, es la iniciativa estatal la que promueve las urbanizaciones. Asimismo, se constituyen las cooperativas de vivienda y las asociaciones pro vivienda. También, como es bien sabido se suscitan las invasiones y el tráfico ilegal de terrenos.

Cuando se levanta el IX Censo de Población y IV de vivienda en el año 2007, San Juan de Lurigancho es un distrito relativamente joven que cuenta con aproximadamente 26 años de creación y presenta las siguientes características:

- Figura en el primer lugar en ranking descendente del número de AA.HH. (166)
- Figura en el primer lugar en el ranking descendente de población en AA.HH. (326746 habitantes)
- Figura en el primer lugar en el ranking descendente de viviendas en AA.HH. (68736)

Los 108 Asentamientos Humanos que albergan más de la mitad de la población de San Juan De Lurigancho. Barzola (2011) enumera los Asentamientos Humanos a continuación:

Tabla 2: Asentamientos Humanos del distrito de San Juan de Lurigancho.

Asentamientos Humanos de San Juan de Lurigancho			
1. Aki	28. Javier Pérez De Cuellar	55. Los Álamos	82. Palomares
2. Hito	29. Jesús Alberto Páez Siniera	56. Losamautas	83. Primero De Mayo
3. Alta Paloma	30. Jesús De Nazaret	57. Los Ángeles	84. Primero De Noviembre
4. Andrés Avelino Cáceres	31. Jesús Oropeza	58. Los Ángeles Campoy	85. Proyectos Especiales
5. Arenal Alto	32. Jorge Basadre	59. Los Jardines	86. Pueblo Libre
6. Arriba Perú	33. Jorge Chávez	60. Los Rosales	87. Quince De Enero
7. Artesanos	34. José Carlos Mariátegui	61. Los Unidos	88. Quince De Junio
8. Atusparia	35. José Gálvez	62. Lourdes Flores	89. Ramón Castilla
9. Bayovar	36. José María Arguedas	63. Luis Pardo	90. Rímac De Campoy
10. Belén	37. Josué	64. Manuel Scorza	91. Sagrado Madero
11. Cajadeagua	38. Juan Pablo II	65. Mariscal Andrés Avelino Cáceres	92. San Antonio De Jicamarca
12. Canadá	39. Kawachi	66. Mariscal Luzuriaga	93. Sancantoral
13. Cangallo	40. La Libertad	67. Mártires Del Periodismo	94. San Cristóbal
14. Canto Chico	41. La Loma	68. Micaela Bastidas	95. San Fernando
15. Casa Blanca	42. La Mano De Dios	69. Miguel Grau	96. San Francisco
16. Cesar Vallejo	43. La Planicie	70. Montenegro	97. San Hilarión
17. Chacarilla de Otero	44. La Providencia	71. Naciones Un Idas	98. San José
18. Cinco de Julio	45. La Sagrada Familia	72. Nueva Alianza	99. San José Obrero
19. Cinco de Noviembre	46. Las Brisas De Campoy	73. Nueva Canaán	100. San Juan Pacheco
20. Ciudad Los Constructores	47. Las Casuarinas	74. Nueva Era	101. San Lorenzo
21. Compradores	48. Las Delicias	75. Nueva Jerusalén	102. Veintitrés De Octubre
22. Corazón De Jesús	49. Las Galeras	76. Nueva Venecia	103. Víctor Andrés Belaunde
23. Cruz De Chalpon	50. Las Magnolias	177. Nueve De Febrero	104. Villahermosa
24. Inca Manco Capac	51. Las Malvinas	78. Nueve De Octubre	105. Villa Los Andes
25. Isabel Flores De Oliva	52. Las Pinellitas	79. Nuevo Perú	106. Villa Mercedes
26. Israel	53. Las Terrazas	80. Once De Mayo	107. Virgen De Chapí
27. Jaime Zubieta	54. Liberación De Israel	81. Palao	108. Virgen De Cocharcas

Fuente: Barzola, 2011

4.4.2.1. Asentamiento Humano Juan Pablo II

El Asentamiento Humano Juan Pablo II, es uno de los ejemplos de urbanización popular y sin planificación de Lima Metropolitana. Fue reconocido mediante la resolución de Alcaldía N° 5970 el 27 de diciembre de 1995 por la municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho con una extensión de 99,430.24 m².

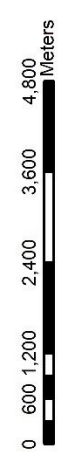
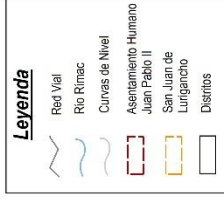
Los primeros pobladores estaban conformados por 300 familias las cuales residían como poseionarios desde el año 1993. Estos habitantes tenían como característica principal el comercio minorista o ambulatorio y como rasgo social predominante pertenecía a una segunda generación de migrantes andinos. Para esos años contaban con un 80% de lotes precarios, tenían alumbrado público parcial (postes de luz, sub-estaciones) y medidores de luz en la mayoría de las viviendas. El abastecimiento de agua potable era a través de pozos de agua. No existían tuberías para desagüe, solo se utilizaba silos. La única vía de acceso asfaltada la Av. San Martín, los caminos en su mayoría solo estaban trazados y más adelante con el creciendo del pueblo autoconstruyeron escaleras.

Limites:

- Por el Norte: A.F. Corazón de Jesús
- Por el Sur: Cerro
- Por el Este: Cerro
- Por el Oeste: A.H. El Arenal de Canto Grande Sect. Juan Pablo II Etapa Tercera.

En la actualidad el Asentamiento Humano Juan Pablo II, está conformado por 20 manzanas, 368 lotes, 352 viviendas, 16 lotes vacíos, 1 local comunal, 1 parque y 2 áreas reservadas. Con una población de 1,579 habitantes.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DE UBICACIÓN DEL AA.HH JUAN PABLO II

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Bcn. Cabreño Fresco Campos Martínez
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
 Fecha: JULIO 2018
 Escala: 1 : 100 000
 Mapa N°: **01**
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia



DATOS GENERALES	
Número de Manzanas	20 Manzanas
Número de viviendas	352 viviendas
Número de lotes vecinos	16 lotes
Número de Habitantes	1,579 habitantes
Número de habitantes por familia	4 Habitantes aproximadamente

CAPÍTULO V

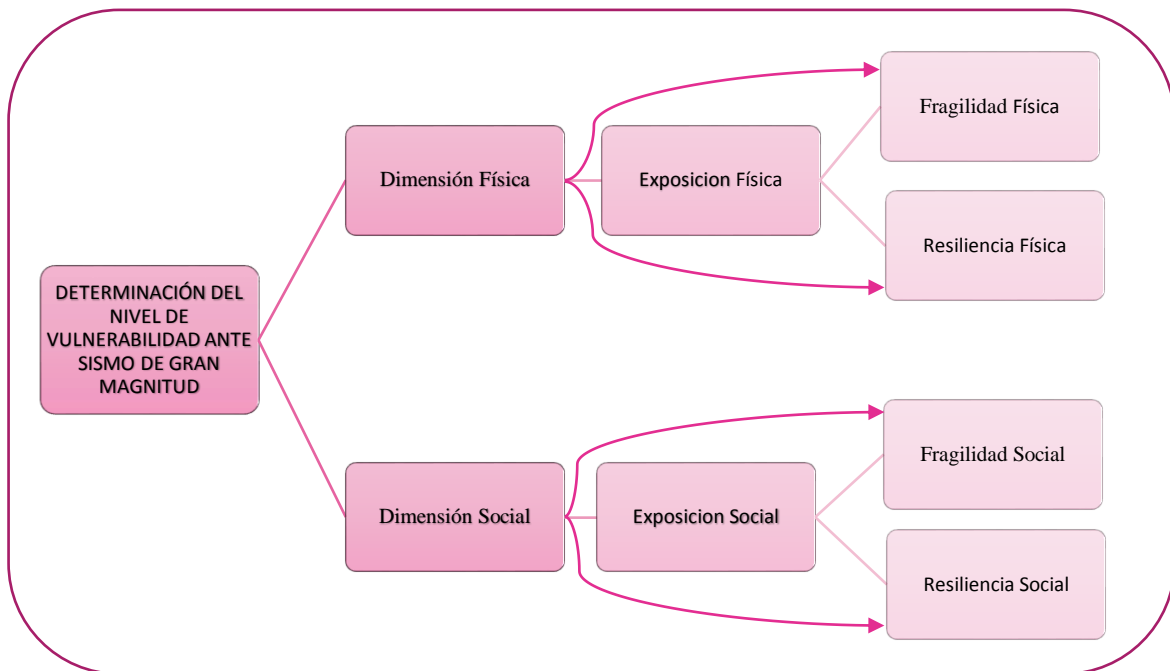
CRITERIO METODOLÓGICO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD

5.1 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para determinar la vulnerabilidad ante un posible gran sismo en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, se exponen los siguientes criterios:

- La vulnerabilidad será evaluada mediante dos dimensiones Física y Social.
- Ambas dimensiones tienen el mismo nivel de importancia.
- Cada una de estas dimensiones será evaluada como una sub-vulnerabilidad cada una con sus factores (Exposición, Fragilidad y resiliencia) como lo señala el diagrama 5.

Diagrama 5: Análisis de la Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración Propia

5.1.1. Ponderaciones en el análisis de la vulnerabilidad

Basándose y habiéndose hecho un análisis en el manual básico para la estimación del riesgo INDECI (2006) y en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales versión 02 CENEPRED (2015), y por criterio propio.

Se evaluaron 2 parámetros los cuales son:

- Dimensión Física
- Dimensión Social

Tabla 3: Valor de las dimensiones.

DIMENSIÓN	Valor de la dimensión
FÍSICA	0.5
SOCIAL	0.5
TOTAL	1.0

Fuente: Elaboración Propia

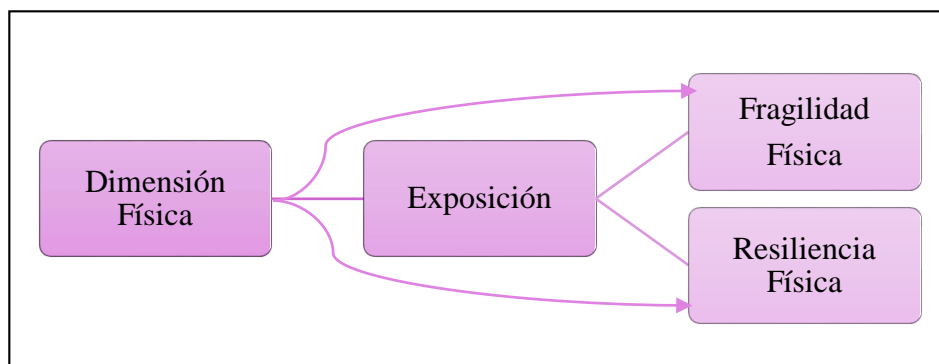
Ambas dimensiones tienen el mismo nivel de importancia para la determinación de la vulnerabilidad, por tal motivo el valor de cada una de estas será 0.5.

5.2 CRITERIO METODOLÓGICO PARA LA DETERMINAR EL NIVEL DE LA DIMENSIÓN FÍSICA ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD

5.2.1 Análisis de la Dimensión Física

Para determinar la Dimensión Física es necesario recurrir al Capítulo II, en el cual se explica los factores que participan para determinarla, estos factores son: la exposición, fragilidad y resiliencia.

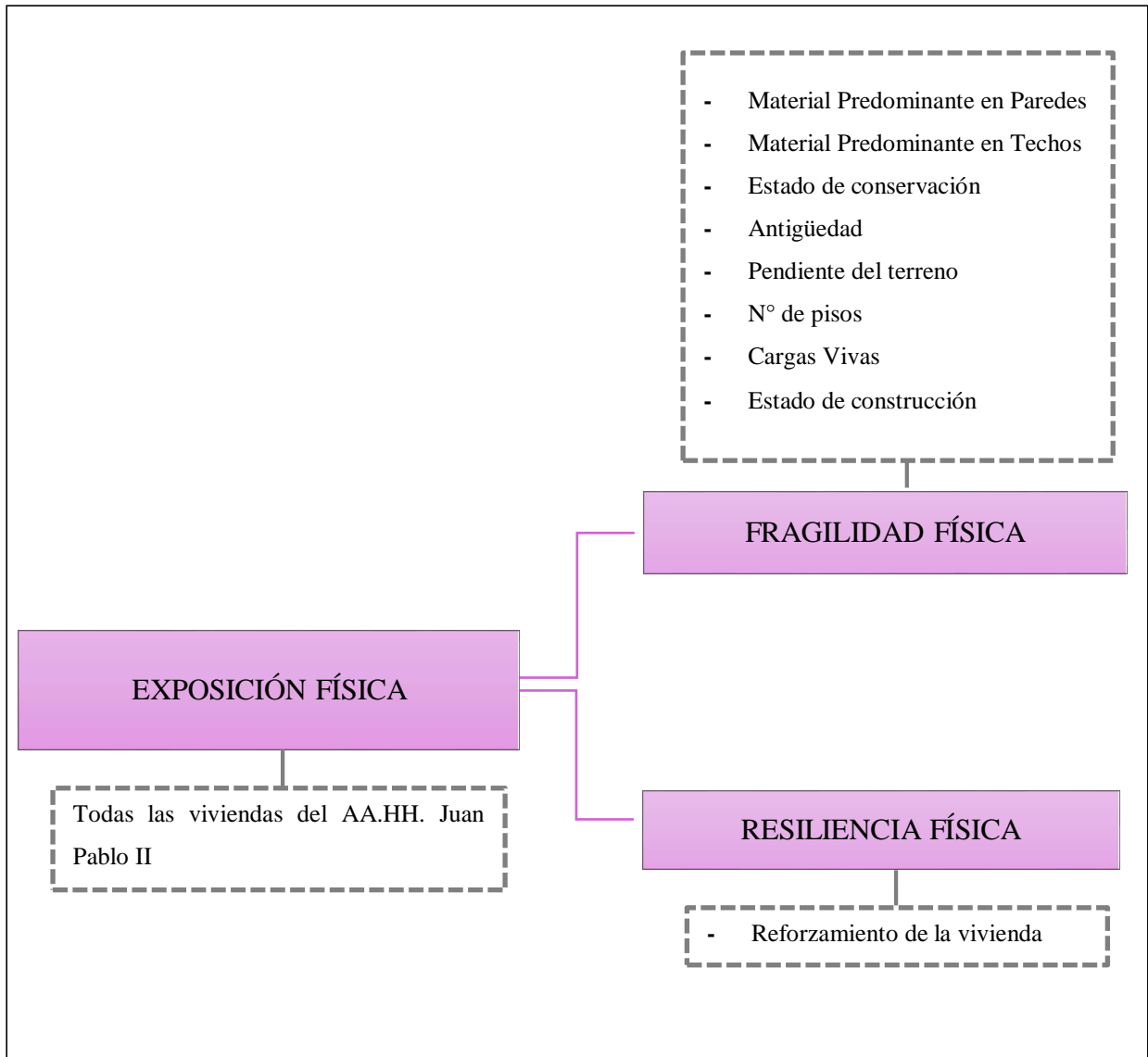
Diagrama 6: Análisis de la Dimensión Física



Fuente: Elaboración Propia

- Se considera como factor de exposición física a todas las viviendas del Asentamiento Humano Juan Pablo II y a partir de esto se determina los indicadores de la fragilidad y resiliencia física.

Diagrama 7: Factores de la Dimensión Física



Fuente: Elaboración Propia

- Clasificado los indicadores para cada factor se procede a aplicar la metodología AHP (Proceso Analítico Jerárquico). Es necesario aclarar que a partir de este punto los indicadores pasan a llamarse PARÁMETROS.
- Se empieza realizando la ponderación de los parámetros y luego la ponderación de los descriptores.

- **Ponderación de los Parámetros de evaluación:** Caso Dimensión física.
 - **Factor a Analizar:** Fragilidad

Se identifican los parámetros para determinar la Fragilidad en la “Dimensión Física”. Para esto se tomó en cuenta el *Manual para la evaluación del riesgo por sismos* elaborado por CENEPRED (2017), el *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos Naturales* elaborado por CENEPRED (2015), *la evaluación de riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa elaborada por Castro* (2014) y *Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana* estudio realizado por Ochoa (2012) y por criterio propio.

Se evaluaron 8 parámetros los cuales son:

- Material predominante en Paredes
- Material predominante en Techos
- Estado de conservación
- Antigüedad de la vivienda
- Pendiente del terreno
- Número de pisos
- Cargas vivas
- Estado de construcción

Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

Se realiza la comparación entre pares de los 8 parámetros mediante la escala de Saaty (Ver Anexo 3), para determinar cuál y cuanto más importante es con respecto al otro, se empieza analizando un parámetro y se compara con los otros 7, para poder determinarlo es necesario realizar las siguientes preguntas:

Para Material predominante en Paredes

- ¿Cuánto más importante es el *Material predominante en Paredes* con respecto al *Material predominante en Techos*? Para esta pregunta se determinó que el *material predomínate en paredes* es 2 veces más importante que el *material predomínate en techos* cualitativamente se puede expresar que el *Material predominante en Paredes* se encuentra entre igual a ligeramente más importante que *Material predominante en Techos*.
- ¿Cuánto más importante es el *Material predominante en Paredes* con respecto al *Estado de conservación*? Para esta pregunta se determinó que el *material predomínate en paredes* es 3 veces más importante que el *Estado de conservación* cualitativamente se puede expresar que el *Material predominante en Paredes* es ligeramente más importante que *Estado de conservación*.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante en Paredes con respecto a la Antigüedad? Para esta pregunta se determinó que el material predomínate en paredes es 4 veces más importante que la Antigüedad cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Paredes se encuentra entre ligeramente más importante a más importante que Antigüedad.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante en Paredes con respecto a la Topografía de terreno? Para esta pregunta se determinó que el material predomínate en paredes es 5 veces más importante que la Topografía de terreno cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Paredes es más importante que la Topografía de terreno.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante en Paredes con respecto al Número de Pisos? Para esta pregunta se determinó que el material predomínate en paredes es 7 veces más importante que el Número de Pisos cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Paredes es mucho más importante que el Número de Pisos.
- ¿Cuánto más importante es el *Material predominante en Paredes* con respecto al *Cargas Vivas*? Para esta pregunta se determinó que el material predomínate en paredes es 8 veces más importante que el Estado de construcción cualitativamente se puede expresar que el *Material predominante en Paredes*

se encuentra entre mucho más importante y absolutamente más importante que el *Cargas Vivas*.

- ¿Cuánto más importante es el *Material predominante en Paredes* con respecto al *Estado de construcción*? Para esta pregunta se determinó que el material predominante en paredes es 9 veces más importante que el Estado de construcción cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Paredes es absolutamente más importante que el Estado de construcción.

Para completar la matriz de comparaciones de pares se realizará las mismas preguntas por cada Parámetro a evaluar. Cabe recalcar que para la comparación de parámetros iguales se tomara el valor de 1.00.

Tabla 4: Matriz de comparación entre *Material predominante en paredes* con los parámetros restantes

PARAMETRO	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de conservación	Antigüedad	Pendiente del terreno	N° de pisos	Cargas Vivas	Estado de construcción
Material Predominante Paredes	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	7.000	8.000	9.000
Material Predominante Techos		1.000						
Estado de conservación			1.000					
Antigüedad				1.000				
Pendiente del terreno					1.000			
N° de pisos						1.000		
Cargas Vivas							1.000	
Estado de construcción								1.000

Fuente: Elaboración Propia

Para el parámetro: Material predominante en Techos

- ¿Cuánto más importante es el *Material predominante en Techos* con respecto al *Material predominante en Paredes*? Para esta pregunta se determinó que el Material predominante en Techos es 2 veces menos importante que el Material predominante en Paredes, cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Techos se encuentra entre igual a ligeramente menos importante que el Material predominante en Paredes.

- *¿Cuánto más importante es el Material predominante en Techos con respecto al Estado de conservación? Para esta pregunta se determinó que el Material predominante en Techos es 2 veces más importante que el Estado de conservación cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Techos se encuentra entre igual a ligeramente más importante que el Estado de conservación.*
- *¿Cuánto más importante es el Material predominante en Techos con respecto a la Antigüedad? Para esta pregunta se determinó que el Material predominante en Techos es 3 veces más importante que la Antigüedad cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Techos es ligeramente más importante a más importante que la Antigüedad.*
- *¿Cuánto más importante es el Material predominante en Techos con respecto a la Topografía de terreno? Para esta pregunta se determinó que el Material predominante en Techos es 4 veces más importante que la Topografía de terreno cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Techos se encuentra entre ligeramente más importante a más importante que la Topografía de terreno.*
- *¿Cuánto más importante es el Material predominante en Techos con respecto al Número de Pisos? Para esta pregunta se determinó que el Material predominante en Techos es 4 veces más importante que el Número de Pisos cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Techos se encuentra entre ligeramente más importante a más importante que el Número de Pisos.*
- *¿Cuánto más importante es el Material predominante en Techos con respecto a Cargas Vivas? Para esta pregunta se determinó que el Material predominante en Techos es 5 veces más importante que las Cargas Vivas cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Techos es más importante que las Cargas Vivas.*
- *¿Cuánto más importante es el Material predominante en Techos con respecto al Estado de construcción? Para esta pregunta se determinó que el Material predominante en Techos es 7 veces más importante que el Estado de construcción, cualitativamente se puede expresar que el Material predominante en Techos es mucho más importante que el Estado de construcción.*

Tabla 5: Matriz de comparación entre *Material predominante en techos* con los parámetros restantes

PARAMETRO	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de conservación	Antigüedad	Topografía del terreno	N° de pisos	Cargas Vivas	Estado de construcción
Material Predominante Paredes	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	7.000	8.000	9.000
Material Predominante Techos	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000	5.000	7.000
Estado de conservación			1.000					
Antigüedad				1.000				
Topografía del terreno					1.000			
N° de pisos						1.000		
Cargas Vivas							1.000	
Estado de construcción								1.000

Fuente: Elaboración Propia

Después de completar la matriz de comparaciones de pares se realiza la suma de cada una de las columnas y luego se divide el número uno con cada una de las sumas.

Tabla 6: Matriz de comparación de pares de los parámetros de *Fragilidad Física*

PARAMETRO	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de conservación	Antigüedad	Pendiente del terreno	N° de pisos	Cargas Vivas	Estado de construcción
Material Predominante Paredes	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	7.000	8.000	9.000
Material Predominante Techos	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000	5.000	7.000
Estado de conservación	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000	5.000
Antigüedad	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000
Pendiente del terreno	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
N° de pisos	0.143	0.250	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Cargas Vivas	0.125	0.200	0.250	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
Estado de construcción	0.111	0.143	0.200	0.250	0.250	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.662	4.676	7.533	11.333	16.083	21.833	27.500	35.000
1/SUMA	0.376	0.214	0.133	0.088	0.062	0.046	0.036	0.029

Fuente: Elaboración Propia

Como siguiente paso se realiza la matriz de normalización, para determinar el vector de priorización el cual nos da el peso ponderado de cada parámetro. Esta matriz se realiza dividiendo (1/suma) de cada columna con el valor otorgado a la comparación entre los parámetros de la columna.

Imagen 19: Cálculo para obtener resultados en la matriz de normalización

PARAMETRO	Material Predominante Paredes
Material Predominante Paredes	1.000
Material Predominante Techos	0.500
Estado de conservación	0.333
Antigüedad	0.250
Topografía del terreno	0.200
N° de pisos	0.143
Cargas Vivas	0.125
Estado de construcción	0.111
SUMA	2.662
1/SUMA	0.376

÷

Fuente: Elaboración Propia

- 1/ 2.662 es igual a 0.376 para la columna de material predominante en paredes entonces dividido entre 1 nos da **0.376**.
- 1/ 2.662 es igual a 0.376 para la columna de material predominante en paredes entonces dividido entre 0.500 nos da **0.188**.
- Se realiza de la misma manera para toda la columna y en cada fila.

Imagen 20. Llenado de la tabla de normalización

PARAMETRO	Material Predominante Paredes
Material Predominante Paredes	0.376
Material Predominante Techos	0.188
Estado de conservación	0.125
Antigüedad	0.094
Topografía del terreno	0.075
N° de pisos	0.054
Cargas Vivas	0.047
Estado de construcción	0.042

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Obtención de la Matriz de Normalización de los parámetros de la *Fragilidad Física*

PARAMETRO	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de conservación	Antigüedad	Topografía del terreno	N° de pisos	Cargas Vivas	Estado de construcción
Material Predominante Paredes	0.376	0.428	0.398	0.353	0.311	0.321	0.291	0.257
Material Predominante Techos	0.188	0.214	0.265	0.265	0.249	0.183	0.182	0.200
Estado de conservación	0.125	0.107	0.133	0.176	0.187	0.183	0.145	0.143
Antigüedad	0.094	0.071	0.066	0.088	0.124	0.137	0.145	0.114
Topografía del terreno	0.075	0.053	0.044	0.044	0.062	0.092	0.109	0.114
N° de pisos	0.054	0.053	0.033	0.029	0.031	0.046	0.073	0.086
Cargas Vivas	0.047	0.043	0.033	0.022	0.021	0.023	0.036	0.057
Estado de construcción	0.042	0.031	0.027	0.022	0.016	0.015	0.018	0.029

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar las operaciones para cada uno de los parámetros se realiza la suma de cada fila por parámetro y se divide entre el número de parámetros. Finalmente se obtiene el vector priorización o peso ponderado de cada Parámetro.

Tabla 8: Matriz de Normalización de los parámetros de la *Fragilidad Física*

PARAMETRO	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de conservación	Antigüedad	Topografía del terreno	N° de pisos	Cargas Vivas	Estado de construcción	Vector Priorización
Material Predominante Paredes	0.376	0.428	0.398	0.353	0.311	0.321	0.291	0.257	0.342
Material Predominante Techos	0.188	0.214	0.265	0.265	0.249	0.183	0.182	0.200	0.218
Estado de conservación	0.125	0.107	0.133	0.176	0.187	0.183	0.145	0.143	0.150
Antigüedad	0.094	0.071	0.066	0.088	0.124	0.137	0.145	0.114	0.105
Topografía del terreno	0.075	0.053	0.044	0.044	0.062	0.092	0.109	0.114	0.074
N° de pisos	0.054	0.053	0.033	0.029	0.031	0.046	0.073	0.086	0.051
Cargas Vivas	0.047	0.043	0.033	0.022	0.021	0.023	0.036	0.057	0.035
Estado de construcción	0.042	0.031	0.027	0.022	0.016	0.015	0.018	0.029	0.025
									1.00

Fuente: Elaboración Propia

*Cálculo del peso ponderado del parámetro material predominante en paredes:

PARAMETRO	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de conservación	Antigüedad	Topografía del terreno	Nº de pisos	Cargas Vivas	Estado de construcción	Vector Priorización
Material Predominante Paredes	0.376	0.428	0.398	0.353	0.311	0.321	0.291	0.257	0.342

$$\frac{0.376 + 0.428 + 0.398 + 0.353 + 0.311 + 0.321 + 0.291 + 0.257}{8} = 0.342$$

8

- De la misma manera se realizan los demás parámetros.
- Una manera de comprobar que los resultados son los correctos es sumar las sumas obtenidas por cada parámetro y que el resultado sea 1.00.

La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el Peso Ponderado de cada Parámetro.

Tabla 9: Peso Ponderado de cada Parámetro de la *Fragilidad Física*

PARAMETRO	Peso Ponderado
Material Predominante Paredes	0.342
Material Predominante Techos	0.218
Estado de conservación	0.150
Antigüedad	0.105
Topografía del terreno	0.074
Nº de pisos	0.051
Cargas Vivas	0.035
Estado de construcción	0.025

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos mediante el AHP nos proporcionan el peso ponderado de cada parámetro a evaluar, los cuales podrán ser aplicados más adelante a los lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II. Más adelante llamados peso parámetro (Ppar).

Validación:

Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% (RC >0.1), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

Para determinar la relación de consistencia previamente tenemos que determinar el vector suma ponderado y λ max.

Vector suma ponderado:

PARAMETRO	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de conservación	Antigüedad	Topografía del terreno	N° de pisos	Cargas Vivas	Estado de construcción	Peso Ponderado	Vector Suma Ponderada
Material Predominante Paredes	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	7.000	8.000	9.000	0.342	2.880
Material Predominante Techos	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000	5.000	7.000	0.218	1.854
Estado de conservación	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000	5.000	0.150	1.274
Antigüedad	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000	0.105	0.879
Topografía del terreno	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	0.074	0.606
N° de pisos	0.143	0.250	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	0.051	0.409
Cargas Vivas	0.125	0.200	0.250	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	0.035	0.285
Estado de construcción	0.111	0.143	0.200	0.250	0.250	0.333	0.500	1.000	0.025	0.203

1.000	x	0.342	=	0.342	2.000	x	0.218	=	0.436	3.000	x	0.150	=	0.450	4.000	x	0.105	=	0.421
0.500				0.171	1.000				0.218	2.000				0.300	3.000				0.315
0.333				0.114	0.500				0.109	1.000				0.150	2.000				0.210
0.250				0.085	0.333				0.073	0.500				0.075	1.000				0.105
0.200				0.068	0.250				0.055	0.333				0.050	0.500				0.053
0.143				0.049	0.250				0.055	0.250				0.037	0.333				0.035
0.125				0.043	0.200				0.044	0.250				0.037	0.250				0.026
0.111				0.038	0.143				0.031	0.200				0.030	0.250				0.026

5.000	x	0.074	=	0.371	7.000	x	0.051	=	0.354	8.000	x	0.035	=	0.282	9.000	x	0.025	=	0.223
4.000				0.297	4.000				0.203	5.000				0.176	7.000				0.174
3.000				0.223	4.000				0.203	4.000				0.141	5.000				0.124
2.000				0.149	3.000				0.152	4.000				0.141	4.000				0.099
1.000				0.074	2.000				0.101	3.000				0.106	4.000				0.099
0.500				0.037	1.000				0.051	2.000				0.071	3.000				0.074
0.333				0.025	0.500				0.025	1.000				0.035	2.000				0.050
0.250				0.019	0.333				0.017	0.500				0.018	1.000				0.025

0.342				0.436				0.450					0.421						2.880
0.171				0.218				0.300					0.315						1.854
0.114				0.109				0.150					0.210						1.274
0.085	+			0.073	+			0.075	+				0.105	+					0.879
0.068				0.055				0.050					0.053						0.606
0.049				0.055				0.037					0.035						0.409
0.043				0.044				0.037					0.026						0.285
0.038				0.031				0.030					0.026						0.203

λ_{max} :

Vector Suma Ponderada	÷	Vector Priorización (Ponderado)	=	λ max
2.880		0.342		8.426
1.854		0.218		8.497
1.274		0.150		8.495
0.879		0.105		8.359
0.606		0.074		8.160
0.409		0.051		8.070
0.285		0.035		8.084
0.203		0.025		8.195

$$\lambda_{max} = \frac{8.426 + 8.497 + 8.495 + 8.359 + 8.160 + 8.070 + 8.084 + 8.195}{8} = \boxed{8.286}$$

Hallando el Índice de consistencia (IC):

$$IC = \frac{8.286 - 8}{8-1} = \boxed{0.041}$$

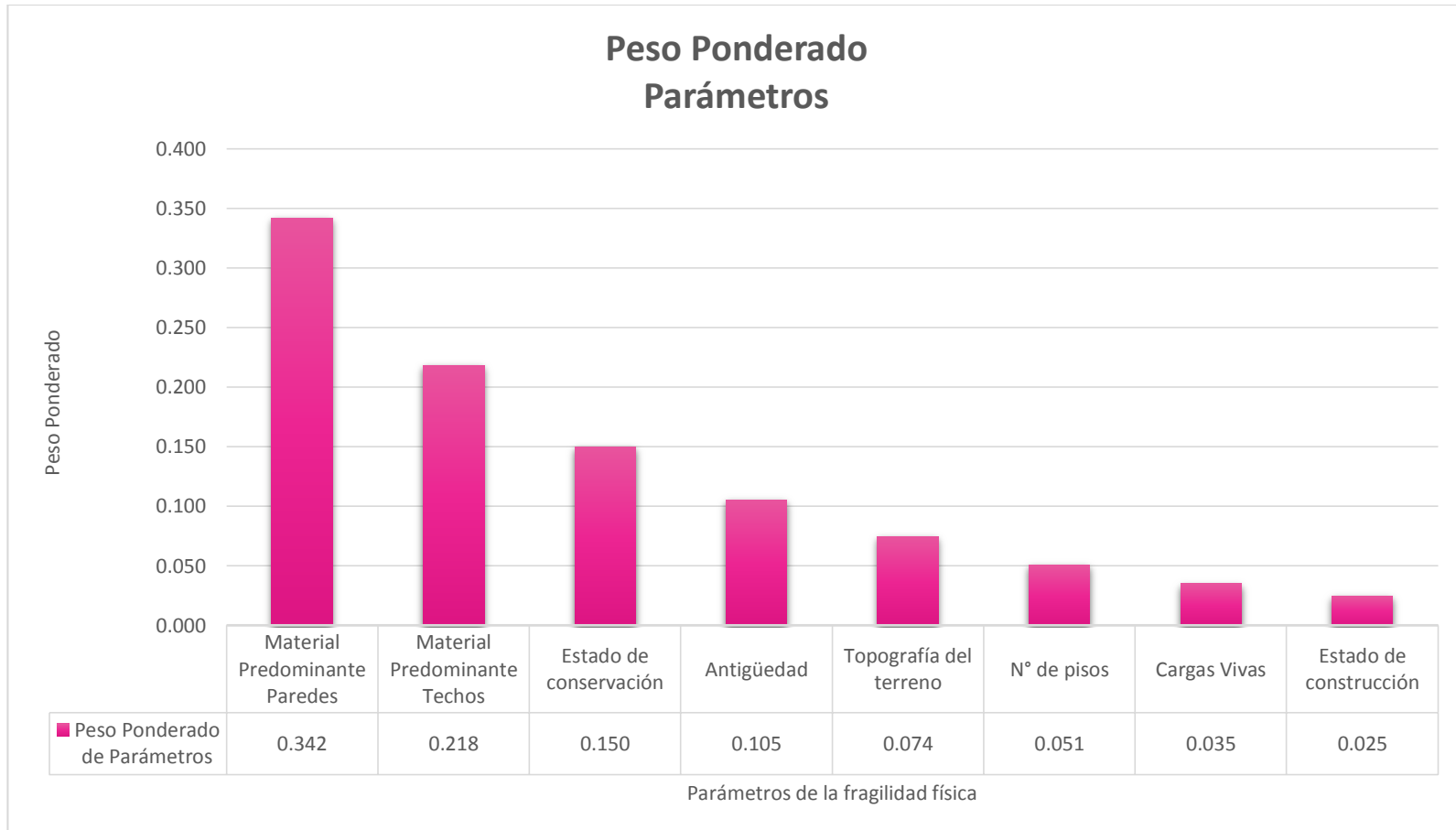
Hallando la relación de Consistencia (RC):

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.041}{1.404} = \boxed{0.029}$$

Nota: Los Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno – Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Gráfico 1: Peso ponderado de los parámetros de la *Fragilidad Física*



Fuente: Elaboración Propia

- Después de evaluar el peso ponderado de los parámetros de la Fragilidad en la dimensión física se procede a evaluar los descriptores de cada uno de los 9 parámetros.

- **Parámetro a Analizar:** Material Predominante en Paredes

Se identifican los descriptores del parámetro “Material Predominante en Paredes”. Es importante evaluar este parámetro, porque el material en paredes determina que tan resistente puede ser la vivienda o si es propensa a rajaduras o desplomes dependiendo del material.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **Estera:** Considerado el más vulnerable por ser de un material poco resistente.
- **Triplay:** Vulnerable por ser de un material poco resistente.
- **Madera:** De regular resistencia, pero sigue siendo vulnerable.
- **Adobe:** De regular a buena resistencia en nivel de vulnerabilidad.
- **Ladrillo:** Mayor resistencia poco vulnerable.

Tabla 10: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Material predominante en paredes*

DESCRIPTORES	Estera	Triplay	Madera	Adobe	Ladrillo
Estera	1.000	2.000	5.000	7.000	9.000
Triplay	0.500	1.000	4.000	5.000	7.000
Madera	0.200	0.250	1.000	3.000	5.000
Adobe	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Ladrillo	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.954	3.593	10.533	16.333	25.000
1/SUMA	1.954	0.278	0.095	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Matriz de Normalización de los descriptores del *Material predominante en paredes*

DESCRIPTORES	Estera	Triplay	Madera	Adobe	Ladrillo	Vector Priorización
Estera	0.512	0.557	0.475	0.429	0.360	0.466
Triplay	0.256	0.278	0.380	0.306	0.280	0.300
Madera	0.102	0.070	0.095	0.184	0.200	0.130
Adobe	0.073	0.056	0.032	0.061	0.120	0.068
Ladrillo	0.057	0.040	0.019	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Material Predominante en Paredes*.

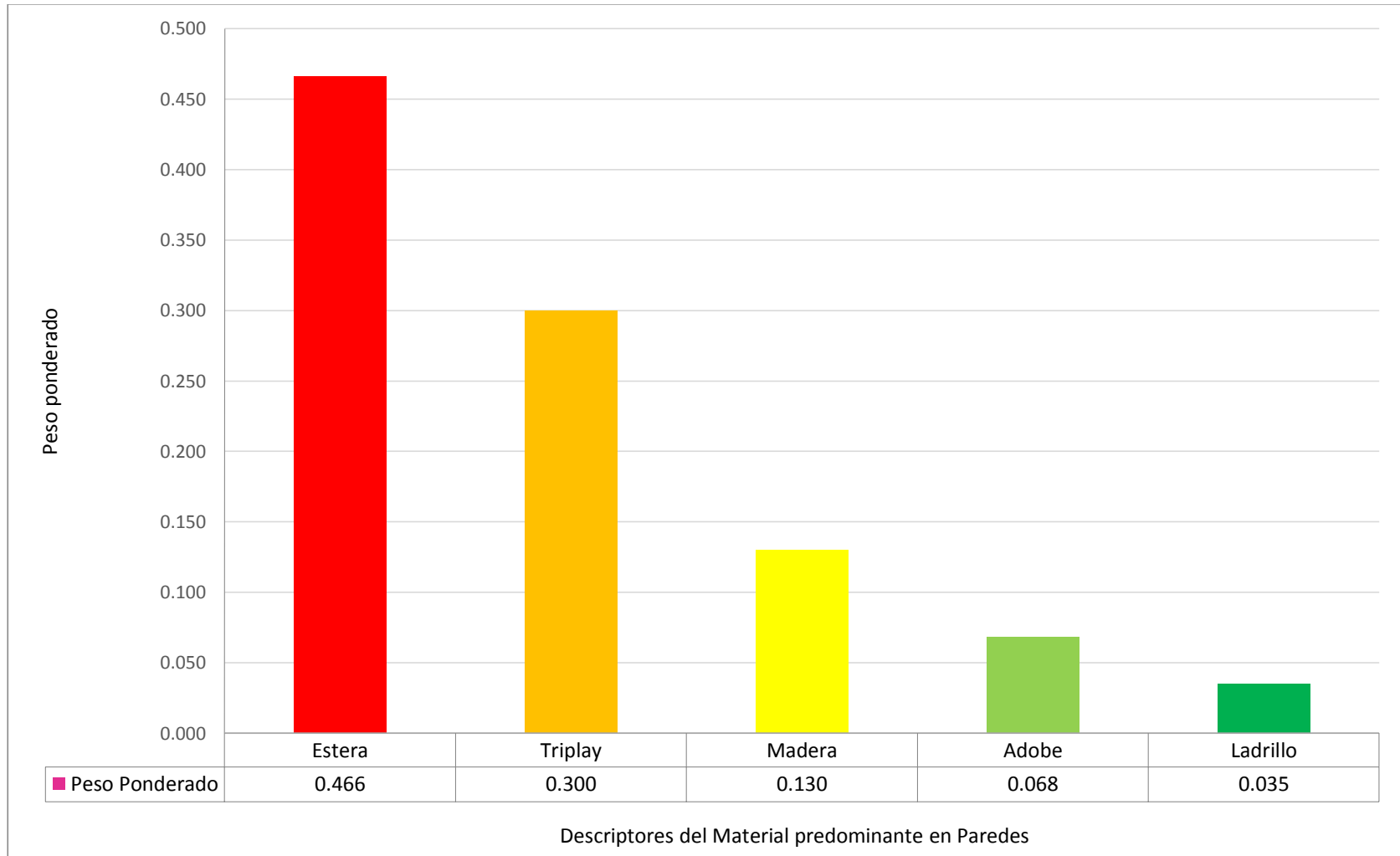
Tabla 12: Peso Ponderado de cada descriptor del *Material predominante en paredes*

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES	Peso Ponderado
Estera	0.466
Triplay	0.300
Madera	0.130
Adobe	0.068
Ladrillo	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados obtenidos mediante el AHP nos proporcionan el peso ponderado por cada descriptor a evaluar, estos podrán ser aplicados más adelante en las viviendas del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

Gráfico 2: Peso ponderado de los descriptores del *Material predominante en Paredes*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Material Predominante en Techos

Se identifican los descriptores del parámetro “Material Predominante en techos”. Este parámetro es importante, porque dependiendo del material del techo se puede determinar si es capaz de resistir un movimiento telúrico y no desplomarse, además cabe recalcar que las viviendas se encuentran en la falda de los cerros con alta probabilidad de derrumbes producto del movimiento sísmico, y estos a su vez podrían afectar el techo de las viviendas ante un derrumbe.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **Estera:** Considerado el más vulnerable por ser de un material poco resistente.
- **Triplay:** Muy vulnerable por ser de un material poco resistente.
- **Calamina:** Vulnerable por ser de un material poco resistente.
- **Madera:** De regular resistencia, pero sigue siendo vulnerable.
- **Ladrillo:** Mayor resistencia poco vulnerable.

Tabla 13: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Material predominante en techos*

DESCRIPTOR	Estera	Triplay	Calamina	Madera	Ladrillo
Estera	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Triplay	0.500	1.000	2.000	5.000	7.000
Calamina	0.250	0.500	1.000	3.000	7.000
Madera	0.167	0.200	0.333	1.000	6.000
Ladrillo	0.125	0.143	0.143	0.167	1.000
SUMA	2.042	3.843	7.476	15.167	29.000
1/SUMA	0.490	0.260	0.134	0.066	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Matriz de Normalización de los descriptores del *Material predominante en techos*

DESCRIPTOR	Estera	Triplay	Calamina	Madera	Ladrillo	Vector Priorización
Estera	0.490	0.520	0.535	0.396	0.276	0.443
Triplay	0.245	0.260	0.268	0.330	0.241	0.269
Calamina	0.122	0.130	0.134	0.198	0.241	0.165
Madera	0.082	0.052	0.045	0.066	0.207	0.090
Ladrillo	0.061	0.037	0.019	0.011	0.034	0.033

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Material Predominante en Techos*.

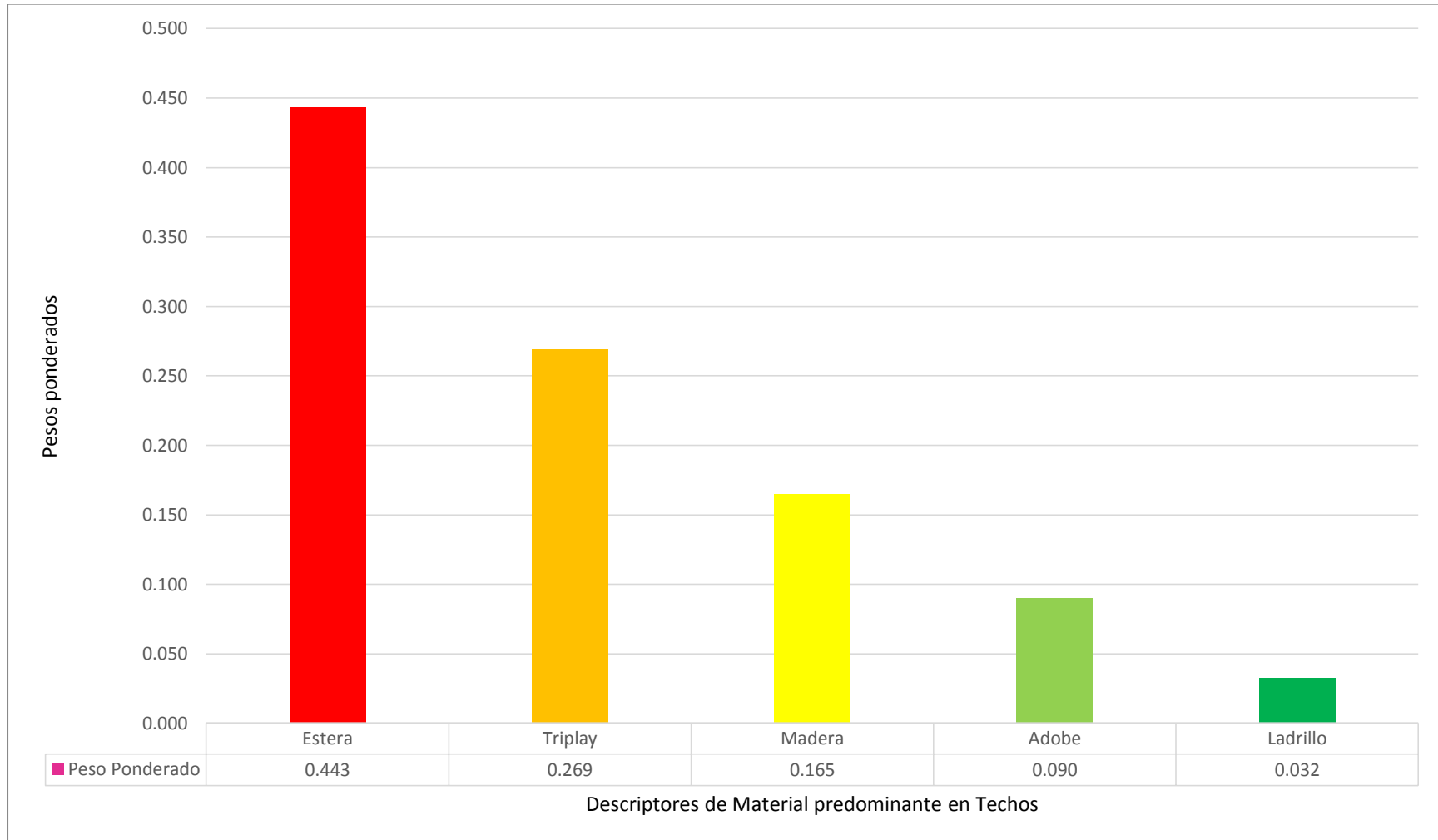
Tabla 15: Peso Ponderado de cada descriptor del *Material predominante en techos*

MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS	Peso Ponderado
Estera	0.443
Triplay	0.269
Calamina	0.165
Madera	0.090
Ladrillo	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados obtenidos mediante el AHP nos proporcionan el peso ponderado por cada descriptor a evaluar, estos podrán ser aplicados más adelante en las viviendas del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

Gráfico 3: Peso ponderado de los descriptores de *Material predominante en techos*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Estado de conservación

Se identifican los descriptores del parámetro “Estado de conservación”. Este parámetro se evalúa, porque es necesario saber en qué estado se encuentra la vivienda, esto debido a sismos pasado o una mala construcción lo cual hace menos o más vulnerable a la vivienda.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **Muy Malo:** Las estructuras presentan tal deterioro que hace presumir su colapso.
- **Malo:** No existe mantenimiento regular en la construcción, la estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome.
- **Regular:** La construcción recibe mantenimiento regular, cuya estructura no tiene deterioro y si lo tiene no lo compromete y es sustentable.
- **Bueno:** La construcción recibe mantenimiento permanente y solo tiene ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.
- **Muy Bueno:** La construcción recibe mantenimiento permanente y no presentan deterioro.

Tabla 16: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Estado de conservación*

DESCRIPTOR	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Muy Malo	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Malo	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Regular	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Bueno	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Muy Bueno	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Estado de conservación*

DESCRIPTOR	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy Malo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Malo	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bueno	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy Bueno	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Estado de Conservación*.

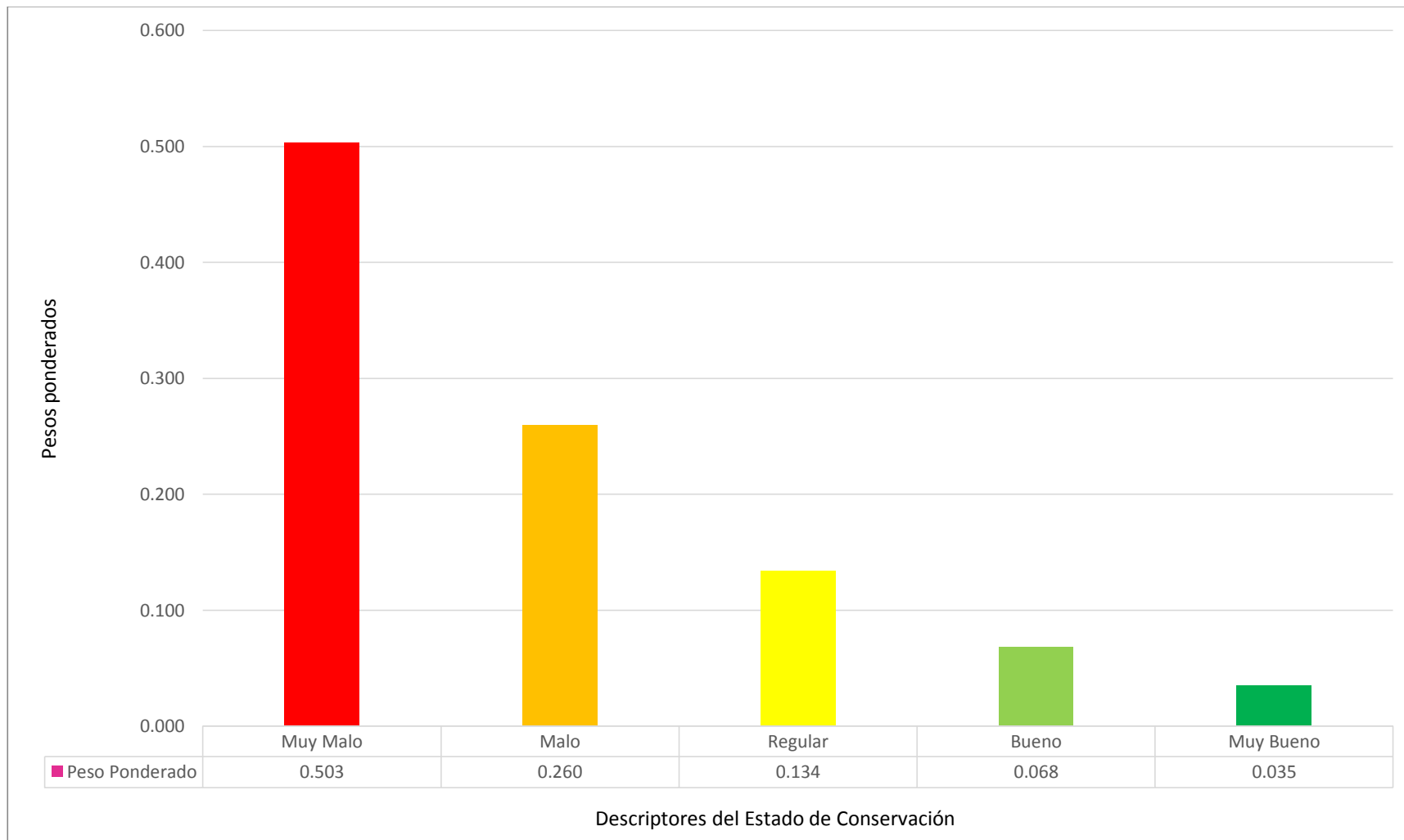
Tabla 18: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Estado de Conservación*.

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Peso Ponderado
Muy Malo	0.503
Malo	0.260
Regular	0.134
Bueno	0.068
Muy Bueno	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados obtenidos mediante el AHP nos proporcionan el peso ponderado por cada descriptor a evaluar, estos podrán ser aplicados más adelante en las viviendas del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

Gráfico 4: Peso ponderado de los descriptores del *Estado de Conservación*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Antigüedad

Se identifican los descriptores del parámetro “Antigüedad”. Se evaluó la antigüedad porque este parámetro nos indica que tan vulnerable es la vivienda por haber pasado eventos sísmicos durante los años.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **31 – a más años:** Estas construcciones tienen un tiempo importante de haber sido construidas, por tanto, son altamente vulnerables, debido a que estas construcciones soportaron hasta sismos de gran magnitud (1940, 1966, 1974, 1993, 1996, 2001, 2007).
- **18 – 30 años:** Estas construcciones tienen un tiempo regularmente importante de haber sido construidas por tanto son vulnerables además de haber sufrido posibles efectos de los sismos.
- **11 – 17 años:** Edificaciones que tienen un tiempo regular de haber sido construidas, por tal motivo son medianamente vulnerables además de haber sufrido los efectos de sismo ocurrido en Pisco (2007), pudiendo quedar de cierta manera afectadas.
- **6 – 10 años:** Edificaciones que no tienen mucho tiempo de haber sido construidas, son poco vulnerables aún no se ha pasado por esta construcción algún evento sísmico fuerte.
- **0 – 5 años:** Edificaciones que no tienen mucho tiempo de haber sido construidas, por tal motivo son poco vulnerables no han sufrido ningún evento sísmico significativo.

Tabla 19: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Antigüedad*

DESCRIPTOR	31 años a más	18-30 años	11-17años	6-10 años	0-5 años
31 años a más	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
18-30 años	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
11-17años	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
6-10 años	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
0-5 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Antigüedad*

DESCRIPTOR	31 años a más	18-30 años	11-17años	6-10 años	0-5 años	Vector Priorización
31 años a más	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
18-30 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
11-17años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
6-10 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
0-5 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

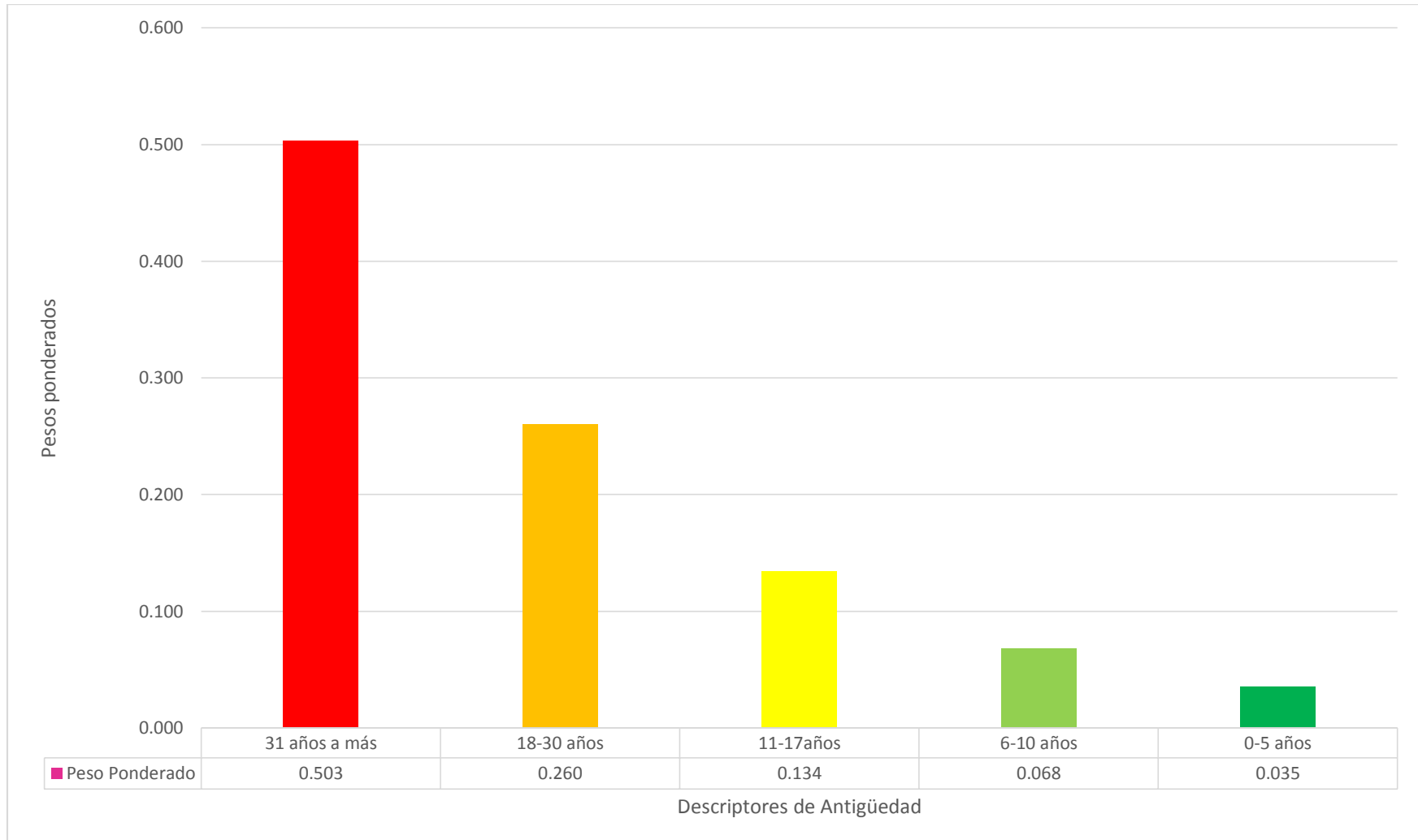
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Antigüedad*.

Tabla 21: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Antigüedad*

ANTIGÜEDAD	Peso Ponderado
31 años a más	0.503
18-30 años	0.260
11-17años	0.134
6-10 años	0.068
0-5 años	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 5: Peso ponderado de los descriptores de *Antigüedad*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Pendiente del terreno

Se identifican los descriptores del parámetro “Pendiente del terreno”. Las viviendas construidas en laderas o terrenos con fuerte pendiente, tienen la desventaja del empuje lateral que ejerce el terreno sobre la parte lateral de ésta, incrementando la acción de las ondas sísmicas, y haciéndolas más vulnerables. Lo que no sucede en viviendas asentadas en terrenos planos donde el empuje lateral es nulo o casi nulo, dándole mejor estabilidad.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **85% <:** Muy Alta pendiente
- **50 – 85 %:** Alta Pendiente
- **30 – 50%:** Mediana pendiente.
- **15 – 30%:** Baja pendiente.
- **0 – 15 %:** Muy Baja pendiente.

Tabla 22: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Pendiente del terreno*

DESCRIPTOR	85%<	50 – 85 %	30 – 50%	15 – 30%	0 – 15%
85%<	1.000	4.000	6.000	7.000	9.000
50 – 85 %	0.250	1.000	3.000	6.000	7.000
30 – 50%	0.167	0.333	1.000	3.000	6.000
15 – 30%	0.143	0.167	0.333	1.000	3.000
0 – 15%	0.111	0.143	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.670	5.640	10.500	17.330	26.000
1/SUMA	0.600	0.180	0.100	0.060	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Pendiente del terreno*.

DESCRIPTOR	85%<	50 – 85 %	30 – 50%	15 – 30%	0 – 15%	Vector Priorización
85%<	0.599	0.709	0.571	0.404	0.346	0.526
50 – 85 %	0.150	0.177	0.286	0.346	0.269	0.246
30 – 50%	0.100	0.059	0.095	0.173	0.231	0.132
15 – 30%	0.086	0.030	0.032	0.058	0.115	0.064
0 – 15%	0.067	0.025	0.016	0.019	0.038	0.033

Fuente: Elaboración Propia

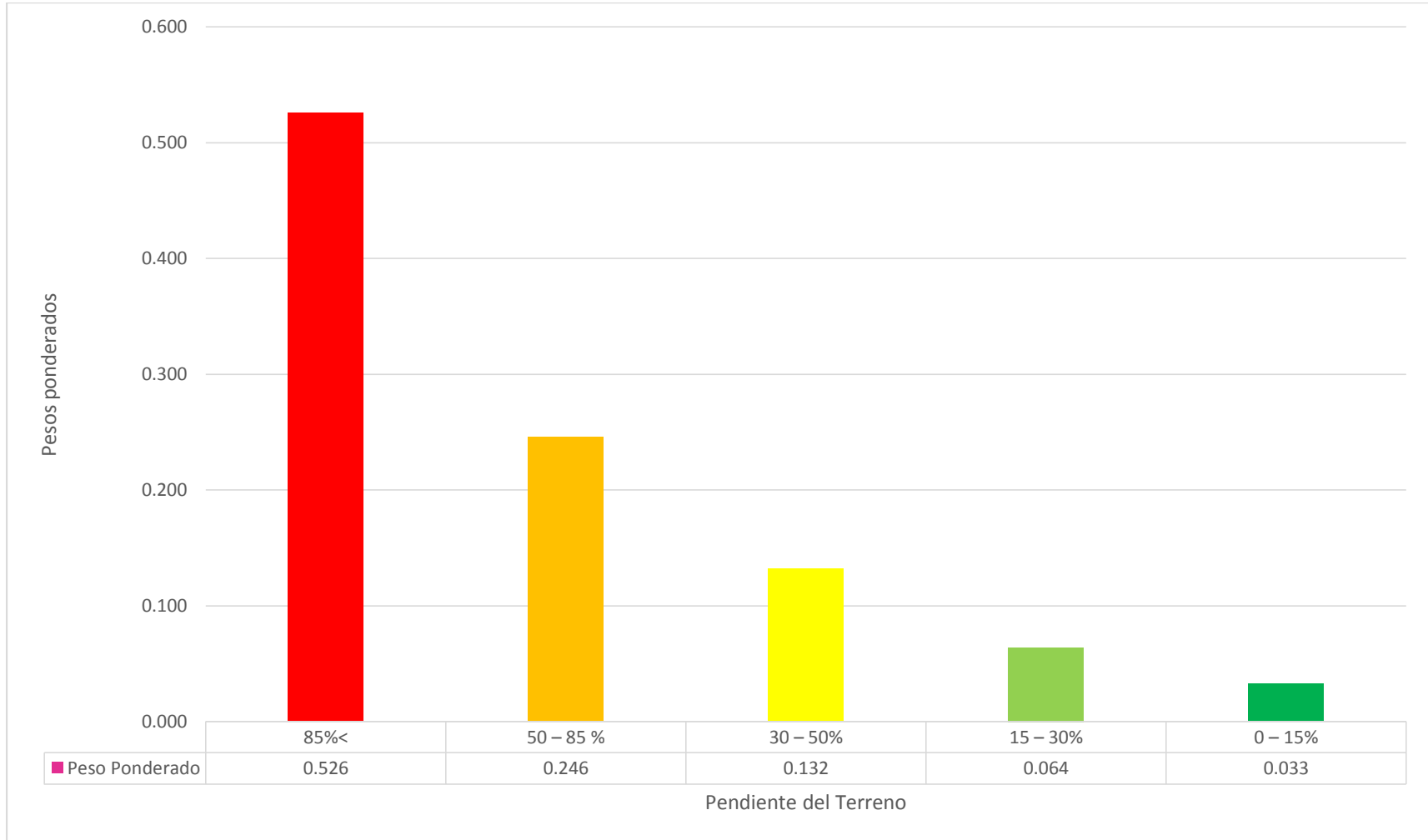
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Pendiente del terreno*.

Tabla 24: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Pendiente del terreno*

PENDIENTE DEL TERRENO	Peso Ponderado
85%<	0.526
50 – 85 %	0.246
30 – 50%	0.132
15 – 30%	0.064
0 – 15%	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 6: Peso ponderado de los descriptores de la *Pendiente del Terreno*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Número de Pisos

Se identifican los descriptores del parámetro “Número de Pisos”. De acuerdo a la altura de la vivienda se puede hacer más o menos vulnerable la vivienda por el peso que estos aportan a la construcción.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **5 – más Pisos:** Edificaciones muy vulnerables tienen una altura mayor, existe un peso bastante considerable.
- **4 pisos:** Edificaciones vulnerables por ser de una altura mayor existe un peso bastante considerable.
- **3 pisos:** Medianamente vulnerable ya que la altura es regular, es significativamente pesada la edificación
- **2 pisos:** Poco vulnerable ya que la altura no es mucha, no es tan pesada la edificación.
- **1 piso:** Muy poco vulnerable ya que la altura no es mucha, menos peso para la edificación.

Tabla 25: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Número de Pisos*

PARAMETRO	5 pisos a más	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso
5 pisos a más	1.000	4.000	6.000	7.000	9.000
4 pisos	0.250	1.000	3.000	5.000	7.000
3 pisos	0.167	0.333	1.000	3.000	5.000
2 pisos	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
1 piso	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.671	5.676	10.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.599	0.176	0.095	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26.: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Número de Pisos*

PARAMETRO	5 pisos a más	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso	Vector Priorización
5 pisos a más	0.599	0.705	0.570	0.429	0.360	0.532
4 pisos	0.150	0.176	0.285	0.306	0.280	0.239
3 pisos	0.100	0.059	0.095	0.184	0.200	0.127
2 pisos	0.086	0.035	0.032	0.061	0.120	0.067
1 piso	0.067	0.025	0.019	0.020	0.040	0.034

Fuente: Elaboración Propia

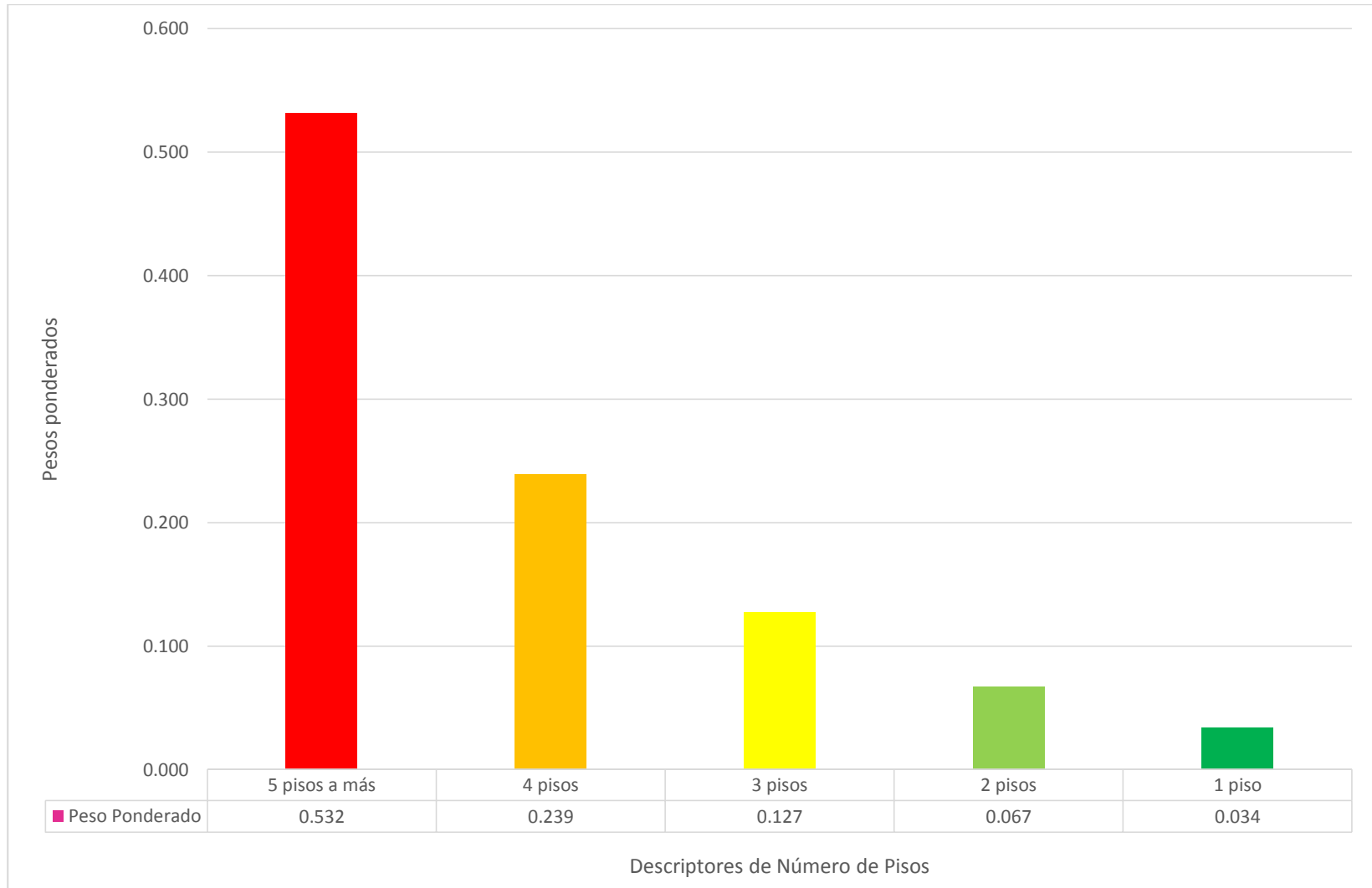
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Número de Pisos*.

Tabla 27: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Número de Pisos*

N° DE PISOS	Peso Ponderado
5 pisos a más	0.532
4 pisos	0.239
3 pisos	0.127
2 pisos	0.067
1 piso	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 7: Peso ponderado de los descriptores de *Número de Pisos*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Cargas Vivas

Se identifican los descriptores del parámetro “Cargas Vivas”. Las Cargas vivas son cargas inestables que aportan un peso extra a la construcción algunas más peligrosas que otras. Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **Materiales de construcción:** Encima de la vivienda se encuentra todo tipo de materiales de construcción almacenados por años, los cuales pueden ser: los ladrillos, bolsas de cemento, fierros, etc. Además de encontrarse ladrillos sueltos al filo del techo pudiendo estos caer encima de personas ante un movimiento sísmico fuerte. Es muy vulnerable.
- **Todo tipo de objetos pesados:** En el techo de las edificaciones se encuentra todo tipo de objetos como roperos, sillas, mesas, puertas, cilindros, arena. El peso que tienen es bastante considerable lo que lo hace vulnerable.
- **Maderas sueltas:** Encima de la edificación se encuentran maderas sueltas pesadas además de ser un peligro porque pueden caer ante un movimiento de alta intensidad. Medianamente Vulnerable
- **Tanques elevados:** Peso mediano encima de la edificación.
- **Ningún tipo de carga:** No posee peso encima de la vivienda, No es vulnerable.

Tabla 28: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Cargas Vivas*

PARAMETRO	Materiales de construcción	Todo tipo de objetos pesados	Maderas sueltas	Tanques elevados	Ningún tipo de carga
Materiales de construcción	1.000	4.000	5.000	7.000	9.000
Todo tipo de objetos pesados	0.250	1.000	3.000	5.000	7.000
Maderas sueltas	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Tanques elevados	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Ningún tipo de carga	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.704	5.676	9.533	16.330	25.000
1/SUMA	0.587	0.176	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Cargas Vivas*

PARAMETRO	Materiales de construcción	Todo tipo de objetos pesados	Maderas sueltas	Tanques elevados	Ningún tipo de carga	Vector Priorización
Materiales de construcción	0.587	0.705	0.524	0.429	0.360	0.521
Todo tipo de objetos pesados	0.147	0.176	0.315	0.306	0.280	0.245
Maderas sueltas	0.117	0.059	0.105	0.184	0.200	0.133
Tanques elevados	0.084	0.035	0.035	0.061	0.120	0.067
Ningún tipo de carga	0.065	0.025	0.021	0.020	0.040	0.034

Fuente: Elaboración Propia

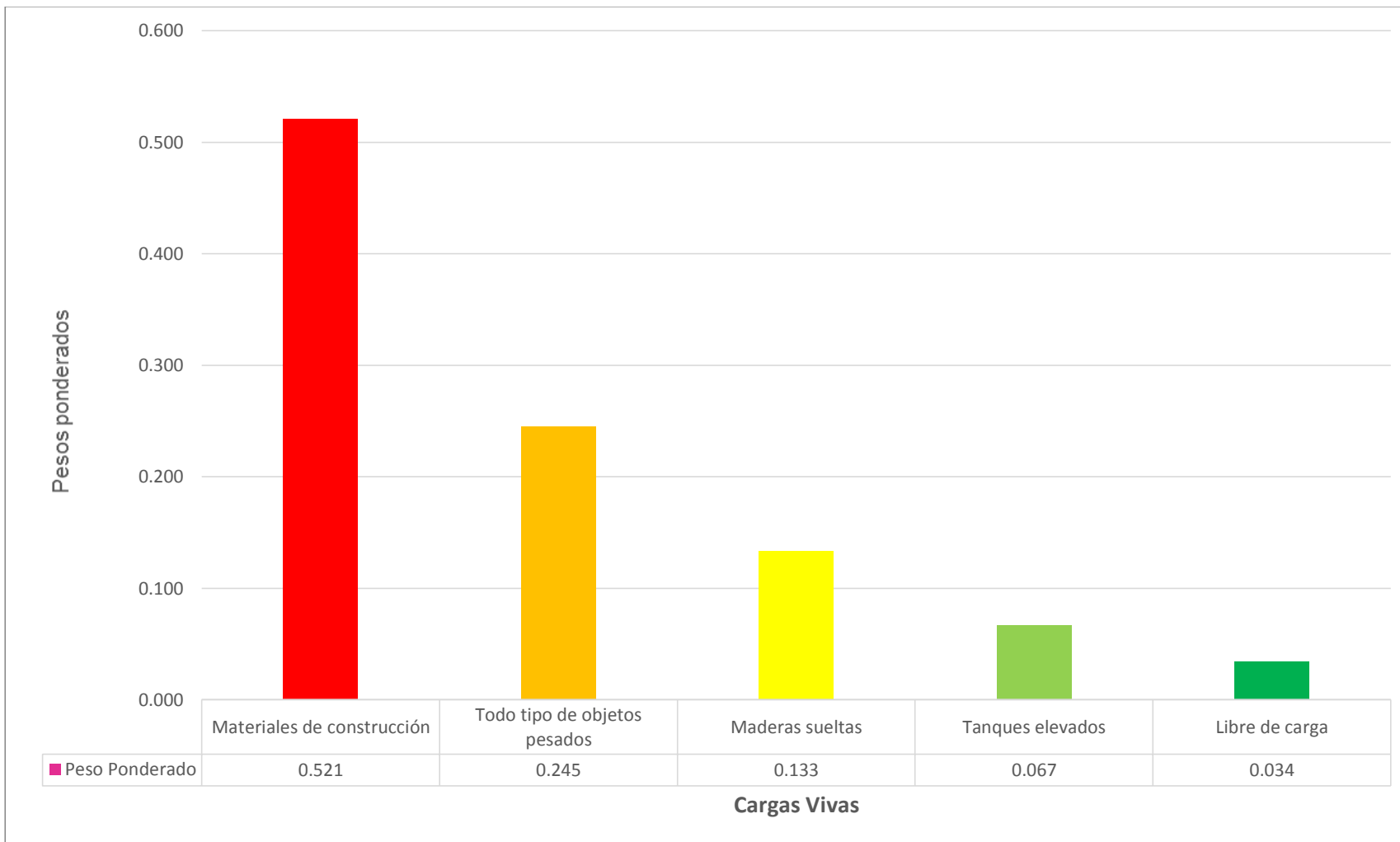
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Cargas Vivas*.

Tabla 30: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Cargas Vivas*

CARGAS VIVAS	Peso Ponderado
Materiales de construcción	0.521
Todo tipo de objetos pesados	0.245
Maderas sueltas	0.133
Tanques elevados	0.067
Ningún tipo de carga	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 8: Peso ponderado de los descriptores del *Cargas Vivas*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Estado de construcción.

Se identifican los descriptores del parámetro “Estado de construcción”. Este parámetro es evaluado porque es importante saber el estado de la construcción si un evento sísmico de gran magnitud se presenta. Si la vivienda se encuentra en construcción esta sería más vulnerable ya que es inestable a comparación de una vivienda terminada la cual es mucho más estable.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **En ruinas:** Edificaciones casi destruidas.
- **En construcción:** Muy vulnerables por no tener construcciones estables, materiales de construcción expuestos.
- **Inconclusa:** Vulnerables por no existir amarres, paredes sin vigas.
- **Terminado:** No son vulnerables.
- **Sin Construcción:** No vulnerables.

Tabla 31: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Estado de construcción*

PARAMETRO	En ruinas	En construcción	Inconclusa	Terminado	Sin construcción
En ruinas	1.000	4.000	5.000	7.000	8.000
En construcción	0.250	1.000	3.000	5.000	7.000
Inconclusa	0.200	0.333	1.000	4.000	5.000
Terminado	0.143	0.200	0.250	1.000	2.000
Sin construcción	0.125	0.143	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.718	5.676	9.450	17.500	23.000
1/SUMA	0.582	0.176	0.106	0.057	0.043

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Estado de construcción*.

PARAMETRO	En ruinas	En construcción	Inconclusa	Terminado	Sin construcción	Vector Priorización
En ruinas	0.582	0.705	0.529	0.400	0.348	0.513
En construcción	0.146	0.176	0.317	0.286	0.304	0.246
Inconclusa	0.116	0.059	0.106	0.229	0.217	0.145
Terminado	0.083	0.035	0.026	0.057	0.087	0.058
Sin construcción	0.073	0.025	0.021	0.029	0.043	0.038

Fuente: Elaboración Propia

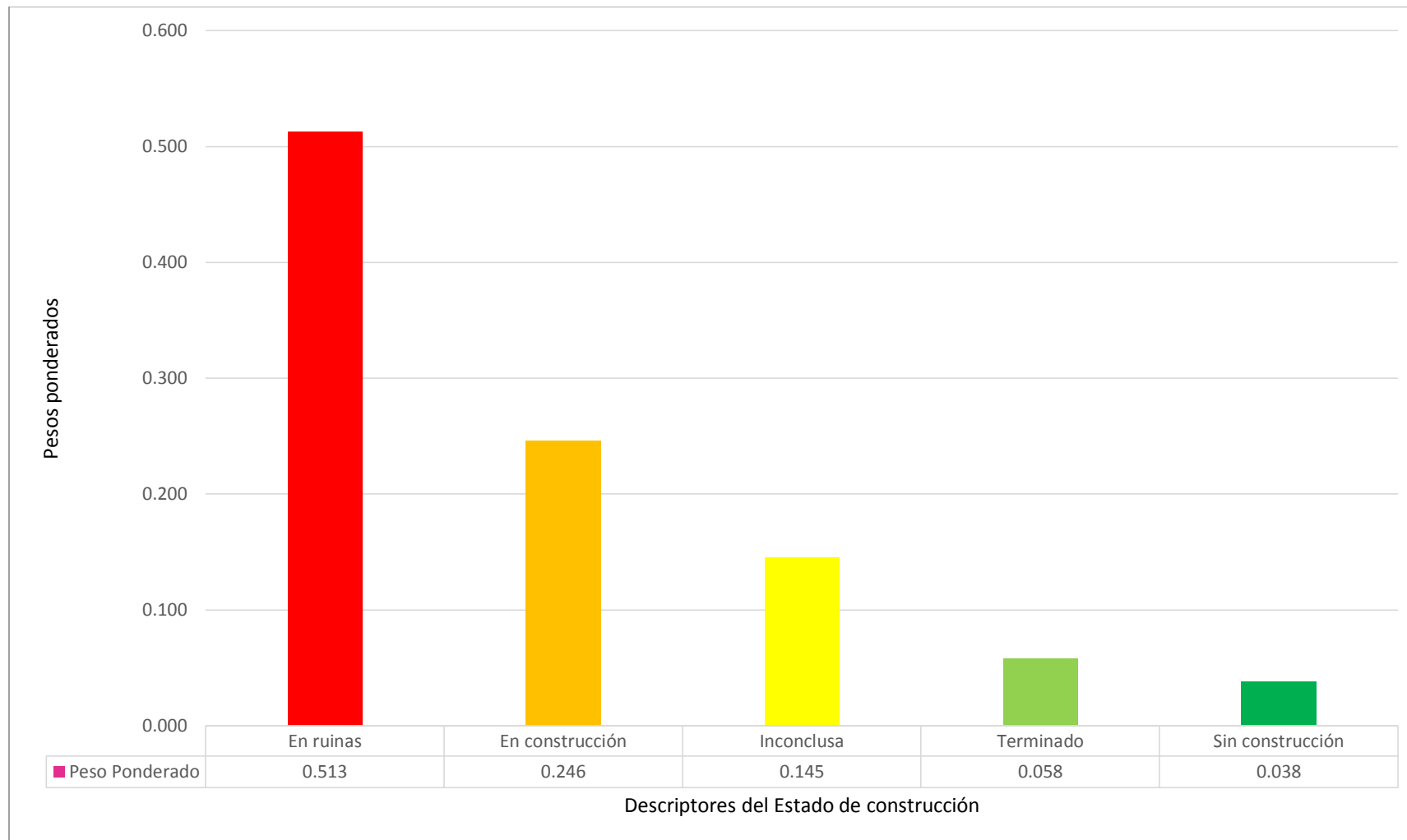
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Estado de construcción*.

Tabla 33: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Estado de construcción*

ESTADO DE CONSTRUCCIÓN	Peso Ponderado
En ruinas	0.513
En construcción	0.246
Inconclusa	0.145
Terminado	0.058
Sin construcción	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9: Peso ponderado de los descriptores del *Estado de construcción*



Fuente: Elaboración Propia

- **Ponderación de los Parámetros Descriptores:** Caso Dimensión Física.
- **Factor a Analizar:** Resiliencia

Se identifica el parámetro que permitirá determinar la “Resiliencia” Física. Para la determinación de la resiliencia en dimensión Física solo se evaluó el *Reforzamiento en la construcción*, este parámetro es importante porque después de haber pasado por sismos continuos las viviendas se encuentran afectadas en distintos grados.

Una manera de recuperar la resistencia de las viviendas es reforzar la construcción afectadas a lo largo de los años.

- **Parámetro a Analizar:** Reforzamiento de la Construcción

Se identifican los descriptores del parámetro “Reforzamiento de la Construcción”. Es necesario saber si la población está adquiriendo medidas para estar preparados ante un posible evento sísmico.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **Muy Malo:** No se pretende reforzar la construcción
- **Malo:** Se proyecta reforzar la construcción a futuro.
- **Regular:** Se planea realizar reforzamiento dentro del año.
- **Bueno:** Se empezó a reforzar la construcción.
- **Muy Bueno:** La construcción ha sido reforzada.

Tabla 34: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Reforzamiento de la Construcción*

PARAMETRO	No se pretende reforzar la construcción	Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	Se planea realizar reforzamiento dentro del año	Se empezó a reforzar la construcción	La construcción ha sido reforzada
No se pretende reforzar la construcción	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Se planea realizar reforzamiento dentro del año	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Se empezó a reforzar la construcción	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
La construcción ha sido reforzada	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Reforzamiento de la Construcción*.

PARAMETRO	No se pretende reforzar la construcción	Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo.	Se planea realizar reforzamiento dentro del año.	Se empezó a reforzar la construcción	La construcción ha sido reforzada	Vector Priorización
No se pretende reforzar la construcción	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Se planea realizar reforzamiento dentro del año	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Se empezó a reforzar la construcción	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
La construcción ha sido reforzada	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

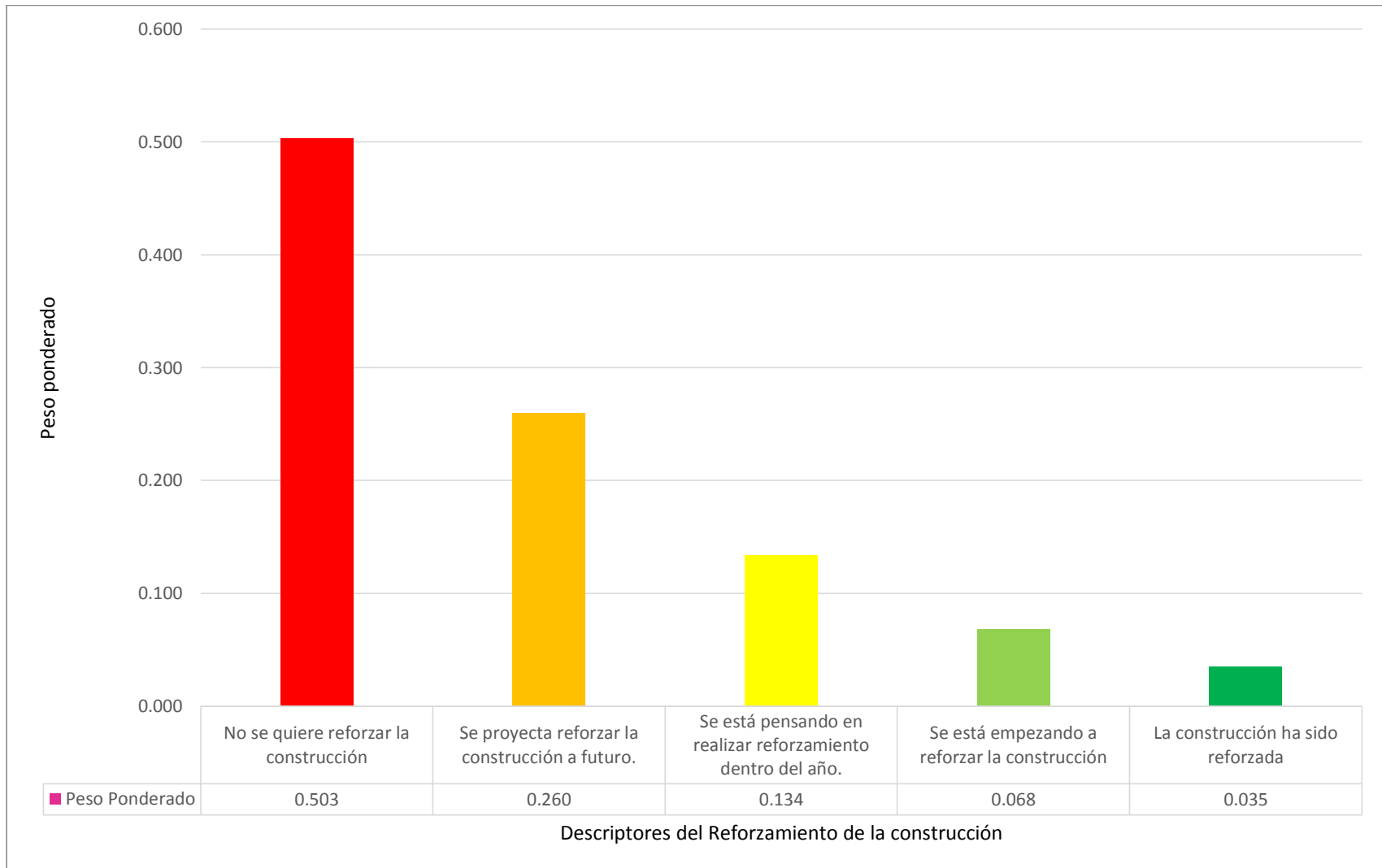
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Reforzamiento de la Construcción*.

Tabla 36: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Reforzamiento de la Construcción*

REFORZAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES	Peso Ponderado
No se pretende reforzar la construcción	0.503
Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	0.260
Se planea realizar reforzamiento dentro del año	0.134
Se empezó a reforzar la construcción	0.068
La construcción ha sido reforzada	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10: Peso ponderado de los descriptores del *Reforzamiento de la construcción*



Fuente: Elaboración Propia

Desarrollo para determinar la Fragilidad Física:

Se obtienen todos los pesos de los parámetros y descriptores para determinar la Dimensión Física.

Tabla 37: Peso ponderado de cada Parámetro de la *Fragilidad Física*

PARAMETRO	Peso Ponderado
Material Predominante Paredes	0.342
Material Predominante Techos	0.218
Estado de conservación	0.15
Antigüedad	0.105
Topografía del terreno	0.074
N° de pisos	0.051
Cargas Vivas	0.035
Estado de construcción	0.025

Fuente: Elaboración

Tabla 38: Peso ponderado de cada Descriptor de la *Fragilidad Física*

Material Predominante En Paredes	Peso Ponderado	Material Predominante En Techos	Peso Ponderado	Estado De Conservación	Peso Ponderado	Antigüedad	Peso Ponderado	Pendiente Del Terreno	Peso Ponderado	N° De Pisos	Peso Ponderado	Cargas Vivas	Peso Ponderado	Estado De Construcción	Peso Ponderado
Estera	0.466	Estera	0.443	Muy Malo	0.503	31 años a más	0.503	85%<	0.526	5 pisos a más	0.532	Materiales de construcción	0.521	En ruinas	0.513
Triplay	0.300	Triplay	0.269	Malo	0.26	18-30 años	0.26	50 – 85 %	0.246	4 pisos	0.239	Todo tipo de objetos pesados	0.245	En construcción	0.246
Madera	0.13	Calamina	0.165	Regular	0.134	11-17años	0.134	30 – 50%	0.132	3 pisos	0.127	Maderas sueltas	0.133	Inconclusa	0.145
Adobe	0.068	Madera	0.090	Bueno	0.068	6-10 años	0.068	15 – 30%	0.064	2 pisos	0.067	Tanques elevados	0.067	Terminado	0.058
Ladrillo	0.035	Ladrillo	0.033	Muy Bueno	0.035	0-5 años	0.035	0 – 15%	0.033	1 piso	0.034	Ningún tipo de carga	0.034	Sin construcción	0.038

Fuente: Elaboración

Para hallar la fragilidad en la dimensión física se realiza la multiplicación del parámetro evaluado con sus respectivos descriptores:

PARAMETRO	Peso Ponderado		Material Predominante En Paredes	Peso Ponderado	=	Pparámetro * Pdescriptor
Material Predominante Paredes	0.342		Estera	0.466	=	0.159
			Triplay	0.300	=	0.103
			Madera	0.13	=	0.044
			Adobe	0.068	=	0.023
			Ladrillo	0.035	=	0.012

De la misma manera se realiza para el parámetro material predominante en techos, conservación, antigüedad, pendiente en terreno, número de pisos, cargas vivas y estado de conservación cada uno multiplicado con sus respectivos descriptores.

Con la suma de la operación anterior (Por cada fila) se realiza la sumatoria de todos los resultados.

Tabla 39: Matriz de ponderación para determinar la *Fragilidad Física*

FRAGILIDAD																											
PARÁMETROS																							Descripción de la fragilidad física	Valor de la Fragilidad Física			
Material Predominante En Paredes			Material Predominante En Techos			Estado De Conservación			Antigüedad			Pendiente Del Terreno			Nº De Pisos			Cargas Vivas			Estado De Construcción						
Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor			Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor
Estera	0.466	0.342	Estera	0.443	0.218	Muy Malo	0.503	0.15	31 años a más	0.5030	0.105	85%<	0.526	0.074	5 pisos a más	0.532	0.051	Materiales de construcción	0.521	0.035	En ruinas	0.513	0.025	Pared de Estera, Techo de estera, Conservacion muy mala, Antigüedad de 31 años a más, pendiente 85%<, Número de pisos 5 pisos a más, Cargas vivas materiales de construcción, Estado de construcción en ruinas			0.481
Triplay	0.300	0.342	Triplay	0.269	0.218	Malo	0.260	0.15	18-30 años	0.2600	0.105	50-85 %	0.246	0.074	4 pisos	0.239	0.051	Todo tipo de objetos pesados	0.245	0.035	En construcción	0.246	0.025	Pared de Triplay, Techo de Triplay, Conservacion mala, Antigüedad de 18-30 años, pendiente 50-85 %, Número de pisos 4 pisos, Cargas vivas Todo tipo de objetos pesados, Estado de construcción en construcción			0.273
Madera	0.130	0.342	Calamina	0.165	0.218	Regular	0.134	0.15	11-17 años	0.1340	0.105	30-50%	0.132	0.074	3 pisos	0.127	0.051	Maderas sueltas	0.133	0.035	Inconclusa	0.145	0.025	Pared de Madera, Techo de Calamina, Conservacion Regular, Antigüedad de 11-17 años, pendiente 30-50%, Número de pisos 3 pisos, Cargas vivas: Maderas sueltas, Estado de construcción Inconclusa			0.139
Adobe	0.068	0.342	Madera	0.090	0.218	Bueno	0.068	0.15	6-10 años	0.0680	0.105	15-30%	0.064	0.074	2 pisos	0.067	0.051	Tanques elevados	0.067	0.035	Terminado	0.058	0.025	Pared de Adobe, Techo de Madera, Conservacion buena, Antigüedad de 6-10 años, pendiente 15-30 %, Número de pisos 2 pisos , Cargas vivas: Tanques elevados, Estado de construcción Terminado			0.072
Ladrillo	0.035	0.342	Ladrillo	0.033	0.218	Muy Bueno	0.035	0.15	0-5 años	0.0350	0.105	0-15%	0.033	0.074	1 piso	0.034	0.051	Ningún tipo de carga	0.034	0.035	Sin construcción	0.038	0.025	Pared de Ladrillo, Techo de Ladrillo, Conservacion muy bueno, Antigüedad de 0-5 años, pendiente 0-15%, Número de pisos 1 piso, Cargas vivas: todo tipo de objetos pesados, Estado de construcción: sin construcción			0.034

Fuente: Elaboración Propia

Desarrollo para determinar la Resiliencia Física:

Tabla 40: Peso ponderado de cada Descriptor de la *Resiliencia Física*

Reforzamiento De Las Construcciones	Peso Ponderado
No se pretende reforzar la construcción	0.503
Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	0.260
Se planea realizar reforzamiento dentro del año	0.134
Se empezó a reforzar la construcción	0.068
La construcción ha sido reforzada	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de la resiliencia física, se tiene un solo parámetro el cual tendrá el peso de 1 y no se necesitará aplicar la matriz de normalización para determinar el peso de los parámetros.

Tabla 41: Matriz de ponderación para determinar la *Resiliencia Física*

RESILIENCIA				
PARÁMETRO PARA DETERMINAR LA RESILIENCIA FÍSICA			Descripción de la resiliencia física	Valor de la Resiliencia Física
Reforzamiento De Las Construcciones				
Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro		
No se pretende reforzar la construcción	0.513	1.000	No se pretende reforzar la construcción	0.513
Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	0.260	1.000	Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	0.260
Se planea realizar reforzamiento dentro del año	0.134	1.000	Se planea realizar reforzamiento dentro del año	0.134
Se empezó a reforzar la construcción	0.068	1.000	Se empezó a reforzar la construcción	0.068
La construcción ha sido reforzada	0.035	1.000	La construcción ha sido reforzada	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se le otorga igual peso a la Fragilidad y Resiliencia 50% para cada uno, por tal motivo a los resultados antes obtenidos se les multiplicara 0.5.

Tabla 42: Matriz de la Dimensión Física

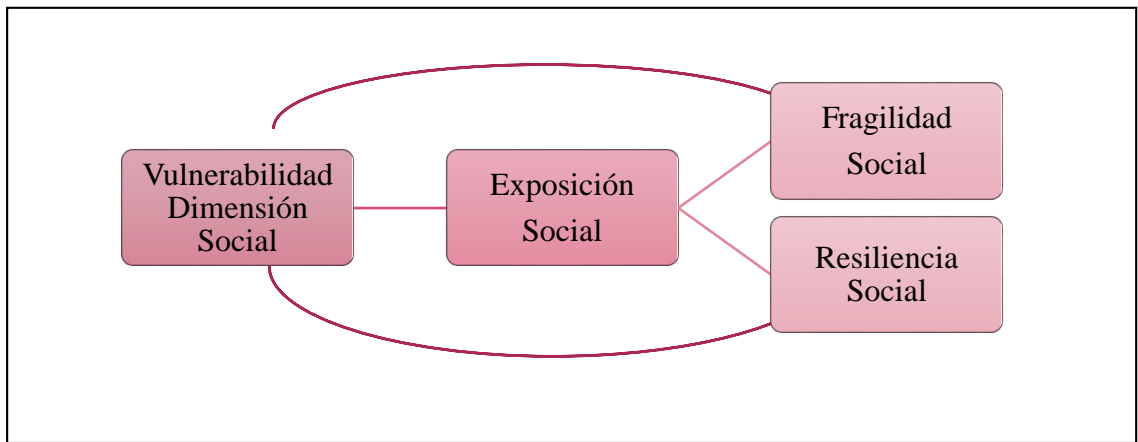
DIMENSIÓN FÍSICA																									
FRAGILIDAD																									
PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA FRAGILIDAD FÍSICA																							Descripción de la fragilidad física	V P	
Material Predominante En Paredes			Material Predominante En Techos			Estado De Conservación			Antigüedad			Pendiente Del Terreno			N° De Pisos			Cargas Vivas			Estado De Construcción				
Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor			Peso Parámetro
Estera	0.466	0.342	Estera	0.443	0.218	Muy Malo	0.503	0.15	31 años a más	0.5030	0.105	85%<	0.526	0.074	5 pisos a más	0.532	0.051	Materiales de construcción	0.521	0.035	En ruinas	0.513	0.025	Pared de Estera, Techo de estera, Conservación muy mala, Antigüedad de 31 años a más, pendiente 85%<, Número de pisos 5 pisos a más, Cargas vivas materiales de construcción, Estado de construcción en ruinas.	
Triplay	0.300	0.342	Triplay	0.269	0.218	Malo	0.260	0.15	18-30 años	0.2600	0.105	50 – 85 %	0.246	0.074	4 pisos	0.239	0.051	Todo tipo de objetos pesados	0.245	0.035	En construcción	0.246	0.025	Pared de Triplay, Techo de Triplay, Conservación mala, Antigüedad de 18-30 años, pendiente 50 – 85 %, Número de pisos 4 pisos, Cargas vivas Todo tipo de objetos pesados, Estado de construcción: en construcción.	
Madera	0.130	0.342	Calamina	0.165	0.218	Regular	0.134	0.15	11-17 años	0.1340	0.105	30 – 50%	0.132	0.074	3 pisos	0.127	0.051	Maderas sueltas	0.133	0.035	Inconclusa	0.145	0.025	Pared de Madera, Techo de Calamina, Conservación Regular, Antigüedad de 11-17 años, pendiente 30 – 50%, Número de pisos 3 pisos, Cargas vivas: Maderas sueltas, Estado de construcción Inconclusa.	
Adobe	0.068	0.342	Madera	0.090	0.218	Bueno	0.068	0.15	6-10 años	0.0680	0.105	15 – 30%	0.064	0.074	2 pisos	0.067	0.051	Tanques elevados	0.067	0.035	Terminado	0.058	0.025	Pared de Adobe, Techo de Madera, Conservación buena, Antigüedad de 6-10 años, pendiente 15 – 30 %, Número de pisos 2 pisos, Cargas vivas: Tanques elevados, Estado de construcción Terminado.	
Ladrillo	0.035	0.342	Ladrillo	0.033	0.218	Muy Bueno	0.035	0.15	0-5 años	0.0350	0.105	0 – 15%	0.033	0.074	1 piso	0.034	0.051	Ningún tipo de carga	0.034	0.035	Sin construcción	0.038	0.025	Pared de Ladrillo, Techo de Ladrillo, Conservación muy bueno, Antigüedad de 0-5 años, pendiente 0 – 15%, Número de pisos 1 piso, Cargas vivas: todo tipo de objetos pesados, Estado de construcción: sin construcción.	

5.3 CRITERIO METODOLÓGICO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE DIMENSIÓN SOCIAL ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD.

5.3.1 Análisis de la Dimensión Social

Para determinar la Dimensión Social es necesario recurrir al Capítulo II, en el cual se explica que los factores participantes para determinar la vulnerabilidad son la exposición, fragilidad y resiliencia.

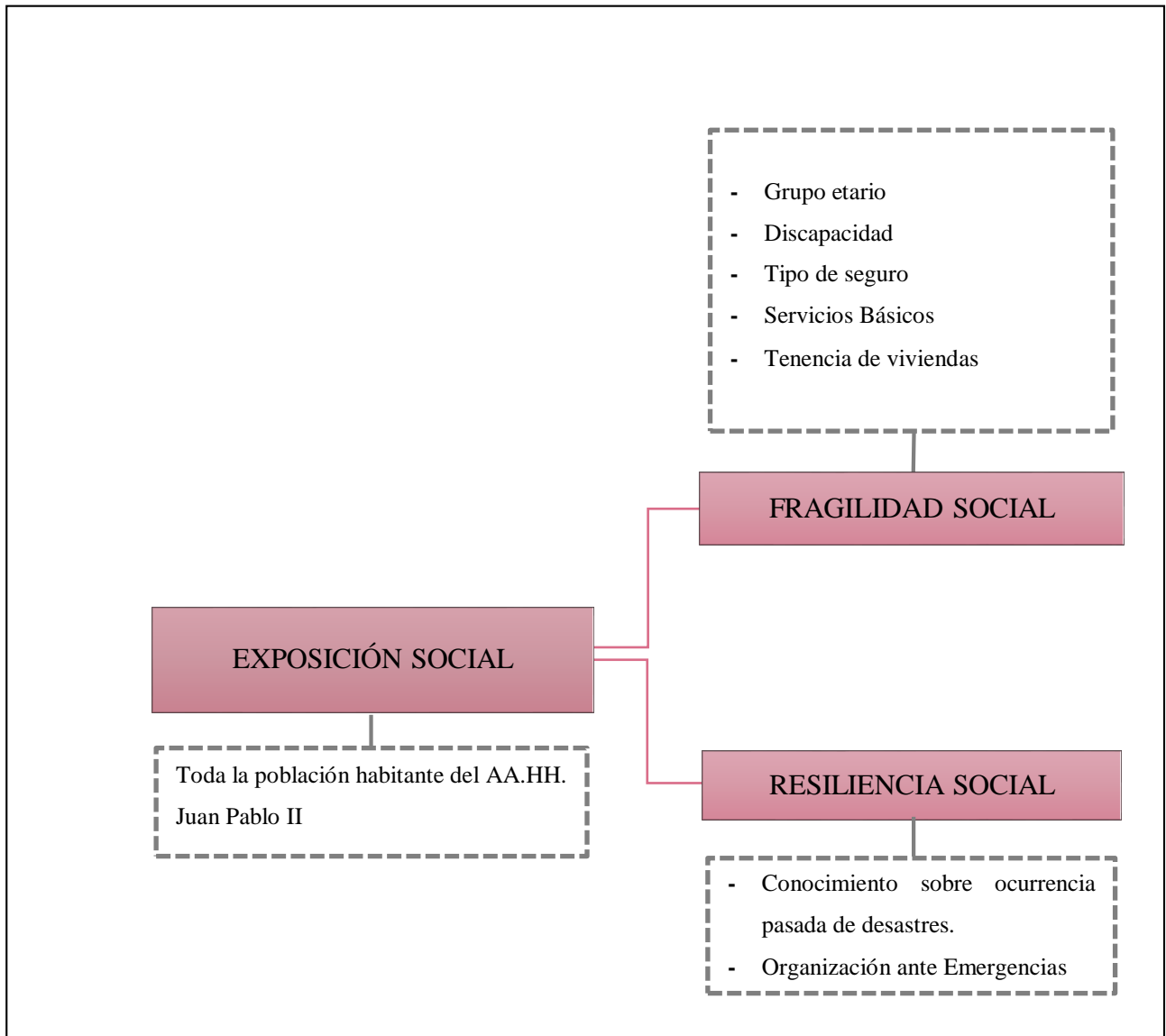
Diagrama 8: Análisis de la Dimensión Social



Fuente: Elaboración Propia

Se considera como factor de exposición social a toda la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II y a partir de esto se determina los indicadores de la fragilidad y resiliencia social.

Diagrama 9: Factores de la Dimensión Social.



Fuente: Elaboración Propia

- Clasificado los indicadores para cada factor se procede a aplicar la metodología AHP (Proceso Analítico Jerárquico). Es necesario aclarar que a partir de este punto los indicadores pasan a llamarse PARAMETROS.
- Se empieza realizando la ponderación de los parámetros y luego la ponderación de los descriptores.

- **Ponderación de los Parámetros Descriptores:** Caso Dimensión Social.
- **Factor a Analizar:** Fragilidad

Se identifican los parámetros que permitan determinar la “Fragilidad” para la vulnerabilidad en su dimensión Social. Se evaluaron 5 parámetros los cuales están basados en la clasificación expuesta dentro del *Manual para la evaluación del riesgo por sismos* elaborado por CENEPRED (2017), *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos Naturales* elaborado por CENEPRED (2015), la *evaluación de riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa elaborada por Castro (2014)* y *Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana* estudio realizado por Ochoa (2012) y por criterio propio.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable hasta el considerado menos desfavorable.

Para la Fragilidad Dimensión física

- Grupo Etario
- Discapacidad
- Tipo de Seguro
- Servicios Básicos
- Tenencia de viviendas

Se realiza la comparación entre pares de estos 5 parámetros, para determinar cuál y cuanto más importante es con respecto al otro, se empieza analizando un parámetro y se compara con los otros 4 para poder determinarlo es necesario realizar las preguntas de acuerdo a la importancia frente al otro parámetro como se realizó en el subcapítulo para determinar la vulnerabilidad en dimensión física.

Después de completar la matriz de comparaciones de pares se realiza la matriz de normalización, obtendremos el vector de priorización el cual nos da el peso ponderado de cada parámetro.

Tabla 43: Matriz de comparación de pares de los parámetros pertenecientes a la *Fragilidad Social*

PARÁMETRO	Grupo etario	Discapacidad	Tipo de seguro	Servicios Básicos	Tenencia de viviendas
Grupo etario	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Discapacidad	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
Tipo de seguro	0.330	0.500	1.000	3.000	4.000
Servicios Básicos	0.250	0.330	0.330	1.000	3.000
Tenencia de viviendas	0.200	0.250	0.250	0.330	1.000
SUMA	2.283	4.083	6.583	11.333	17.000
1/SUMA	0.438	0.245	0.152	0.088	0.059

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: Matriz de Normalización de los parámetros de la *Fragilidad Social*

PARÁMETRO	Grupo etario	Discapacidad	Tipo de seguro	Servicios Básicos	Tenencia de viviendas	Vector Priorización
Grupo etario	0.438	0.490	0.456	0.353	0.294	0.406
Discapacidad	0.219	0.245	0.304	0.265	0.235	0.254
Tipo de seguro	0.146	0.122	0.152	0.265	0.235	0.184
Servicios Básicos	0.109	0.082	0.051	0.088	0.176	0.101
Tenencia de viviendas	0.088	0.061	0.038	0.029	0.059	0.055

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el Peso Ponderado de cada Parámetro.

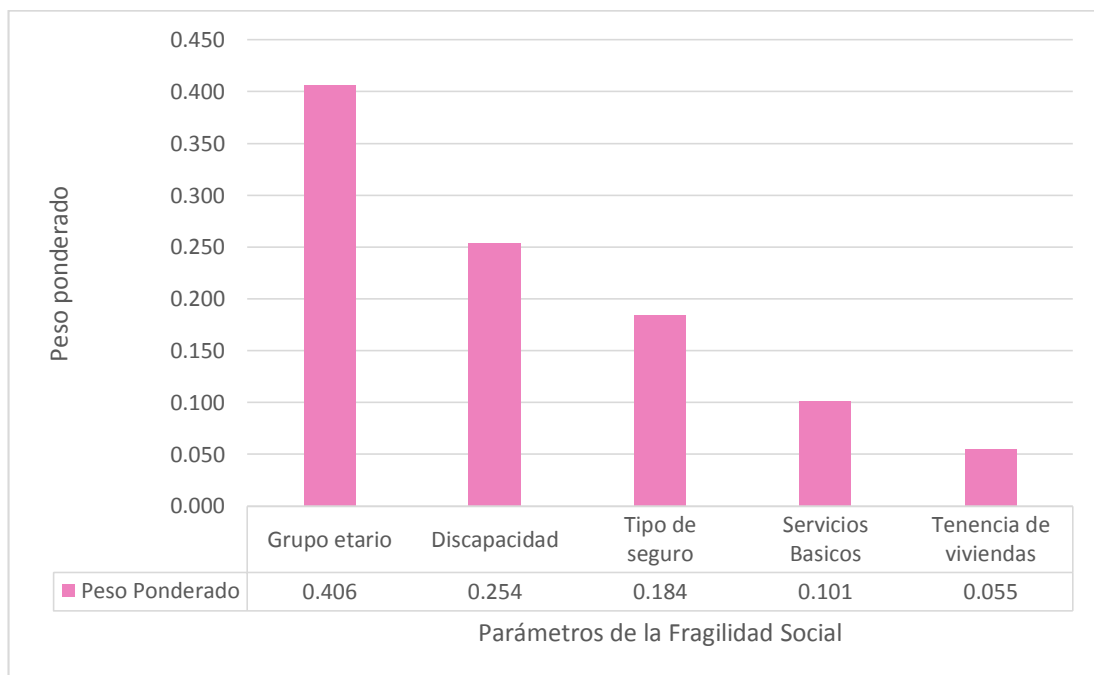
Tabla 45: Peso Ponderado de cada Parámetro de la *Fragilidad Social*

PARAMETRO	Peso Ponderado
Grupo etario	0.406
Discapacidad	0.254
Tipo de seguro	0.184
Servicios Básicos	0.101
Tenencia de viviendas	0.055

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados obtenidos mediante el AHP nos proporcionan el peso ponderado por cada parámetro a evaluar, estos podrán ser aplicados más adelante a la población del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

Gráfico 11: Peso ponderado de los parámetros de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración Propia

Después de evaluar el peso ponderado de los parámetros de la Fragilidad en la Dimensión Social se procede a evaluar los descriptores de cada uno de los 5 parámetros.

- **Parámetro a Analizar:** Grupo Etario

Se identifican los descriptores del parámetro “Grupo Etario”. Se evalúa el Grupo etario como uno de los parámetros más importantes de la Fragilidad Social porque la edad en la población determina quienes son los más indefensos como son los niños y los ancianos de acuerdo a esto se hizo una lista con rangos a edades, según lo sugiere CENEPRED (2015) en su *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos Naturales*

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **De 0 a 5 años y mayores de 65:** Población más vulnerable por encontrarse infantes y adultos mayores.
- **De 5 a 12 años y de 60 a 65:** Población vulnerable se encuentran niños y adultos mayores.
- **De 12 a 15 años y de 50 a 60:** Población moderadamente vulnerable por encontrarse adolescentes y adultos
- **De 15 a 30 años:** Poco vulnerable por encontrarse población joven.
- **De 30 a 50 años:** Población no vulnerable por encontrarse la población adulta.

Tabla 46: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Grupo Etario*

DESCRIPTORES	De 0 a 5 años y mayores de 65	De 5 a 12 años y de 60 a 65	De 12 a 15 años y de 50 a 60	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años
De 0 a 5 años y mayores de 65	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
De 5 a 12 años y de 60 a 65	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 12 a 15 años y de 50 a 60	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 15 a 30 años	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
De 30 a 50 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47: Matriz de Normalización de los descriptores del *Grupo Etario*

DESCRIPTORES	De 0 a 5 años y mayores de 65	De 5 a 12 años y de 60 a 65	De 12 a 15 años y de 50 a 60	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector Priorización
De 0 a 5 años y mayores de 65	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 5 a 12 años y de 60 a 65	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 12 a 15 años y de 50 a 60	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 15 a 30 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
De 30 a 50 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Grupo Etario*.

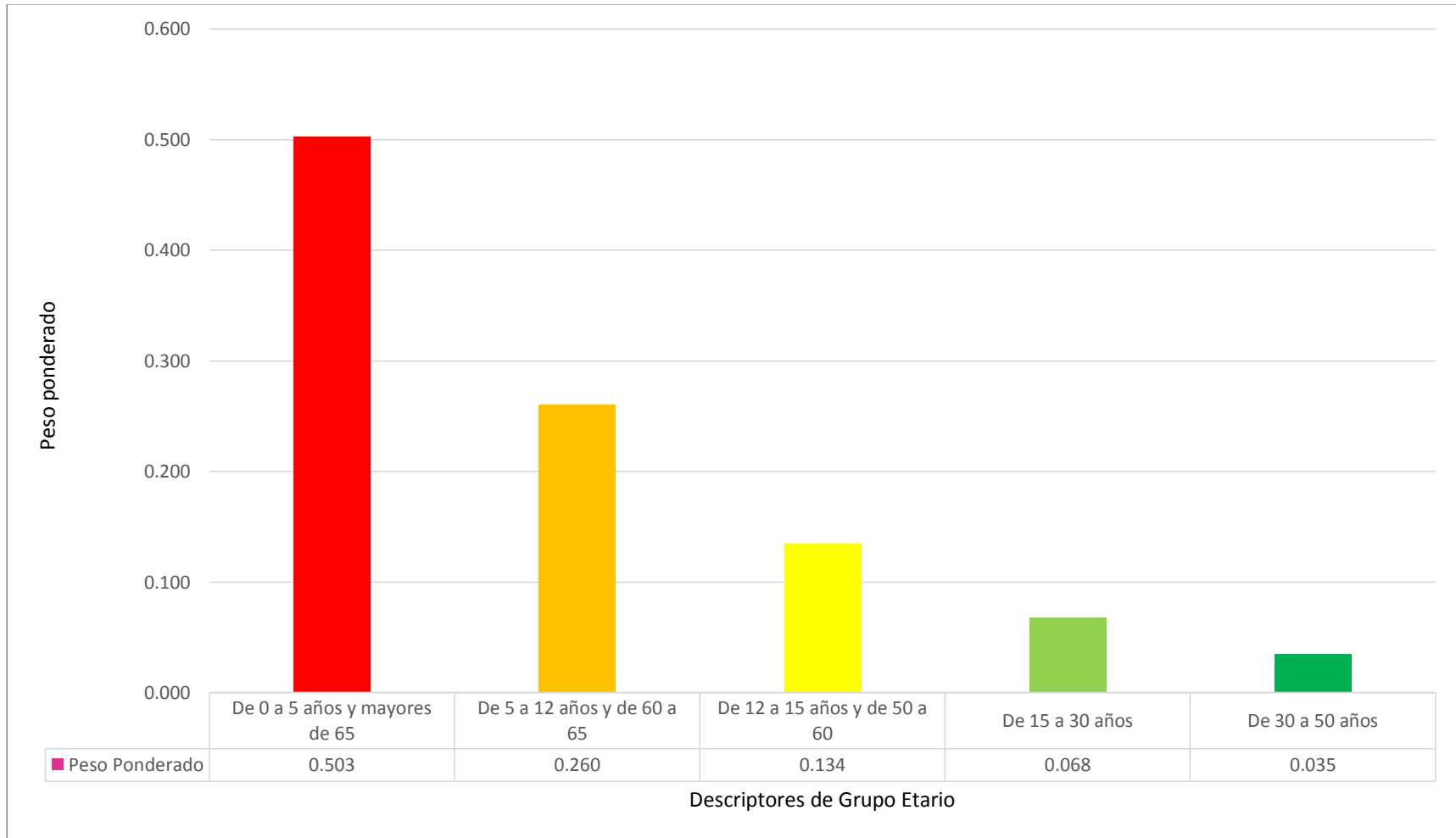
Tabla 48: Peso Ponderado de cada descriptor del *Grupo Etario*

GRUPO ETARIO	Peso Ponderado
De 0 a 5 años y mayores de 65	0.503
De 5 a 12 años y de 60 a 65	0.260
De 12 a 15 años y de 50 a 60	0.134
De 15 a 30 años	0.068
De 30 a 50 años	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados obtenidos mediante el AHP nos proporcionan el peso ponderado por cada descriptor a evaluar, estos serán aplicados más adelante en la población del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

Gráfico 12: Peso ponderado de los descriptores de *Grupo Etario*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Discapacidad

Se identifican los descriptores del parámetro “Discapacidad”. La Discapacidad es uno de los parámetros más importantes para determinar la dimensión social, ya que se encuentra en desventaja por tener distintas limitaciones. Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- Para usar brazos y piernas
- Para oír o hablar
- Visual
- Mental o intelectual
- No tiene

Tabla 49: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Discapacidad*

DESCRIPTORES	Para usar brazos y piernas	Para oír o hablar	Visual	Mental o intelectual	No tiene
Para usar brazos y piernas	1.000	2.000	2.000	5.000	9.000
Para oír o hablar	0.500	1.000	2.000	5.000	9.000
Visual	0.500	0.500	1.000	4.000	8.000
Mental o intelectual	0.200	0.200	0.250	1.000	8.000
No tiene	0.111	0.111	0.125	0.125	1.000
SUMA	2.311	3.811	5.375	15.125	35.000
1/SUMA	0.433	0.262	0.186	0.066	0.029

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Discapacidad*

DESCRIPTORES	Para usar brazos y piernas	Para oír o hablar	Visual	Mental o intelectual	No tiene	Vector Priorización
Para usar brazos y piernas	0.433	0.525	0.372	0.331	0.257	0.383
Para oír o hablar	0.216	0.262	0.372	0.331	0.257	0.288
Visual	0.216	0.131	0.186	0.264	0.229	0.205
Mental o intelectual	0.087	0.052	0.047	0.066	0.229	0.096
No tiene	0.048	0.029	0.023	0.008	0.029	0.027

Fuente: Elaboración Propia

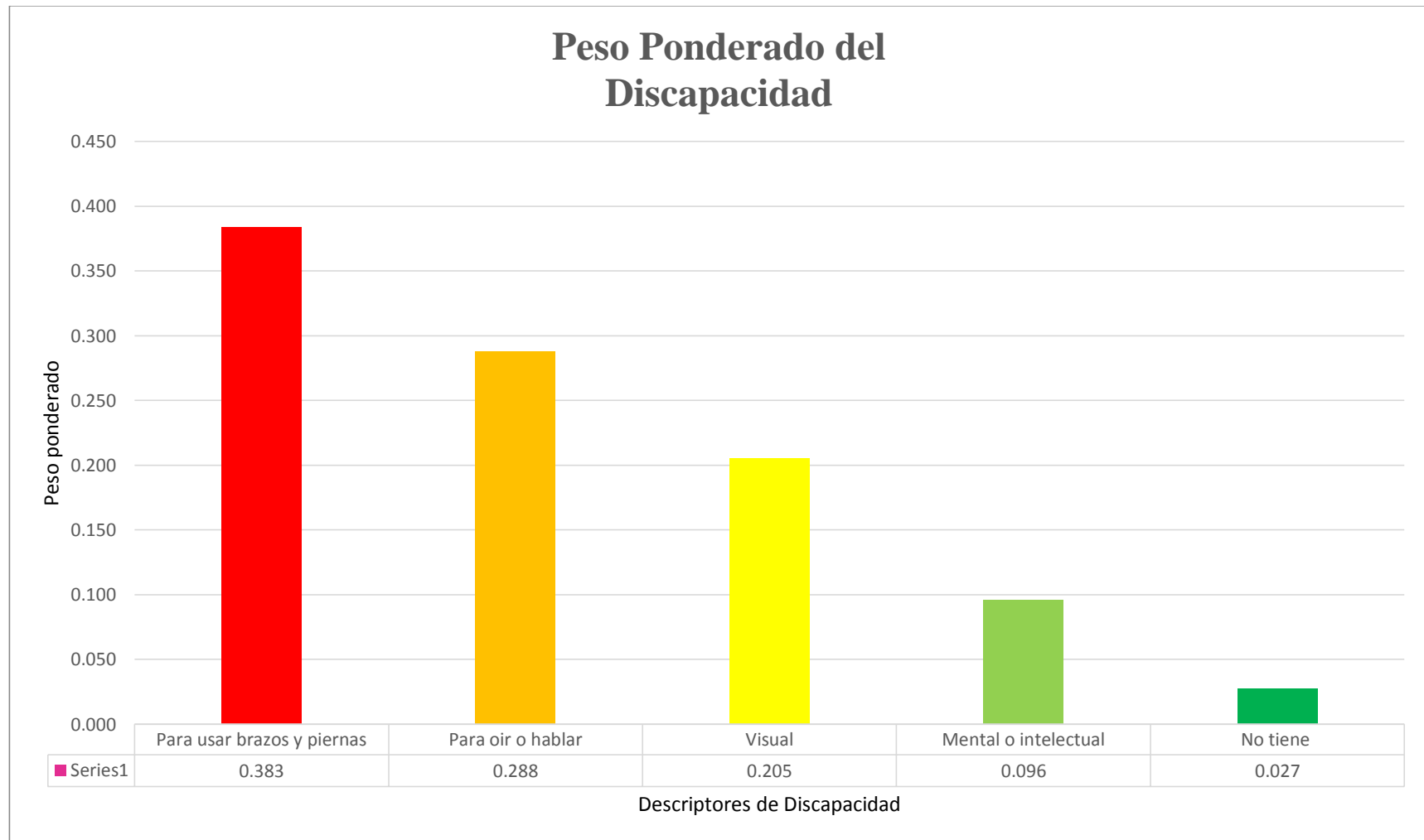
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Discapacidad*.

Tabla 51: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Discapacidad*

DISCAPACIDAD	Peso Ponderado
Para usar brazos y piernas	0.383
Para oír o hablar	0.288
Visual	0.205
Mental o intelectual	0.096
No tiene	0.027

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 13: Peso ponderado de los descriptores de *Discapacidad*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Tipo de seguro

Descriptores. Se identifican los descriptores del parámetro “Tipo de seguro”. Este parámetro es importante porque cuando la población no tiene algún tipo de seguro se hace más vulnerable en caso se desencadene una posible emergencia tras el evento sísmico.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- **No tiene**
- **SIS**
- **ESSALUD**
- **FFAA-PNP**
- **Seguro privado/otro**

Tabla 52: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Tipo de seguro*

DESCRIPTORES	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA-PNP	Seguro privado/otro
No tiene	1.000	5.000	6.000	7.000	9.000
SIS	0.200	1.000	3.000	5.000	7.000
ESSALUD	0.167	0.333	1.000	3.000	5.000
FFAA-PNP	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Seguro privado/otro	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.621	6.676	10.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.617	0.150	0.095	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Tipo de seguro*

DESCRIPTORES	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA-PNP	Seguro privado/otro	Vector Priorización
No tiene	0.617	0.749	0.570	0.429	0.360	0.545
SIS	0.123	0.150	0.285	0.306	0.280	0.229
ESSALUD	0.103	0.050	0.095	0.184	0.200	0.126
FFAA-PNP	0.088	0.030	0.032	0.061	0.120	0.066
Seguro privado/otro	0.069	0.021	0.019	0.020	0.040	0.034

Fuente: Elaboración Propia

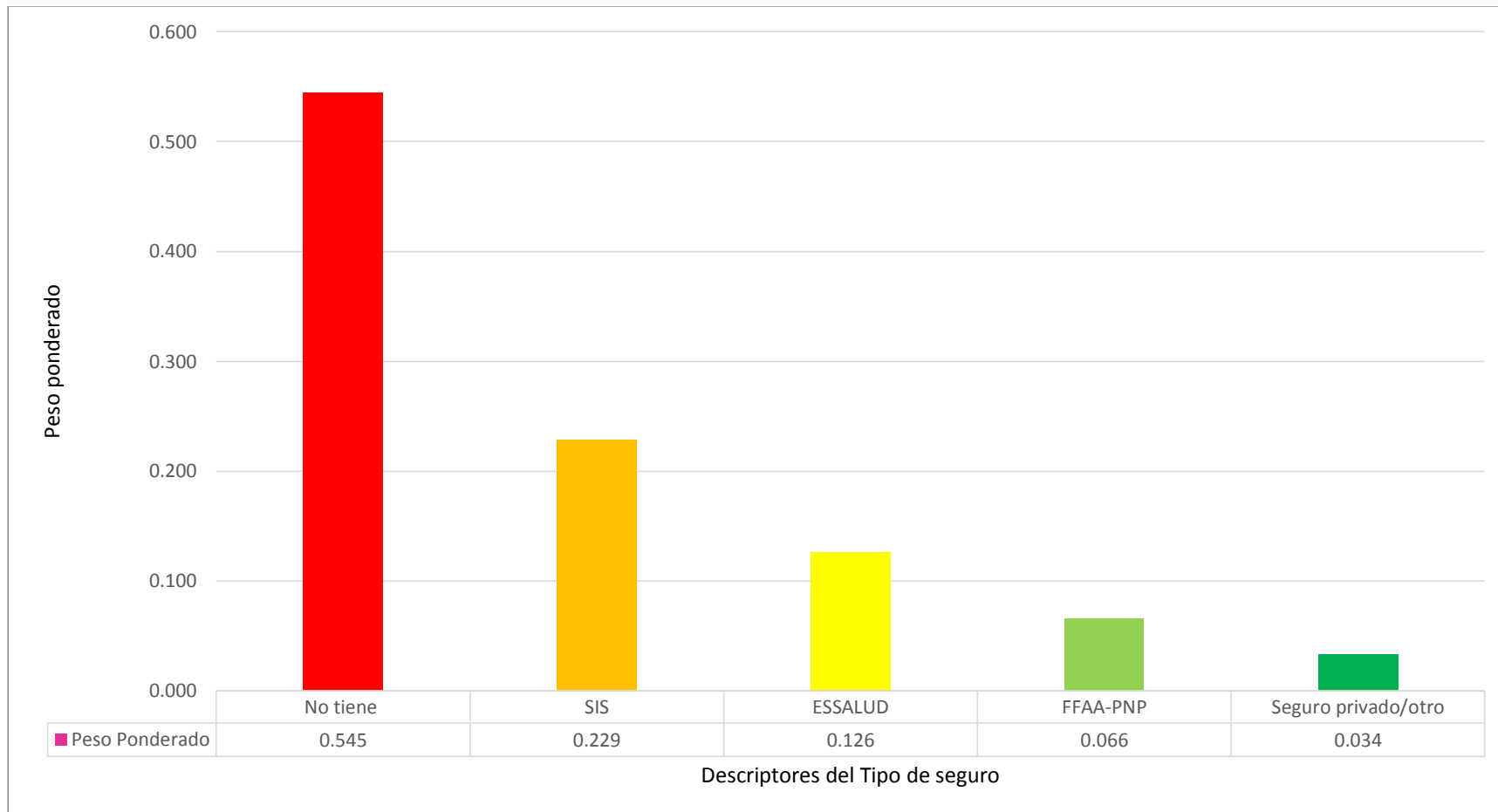
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Tipo de seguro*.

Tabla 54: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Tipo de seguro*

TIPO DE SEGURO	Peso Ponderado
No tiene	0.545
SIS	0.229
ESSALUD	0.126
FFAA-PNP	0.066
Seguro privado/otro	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 14: Peso ponderado de los descriptores del *Tipo de seguro*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Servicios Básicos

Se identifican los descriptores del parámetro “Servicios Básicos”. Evaluar el parámetro Servicios Básicos es necesario porque esto nos indica las carencias que determinarían que tan vulnerable es la población. Por ejemplo, son más vulnerables las personas que solo cuentan con Luz y no cuentan con los demás servicios.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- No tiene
- Luz
- Pozo de agua
- Luz y Pozo de agua
- Agua, desagüe y luz

Tabla 55: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Servicios Básicos*

DESCRIPTORES	No tiene	Luz	Pozo de agua	Luz y Pozo de agua	Agua, desagüe y luz
No tiene	1.000	4.000	6.000	8.000	9.000
Luz	0.250	1.000	4.000	6.000	8.000
Pozo de agua	0.167	0.250	1.000	3.000	5.000
Luz y Pozo de agua	0.125	0.167	0.333	1.000	3.000
Agua, desagüe y luz	0.111	0.125	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.653	5.542	11.533	18.333	26.000
1/SUMA	0.605	0.180	0.087	0.055	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Servicios Básicos*

DESCRIPTORES	No tiene	Luz	Pozo de agua	Luz y Pozo de agua	Agua, desagüe y luz	Vector Priorización
No tiene	0.605	0.722	0.520	0.436	0.346	0.526
Luz	0.151	0.180	0.347	0.327	0.308	0.263
Pozo de agua	0.101	0.045	0.087	0.164	0.192	0.118
Luz y Pozo de agua	0.076	0.030	0.029	0.055	0.115	0.061
Agua, desagüe y luz	0.067	0.023	0.017	0.018	0.038	0.033

Fuente: Elaboración Propia

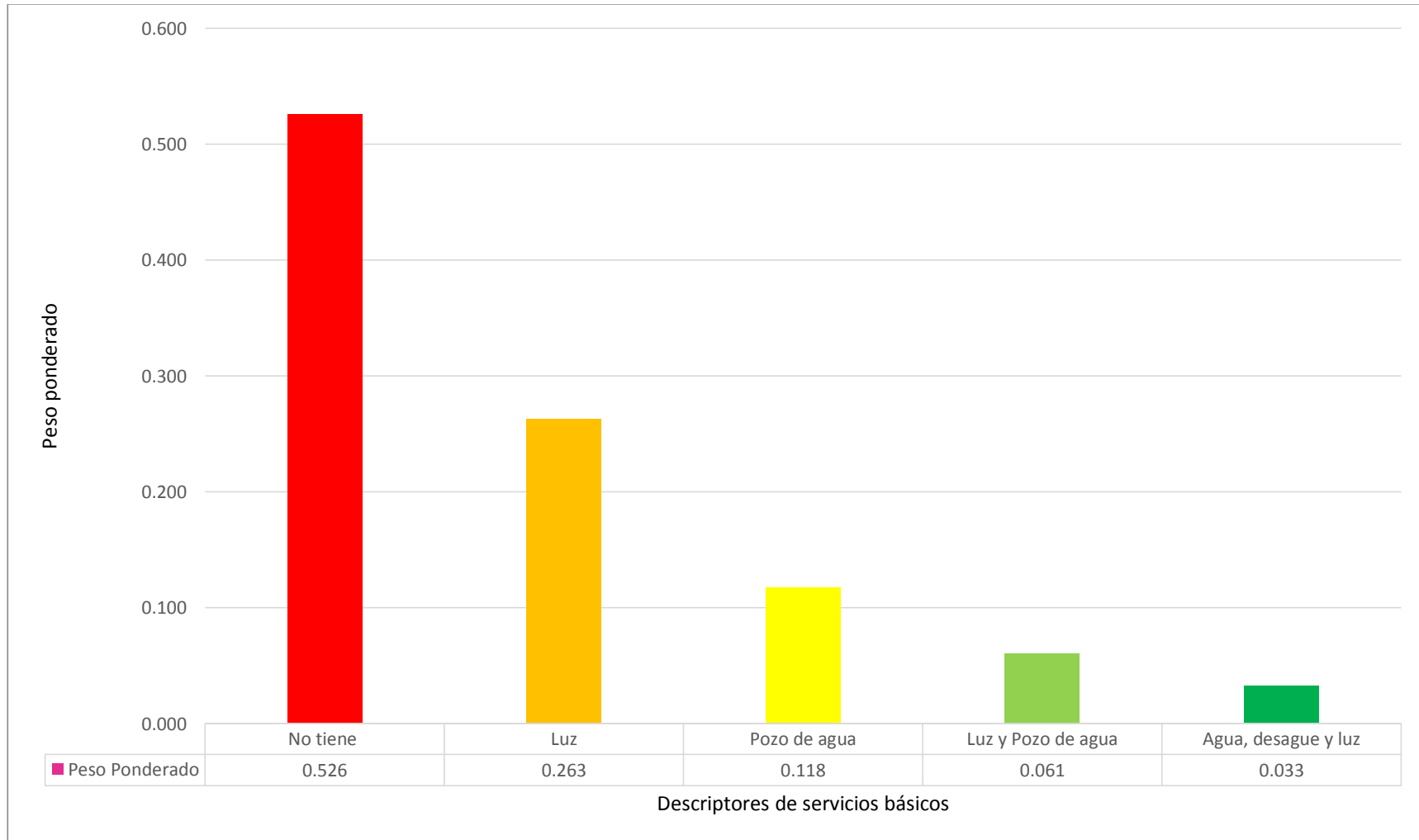
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Servicios Básicos*.

Tabla 57: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Servicios Básicos*

SERVICIOS BÁSICOS	Peso Ponderado
No tiene	0.526
Luz	0.263
Pozo de agua	0.118
Luz y Pozo de agua	0.061
Agua, desagüe y luz	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 15: Peso ponderado de los descriptores de *Servicios Básicos*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Tenencia de viviendas.

Se identifican los descriptores del parámetro “Tenencia de viviendas”. El parámetro tenencia es uno de los indicadores económicos y nos da a conocer la vulnerabilidad de la población de acuerdo a la vivienda que posee.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- Prestada
- Cedida por el trabajo o alguna institución
- Alquilada
- Propia por invasión
- Propia totalmente pagada

Tabla 58: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Tenencia de viviendas*

DESCRITORES	Prestada	Cedida por el trabajo o institución	Alquilada	Propia por invasión	Propia totalmente pagada
Prestada	1.000	2.000	3.000	4.000	7.000
Cedida por el trabajo o alguna institución	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Alquilada	0.200	0.333	1.000	3.000	7.000
Propia por invasión	0.143	0.200	0.333	1.000	5.000
Propia totalmente pagada	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	3.676	7.533	13.333	27.000
1/SUMA	0.560	0.272	0.133	0.075	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Tenencia de viviendas*.

DESCRIPTORES	Prestada	Cedida por el trabajo o institución	Alquilada	Propia por invasión	Propia totalmente pagada	Vector Priorización
Prestada	0.560	0.544	0.398	0.300	0.259	0.412
Cedida por el trabajo o alguna institución	0.187	0.272	0.398	0.375	0.259	0.298
Alquilada	0.112	0.091	0.133	0.225	0.259	0.164
Propia por invasión	0.080	0.054	0.044	0.075	0.185	0.088
Propia totalmente pagada	0.062	0.039	0.027	0.025	0.037	0.038

Fuente: Elaboración Propia

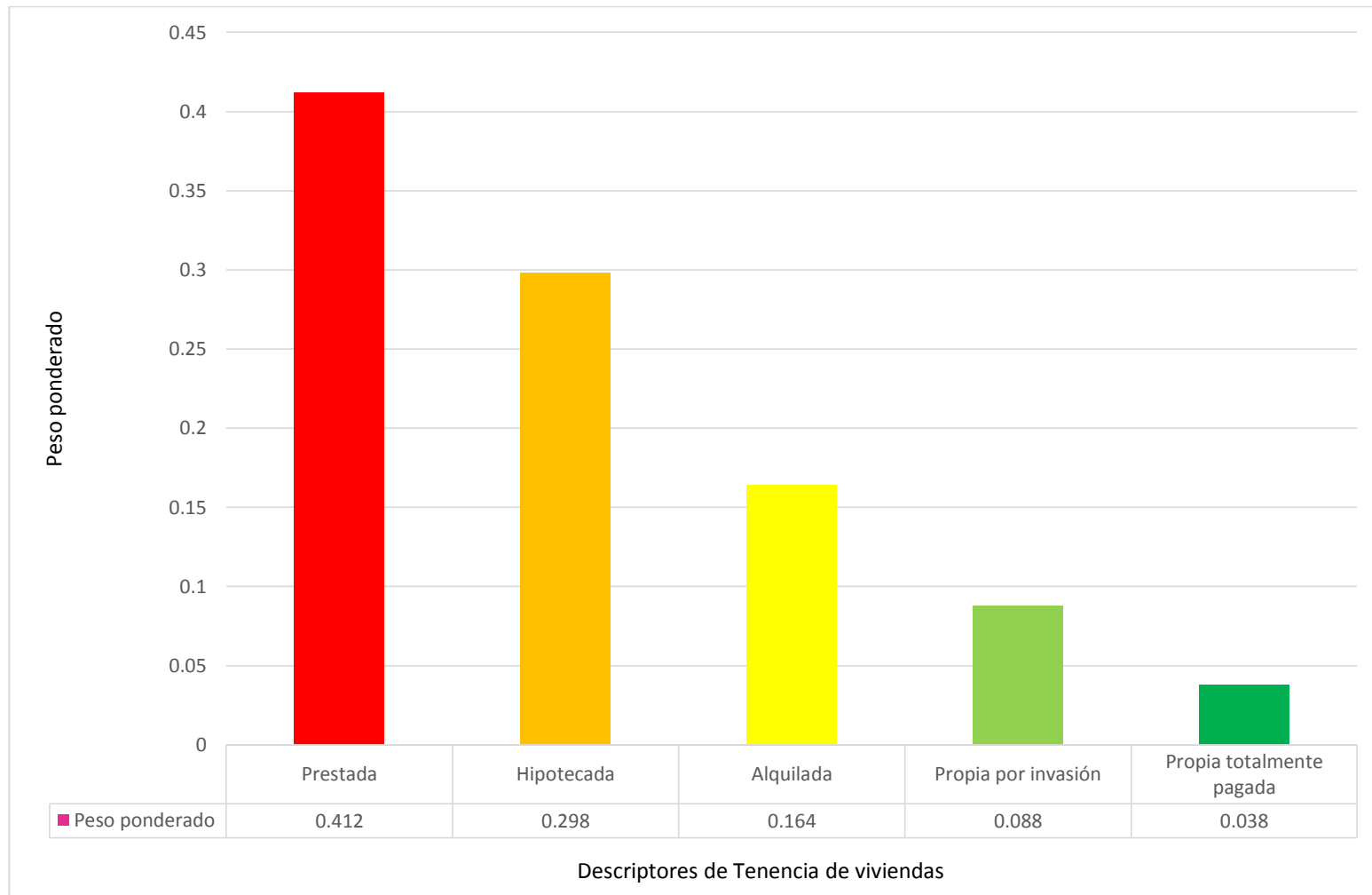
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Tenencia de viviendas*.

Tabla 60: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Tenencia de viviendas*.

TENENCIA DE VIVIENDAS	Vector Priorización
Prestada	0.412
Cedida por el trabajo o alguna institución	0.298
Alquilada	0.164
Propia por invasión	0.088
Propia totalmente pagada	0.038

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 16: Peso ponderado de los descriptores de *Tenencia de viviendas*



Fuente: Elaboración Propia.

- **Ponderación de los Parámetros Descriptores:** Caso Dimensión Social.

- **Factor a Analizar:** Resiliencia

Se identifican los parámetros que permitan determinar la “Resiliencia” para la vulnerabilidad en su dimensión Social. Para la determinación de la resiliencia en dimensión Social se evaluaron dos descriptores son del tipo cultural. En función del número de parámetros identificados tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación.

Para la Fragilidad Dimensión Social

- Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres
- Organización ante Emergencias

*La escala de Saaty y el Proceso de análisis jerárquico se desarrolla a partir de 3 criterios, en este caso se presenta una matriz para representar que ambos parámetros tienen la misma importancia.

Tabla 61: Peso Ponderado de los parámetros de la *Resiliencia Física*

PARAMETRO	Peso Ponderado
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	0.500
Organización ante Emergencias	0.500

Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres

Se identifican los descriptores del parámetro “Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres”. Este parámetro es de interés para la determinación de la resiliencia en dimensión Social, ya que si la población está informada de lo que es un evento sísmico y sus consecuencias estará más alerta y podrá fortalecer y tomar consciencia de las debilidades del pasado.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres
- Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres
- Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres
- La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres
- Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.

Tabla 62: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres*.

PARAMETRO	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	1.000	3.000	5.000	8.000	9.000
Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.333	1.000	3.000	5.000	8.000
Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.125	0.200	0.333	1.000	3.000
Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.111	0.125	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.769	4.658	9.533	17.333	26.000
1/SUMA	0.565	0.215	0.105	0.058	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres*.

PARAMETRO	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Vector Priorización
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.565	0.644	0.524	0.462	0.346	0.508
Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.188	0.215	0.315	0.288	0.308	0.263
Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.113	0.072	0.105	0.173	0.192	0.131
La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.071	0.043	0.035	0.058	0.115	0.064
Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.063	0.027	0.021	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración Propia

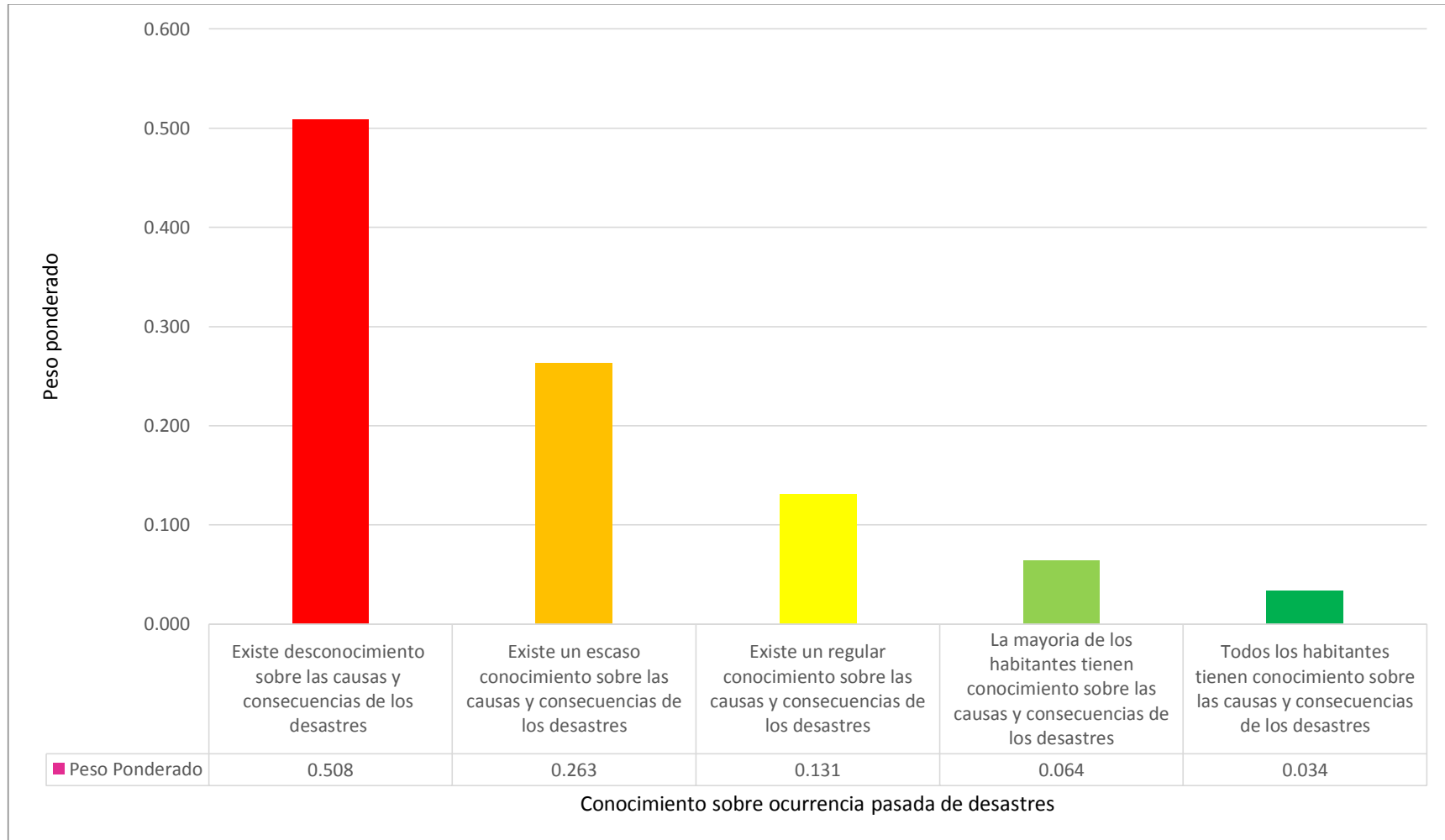
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres.

Tabla 64: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres*.

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	Peso Ponderado
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.508
Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.263
Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.131
La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.064
Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 17: Peso ponderado de los descriptores del *Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres*



Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro a Analizar:** Organización ante Emergencias

Se identifican los descriptores del parámetro “Organización ante Emergencias”. Este parámetro es de interés para la determinación de la resiliencia en dimensión Social ya que es importante saber si los habitantes de las viviendas se encuentran capacitados y si participan en la comunidad activamente para enfrentar una emergencia, en este caso ante un evento sísmico.

Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable.

- En casa nadie participa.
- Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias.
- De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias.
- La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias.
- Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad.

Tabla 65: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro *Organización ante Emergencias*

PARAMETRO	En casa nadie participa	Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad
En casa nadie participa	1.000	4.000	5.000	7.000	9.000
Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	0.250	1.000	3.000	5.000	7.000
De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.704	5.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.587	0.176	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro *Organización ante Emergencias*.

PARAMETRO	En casa nadie participa	Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	Vector Priorización
En casa nadie participa	0.587	0.705	0.524	0.429	0.360	0.521
Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	0.147	0.176	0.315	0.306	0.280	0.245
De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	0.117	0.059	0.105	0.184	0.200	0.133
La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	0.084	0.035	0.035	0.061	0.120	0.067
Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	0.065	0.025	0.021	0.020	0.040	0.034

Fuente: Elaboración Propia

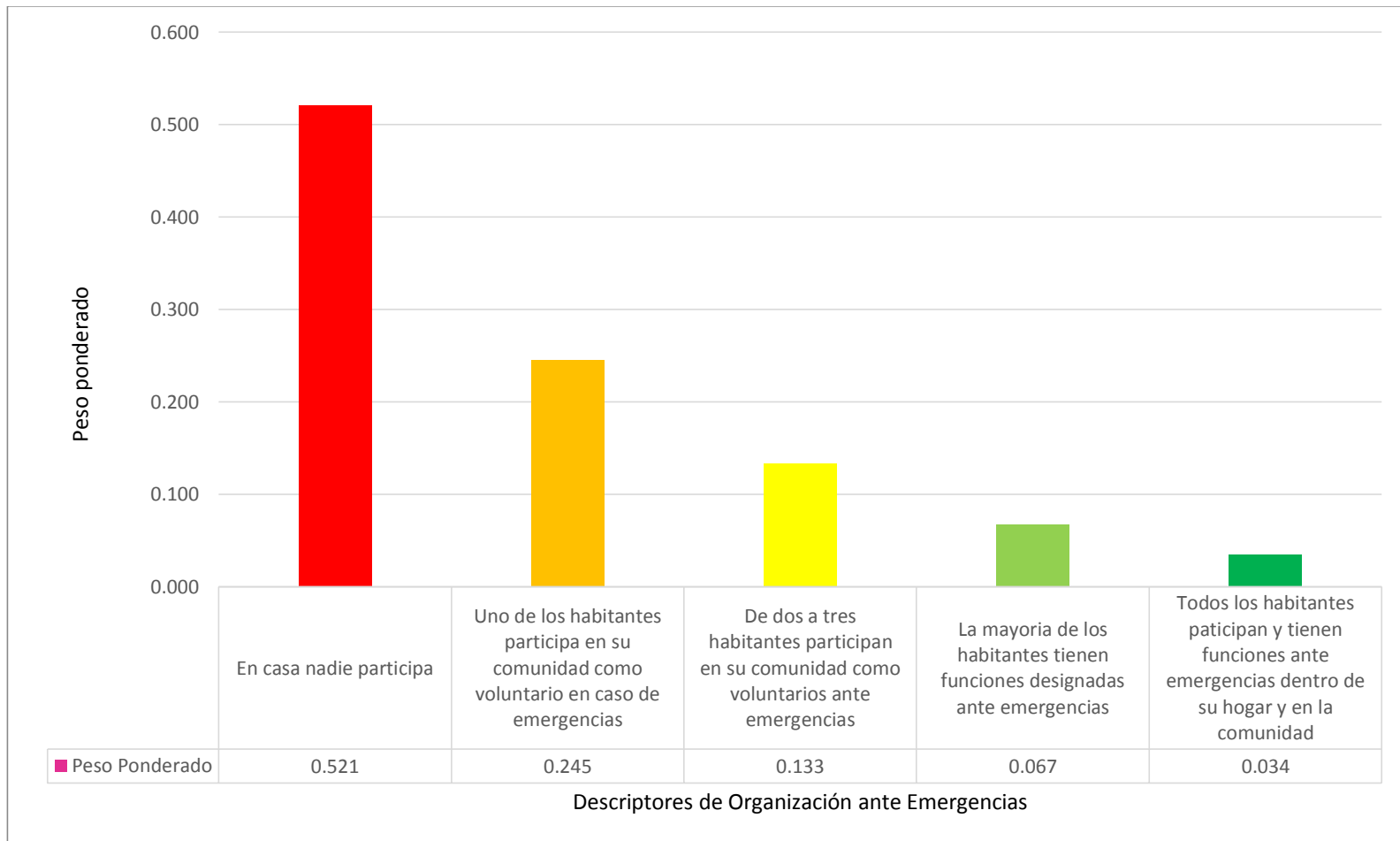
La matriz de normalización nos proporciona el vector de priorización el cual es el peso ponderado de cada descriptor del parámetro *Organización ante Emergencias*.

Tabla 67: Peso Ponderado de cada descriptor del parámetro *Organización ante Emergencias*.

Organización ante Emergencias	Peso Ponderado
En casa nadie participa	0.521
Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	0.245
De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	0.133
La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	0.067
Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 18: Peso ponderado de los descriptores de *Organización ante Emergencias*.



Fuente: Elaboración Propia

Desarrollo para determinar la Fragilidad Social:

Se obtienen todos los pesos de los parámetros y descriptores para determinar la Dimensión Social.

Tabla 68: Peso ponderado de cada Parámetro de la *Fragilidad Social*

PARAMETRO	Peso Ponderado
Grupo Etario	0.406
Discapacidad	0.254
Tipo de seguro	0.184
Servicios Básicos	0.101
Tenencia de la vivienda	0.055

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69: Peso ponderado de cada Descriptor de la *Fragilidad Social*

Grupo Etario	Peso descriptor	Discapacidad	Peso descriptor	Tipo de seguro	Peso descriptor	Servicios Básicos	Peso descriptor	Tenencia de la vivienda	Peso descriptor
De 0 a 5 años y mayores de 65	0.503	Para usar brazos y piernas	0.383	No tiene	0.545	No tiene	0.5260	Prestada	0.412
De 5 a 12 años y de 60 a 65	0.260	Para oír o hablar	0.288	SIS	0.229	Luz	0.2630	Cedida por el trabajo o alguna institución	0.298
De 12 a 15 años y de 50 a 60	0.134	Visual	0.205	ESSALUD	0.126	Pozo de agua	0.1180	Alquilada	0.164
De 15 a 30 años	0.068	Mental o intelectual	0.096	FFAA-PNP	0.066	Luz y Pozo de agua	0.0610	Propia por invasión	0.088
De 30 a 50 años	0.035	No tiene	0.027	Seguro privado/otro	0.034	Agua, desagüe y luz	0.0330	Propia totalmente pagada	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar la fragilidad en la dimensión social se realiza la siguiente formula:

$$[(\text{Peso parámetro de Grupo Etario} * \text{Peso descriptor de Grupo Etario}) + (\text{Peso parámetro de Discapacidad} * \text{Peso descriptor de Discapacidad}) + (\text{Peso parámetro de Tipo de Seguro} * \text{Peso descriptor de Tipo de Seguro}) + (\text{Peso parámetro de Servicios de Básicos} * \text{Peso descriptor de Servicios de Básicos}) + (\text{Peso parámetro de Tipo tenencia de la vivienda} * \text{Peso descriptor de Tipo tenencia de la vivienda})] / 5$$

Tabla 70: Matriz de ponderación para determinar la *Fragilidad Social*

FRAGILIDAD SOCIAL																
PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA FRAGILIDAD SOCIAL															Descripción de la fragilidad Social	Valor de la Fragilidad Social
Grupo Etario			Discapacidad			Tipo de seguro			Servicios Básicos			Tenencia de la vivienda				
Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro		
De 0 a 5 años y mayores de 65	0.503	0.406	Para usar brazos y piernas	0.383	0.254	No tiene	0.545	0.184	No tiene	0.5260	0.101	Prestada	0.412	0.055	Grupo etario de 0 a 5 años y mayores de 65, discapacidad para usar brazos y piernas, No tiene Seguro, No tiene servicios básicos, La tenencia de su vivienda es de tipo Prestada.	0.478
De 5 a 12 años y de 60 a 65	0.260	0.406	Para oír o hablar	0.288	0.254	SIS	0.229	0.184	Luz	0.2630	0.101	Cedida por el trabajo o alguna institución	0.298	0.055	Grupo etario de 05 a 12 años y de 60 a 65, discapacidad para oír o hablar, Cuenta con seguro SIS, Cuenta con servicios de Luz, Su vivienda se encuentra Cedida por el trabajo o alguna institución	0.264
De 12 a 15 años y de 50 a 60	0.134	0.406	Visual	0.205	0.254	ESSALUD	0.126	0.184	Pozo de agua	0.1180	0.101	Alquilada	0.164	0.055	Grupo etario de 12 a 15 años y de 50 a 60, con discapacidad visual, el tipo de seguro es ESSALUD, cuenta con Pozo de agua, el tipo de tenencia de la vivienda es alquilada.	0.151
De 15 a 30 años	0.068	0.406	Mental o intelectual	0.096	0.254	FFAA-PNP	0.066	0.184	Luz y Pozo de agua	0.0610	0.101	Propia por invasión	0.088	0.055	Grupo etario de 15 a 30 años, con discapacidad mental o intelectual, el tipo de seguro es FFAA-PNP, los servicios básicos son de luz y pozo de agua, la tenencia de la vivienda es propia por invasión.	0.075
De 30 a 50 años	0.035	0.406	No tiene	0.027	0.254	Seguro privado/otro	0.034	0.184	Agua, desagüe y luz	0.0330	0.101	Propia totalmente pagada	0.038	0.055	Grupo etario de 30 años a 50 años, sin discapacidad, el tipo de seguro es privado/otro, los servicios básicos son de agua, desagüe y luz, la tenencia de la vivienda es propia por totalmente pagada	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Desarrollo para determinar la Resiliencia Social:

Tabla 71: Peso ponderado de la *Resiliencia Social*

PARAMETRO	Peso Ponderado
Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	0.500
Organización ante Emergencias	0.500

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72: Peso Ponderado de los descriptores de los parámetros de *Resiliencia Social*

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	Peso Ponderado	Organización ante Emergencias	Peso Ponderado
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.508	En casa nadie participa	0.521
Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.263	Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	0.245
Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.131	De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	0.133
La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.064	La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	0.067
Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.034	Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73: Matriz de ponderación para determinar la *Resiliencia Social*

PARÁMETRO PARA DETERMINAR LA RESILEINCIA SOCIAL						Descripción de la resiliencia	Valor de la Resiliencia Social
Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres			Organización ante Emergencias				
Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro		
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.508	0.500	En casa nadie participa	0.521	0.500	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y en la organización ante Emergencias nadie participa	0.515
Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.263	0.500	Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	0.245	0.500	Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y en la organización ante Emergencias uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias.	0.254
Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.131	0.500	De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	0.133	0.500	Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y en la organización ante Emergencias de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias.	0.132
La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.064	0.500	La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	0.067	0.500	La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y la mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias.	0.066
Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	0.034	0.500	Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	0.034	0.500	Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad.	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74: Matriz de la Dimensión Social

FRAGILIDAD SOCIAL																		
PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA FRAGILIDAD SOCIAL															Descripción de la fragilidad Social	Valor de la Fragilidad Social	Peso de la Fragilidad Social	Conocimien
Grupo Etario			Discapacidad			Tipo de seguro			Servicios Básicos			Tenencia de la vivienda						Descripción
Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro	Descrip	Peso descriptor	Peso Parámetro				
De 0 a 5 años y mayores de 65	0.503	0.406	Para usar brazos y piernas	0.383	0.254	No tiene	0.545	0.184	No tiene	0.526	0.101	Prestada	0.412	0.055	Grupo etario de 0 a 5 años y mayores de 65, discapacidad para usar brazos y piernas, No tiene Seguro, No tiene servicios básicos, La tenencia de su vivienda es de tipo Prestada.	0.478	0.5	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.
De 5 a 12 años y de 60 a 65	0.26	0.406	Para oír o hablar	0.288	0.254	SIS	0.229	0.184	Luz	0.263	0.101	Hipotecada	0.298	0.055	Grupo etario de 05 a 12 años y de 60 a 65, discapacidad para oír o hablar, Cuenta con seguro SIS, Cuenta con servicios de Luz, La tenencia de su vivienda es de tipo Cedida por el trabajo o institución.	0.264	0.5	Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.
De 12 a 15 años y de 50 a 60	0.134	0.406	Visual	0.205	0.254	ESSALUD	0.126	0.184	Pozo de agua	0.118	0.101	Alquilada	0.164	0.055	Grupo etario de 12 a 15 años y de 50 a 60, con discapacidad visual, el tipo de seguro es ESSALUD, cuenta con Pozo de agua, el tipo de tenencia de la vivienda es alquilada.	0.151	0.5	Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.
De 15 a 30 años	0.068	0.406	Mental o intelectual	0.096	0.254	FFAA-PNP	0.066	0.184	Luz y Pozo de agua	0.061	0.101	Propia por invasión	0.088	0.055	Grupo etario de 15 a 30 años, con discapacidad mental o intelectual, el tipo de seguro es FFAA-PNP, los servicios básicos son de luz y pozo de agua, la tenencia de la	0.075	0.5	La mayoría de habitantes tienen un conocimiento regular sobre las causas y consecuencias de los desastres.

Obtención de la vulnerabilidad resultado de la Dimensión Física y Social

Finalmente se obtiene la estratificación de la vulnerabilidad se determinan 4 niveles: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Se especifica que, entre el nivel muy bajo y bajo, la vulnerabilidad es “BAJA”, entre el nivel bajo y regular, la vulnerabilidad es “REGULAR”, entre el nivel regular y alto, la vulnerabilidad es “ALTA” y entre el nivel alto y muy alto la vulnerabilidad es “MUY ALTA”.

Estos niveles serán aplicados en la evaluación de la vulnerabilidad de Asentamiento Humano Juan Pablo II.

- Fórmula para hallar el Valor de la Vulnerabilidad:

$(\text{Valor de la Dimensión Física} * \text{Peso de la Dimensión Física}) + (\text{Valor de la Dimensión Social} * \text{Peso de la Dimensión Social})$

Cuadro 4: Nivel de la vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud

VALOR DIMENSIÓN FÍSICA	PESO DIMENSIÓN FÍSICA
0.492	0.5
0.266	0.5
0.137	0.5
0.070	0.5
0.035	0.5

+

VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
0.496	0.5
0.259	0.5
0.141	0.5
0.070	0.5
0.033	0.5

=

VALOR DE LA VULNERABILIDAD
0.494
0.263
0.139
0.07
0.034

➔

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.263 \leq V \leq 0.494$
ALTO	$0.139 \leq V \leq 0.263$
MEDIO	$0.070 \leq V \leq 0.139$
BAJO	$0.034 \leq V \leq 0.070$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75: Niveles de la Vulnerabilidad

Descripción de la Dimensión física	Valor de la dimensión Física	Peso de la dimensión Física	Descripción de la Dimensión social	Valor de la dimensión social	Peso de la dimensión social	Valor de la vulnerabilidad	Rango	Nivel de vulnerabilidad
Pared de Estera, Techo de estera, Conservación muy mala, Antigüedad de 31 años a más, pendiente 85%<, Número de pisos 5 pisos a más, Cargas vivas materiales de construcción, Estado de construcción en ruinas	0.492	0.5	Grupo etario de 0 a 5 años y mayores de 65, discapacidad para usar brazos y piernas, No tiene Seguro, No tiene servicios básicos, La tenencia de su vivienda es de tipo Prestada y Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y En casa nadie participa en las organizaciones ante emergencia	0.492	0.5	0.494	0.263 < V ≤ 0.494	MUY ALTO
Pared de Triplay, Techo de Triplay, Conservación mala, Antigüedad de 18-30 años, pendiente 50 - 85 %, Número de pisos 4 pisos, Cargas vivas Todo tipo de objetos pesados, Estado de construcción en construcción	0.266	0.5	Grupo etario de 5 a 12 años y de 60 a 65, discapacidad para oír o hablar, Cuenta con seguro SIS, Cuenta con servicios de Luz, La tenencia de su vivienda se encuentra Cedida por el trabajo o alguna institución. Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencia	0.266	0.5	0.263		
Pared de Madera, Techo de Calamina, Conservación Regular, Antigüedad de 11-17 años, pendiente 30 - 50%, Número de pisos 3 pisos, Cargas vivas: Maderas sueltas, Estado de construcción Inconclusa	0.137	0.5	Grupo etario de 12 a 15 años y de 50 a 60, con discapacidad visual, el tipo de seguro es ESSALUD, cuenta con Pozo de agua, el tipo de tenencia de la vivienda es alquilada. Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres y De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	0.137	0.5	0.139	0.263 < V ≤ 0.494	ALTO
Pared de Adobe, Techo de Madera, Conservación buena, Antigüedad de 6-10 años, pendiente 15 - 30 %, Número de pisos 2 pisos, Cargas vivas: Tanques	0.07	0.5	Grupo etario de 15 a 30 años, con discapacidad mental o intelectual, el tipo de seguro es FFAA-PNP, los servicios básicos son de luz y pozo de agua, la tenencia de la vivienda es propia por invasión. La mayoría de	0.07	0.5	0.07	0.263 < V ≤ 0.494	MEDIO

CAPÍTULO VI

GEOPROCESAMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD ANTE SISMO DE GRAN MAGNITUD

El geoprocesamiento para la determinación del nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud, se realizó mediante el modelo de construcción (Model Builder), en el cual se crearon flujos de trabajo que encadenaron una secuencia de herramientas para obtener los mapas con nivel de vulnerabilidad, el beneficio de realizar estos modelos es que el proceso queda automatizado y documentado, permitiendo que pueda ser aplicado en ámbitos similares al estudiado, ahorrando tiempo.

Se crearon tres modelos para determinar la vulnerabilidad, el primer modelo para la Dimensión Física en donde obtuvo los Mapas de cada uno de los parámetros Físicos, el Mapa de Fragilidad Física, Resiliencia Física y finalmente de la Dimensión Física, el segundo modelo fue realizado para la Dimensión Social el cual nos permite obtener los Mapas de cada uno de los parámetros Sociales, el Mapa de Fragilidad Social, Resiliencia Social y por último de la Dimensión Social, el tercer modelo se realizó para obtener el mapa de Vulnerabilidad en el cual se interceptaron los resultados de la dimensión Física y Social.

Se crearon tres modelos para que las dimensiones puedan ser utilizadas independientemente de acuerdo a las necesidades del usuario, a su vez el modelo de geoprocesamiento es menos pesado y corre con mayor fluidez. (Ver anexo 6)

6.1 MODELO PARA OBTENER LA DIMENSIÓN FÍSICA

En todo geoproceso hay que tener en cuenta el orden y la secuencia de pasos a aplicar, por tal motivo se explicará desde el ingreso de los datos a la plataforma ArcGIS hasta la obtención del mapa de nivel de Dimensión Física.

6.1.1. Ingreso de datos a la plataforma ArcGIS

1. Pasar la información recogida en fichas a una base de datos en Excel.
2. La información debe estar en una hoja de Excel por parámetro evaluado.

3. Codificar cada parámetro y sus respectivos descriptores, para que puedan ser ingresados a la base de datos de ArcGIS 10.4 ya que el nombre de un campo en shapefile no debe tener más de 10 caracteres.

Cuadro 5: Parámetros y descriptores de Fragilidad para la determinación de la *Dimensión Física*.

Parámetro denominado	CÓDIGO	Descriptor denominado	CÓDIGO
Material predominante en paredes	pared	Estera	pared_1
		Triplay	pared_2
		Madera	pared_3
		Adobe	pared_4
		Ladrillo	pared_5
Material predominante en techos	techo	Estera	techo_1
		Triplay	techo_2
		Calamina	techo_3
		Madera	techo_4
		Ladrillo	techo_5
Estado de conservación	conserv	Muy Malo	conserv_1
		Malo	conserv_2
		Regular	conserv_3
		Bueno	conserv_4
		Muy Bueno	conserv_5
Antigüedad	antigu	31 años a más	antigu_1
		18-30 años	antigu_2
		11-17 años	antigu_3
		6-10 años	antigu_4
		0-5 años	antigu_5
Topografía de Terrenos	Pendiente	85% <	Pend_1
		50 - 85%	Pend_2
		30 - 50%	Pend_3
		15 - 30 %	Pend_4
		0 - 15 %	Pend_5
N° de pisos	pisos	5 pisos a más	pisos_1
		4 pisos	pisos_2
		3 pisos	pisos_3
		2 pisos	pisos_4
		1 piso	pisos_5
Cargas Vivas	cargasv	Materiales de construcción	cargasv_1
		Todo tipo de objetos pesados	cargasv_2
		Maderas sueltas	cargasv_3
		Tanques elevados	cargasv_4
		Libre de carga	cargasv_5
Estado de construcción	constr	En ruinas	constr_1
		En construcción	constr_2
		Inconclusa	constr_3
		Terminado	constr_4
		Sin construcción	constr_5

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 6: Parámetros y descriptores de Resiliencia para la determinación de la *Dimensión Física*

Parámetro denominado	CÓDIGO	Descriptor denominado	CÓDIGO
Reforzamiento de la vivienda	constr	No se pretende reforzar la vivienda.	ref_con_1
		Se proyecta reforzar a largo plazo.	ref_con_2
		Se planea realizar reforzamiento dentro del año.	ref_con_3
		Se empezó a reforzar la construcción.	ref_con_4
		La construcción ha sido reforzada.	ref_con_5

Fuente: Elaboración Propia

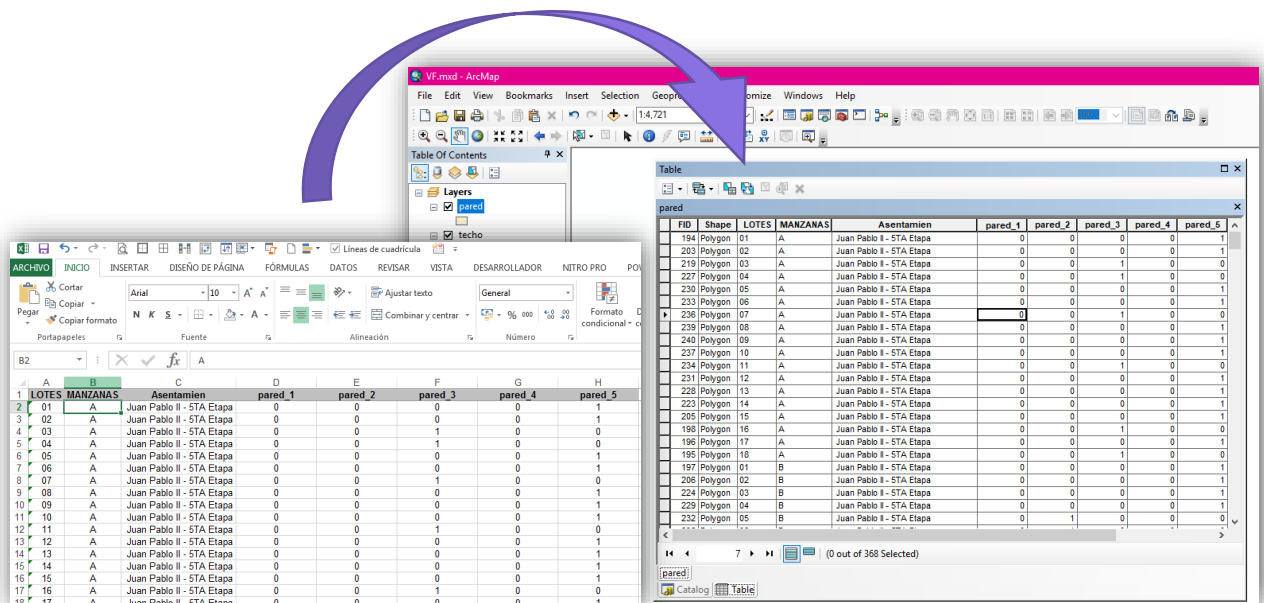
4. Ingresar la información obtenida en campo de cada parámetro a evaluar y ubicado en Excel a la plataforma de ArcGIS, mediante la unión de la información obtenida con el Shapefile de lotes previamente georreferenciado en el datum horizontal World Geodetic System 1984 (WGS 84) proyección transversal Mercator (UTM), zona 18 Sur como resultado se obtendrán 9 shapefile georreferenciados y con la base de datos correspondiente a cada parámetro.
- Cabe recalcar que la información del parámetro al estar georreferenciado se le denomina Geodato.

Cuadro 7: Estructura de la *Dimensión Física*

DIMENSIÓN FÍSICA	Sub dimensiones / Factores de la vulnerabilidad	Parámetros	Geodatos
	Fragilidad	Material predominante en paredes Material predominante en techos Estado de conservación Antigüedad Pendiente del Terreno N° de pisos Cargas Vivas Estado de construcción	pared techo conserv antigu Pendiente pisos cargasv constr
	Resiliencia	Reforzamiento de la construcción de la vivienda	ref_const

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 21: Transferencia de información de base de datos en Excel a tabla de atributos del shapefile por parámetro



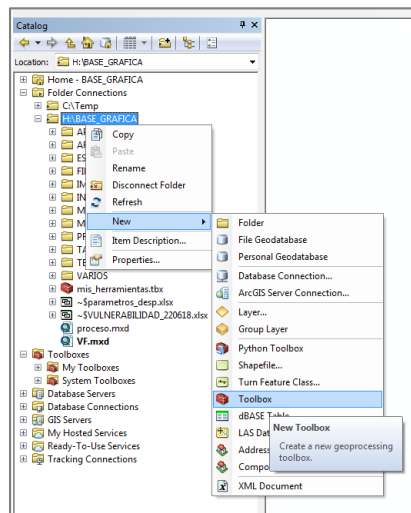
Fuente: Elaboración Propia

6.1.2. Creación del modelo para determinar los niveles de la Dimensión Física

A partir de este punto se realizará el proceso para determinar la dimensión Física siguiendo un orden y aplicando las herramientas de geoprocetamiento, y los datos obtenidos por medio del análisis AHP explicados en el capítulo v del presente trabajo de investigación.

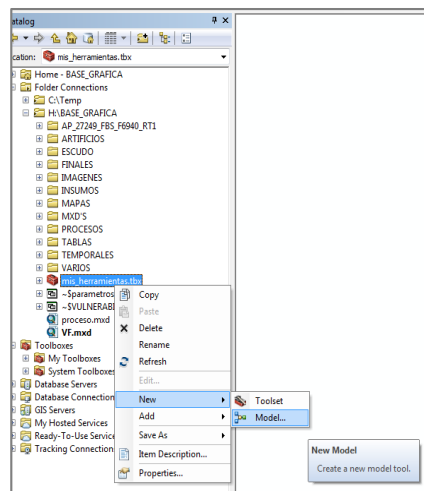
1. Para crear un Model Builder es necesario crear previamente una caja de herramientas *ToolBox* (ver Imagen 22). Después de tener la caja de herramientas *ToolBox* podemos crear el Modelo (ver Imagen 23) al cual denominaremos *D_FISICA*.

Imagen 22: Creando una caja de herramientas (Toolbox)



Fuente: Elaboración Propia

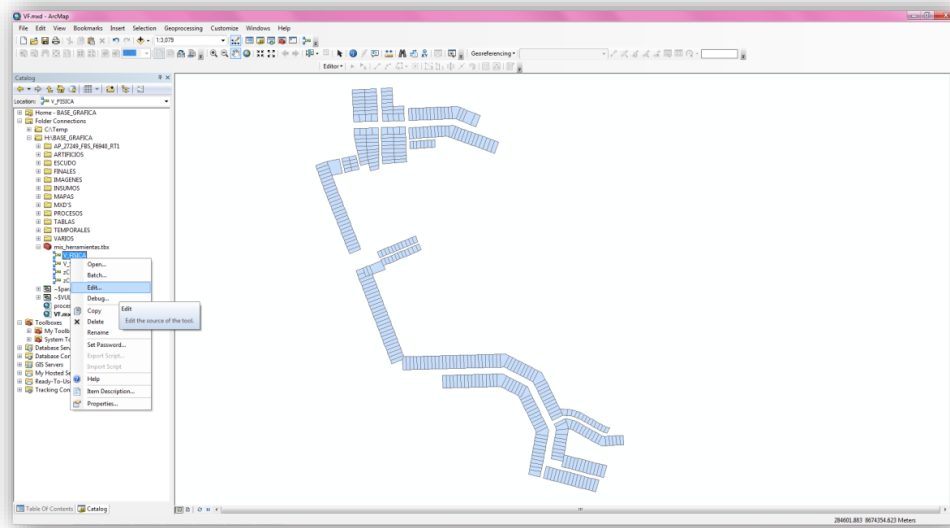
Imagen 23: Creando un Modelo de construcción



Fuente: Elaboración Propia

- Para empezar a ingresar los Geodatos al modelo creado se hace click derecho al mouse y se va a la opción Edit.

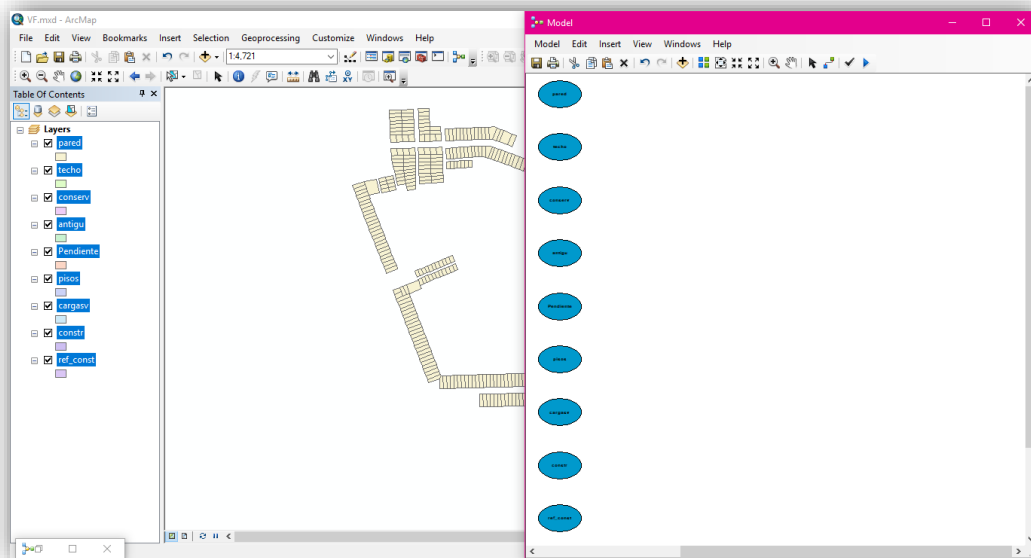
Imagen 24: Ingreso al modelo de geoprocresamiento



Fuente: Elaboración Propia

- Insertar los Geodatos de cada parámetro de la Dimensión Física al espacio de trabajo del modelo.

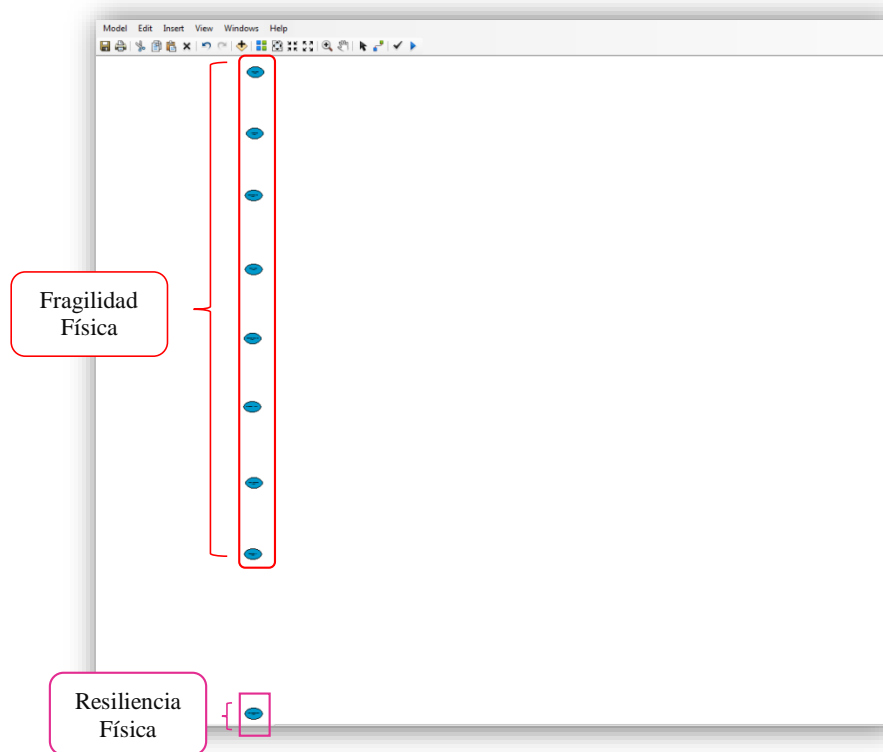
Imagen 25: Ingreso de los Geodatos para la determinación de la *Dimensión Física*



Fuente: Elaboración Propia

4. Agrupar los Geodatos ingresados al espacio de trabajo por factores (Fragilidad y Resiliencia), con el propósito de ser evaluados por separado.

Imagen 26: Agrupación de los factores



Fuente: Elaboración Propia

5. Factor Fragilidad:

Para la fragilidad física se consideraron 8 parámetros los cuales ingresan a la plataforma de ArcGIS con los códigos: pared, techos, conserv, antiguo, pendiente, pisos, cargasv y constr.

Como ejemplo se tomará el parámetro “Pared” pero el procedimiento será aplicado de la misma forma para los 7 parámetros restantes.

- *Material predominante en paredes (Pared)*

Este shapefile contiene número del Lote, Manzana a la que corresponde y el código que representa el tipo de material predominante en paredes expresados mediante 5 descriptores (ver cuadro 2). Los lotes indican que tipo de material predominante tienen las paredes de la vivienda.

Por ejemplo, la manzana A, lote 01, tiene un tipo de pared “pared_5” lo cual quiere decir que es de ladrillo y está señalado o indicado con el número 1.

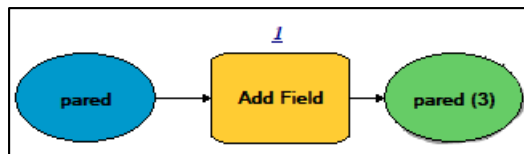
Imagen 27: Tabla de atributos del parámetro *Material predominante en paredes* (pared)

FID	Shape	LOTES	MANZANAS	wared_1	wared_2	wared_3	wared_4	wared_5
194	Polygon	01	A	0	0	0	0	1
203	Polygon	02	A	0	0	0	0	1
219	Polygon	03	A	0	0	1	0	0
227	Polygon	04	A	0	0	1	0	0
230	Polygon	05	A	0	0	0	0	1
233	Polygon	06	A	0	0	0	0	1
236	Polygon	07	A	0	0	1	0	0
239	Polygon	08	A	0	0	0	0	1
240	Polygon	09	A	0	0	0	0	1
237	Polygon	10	A	0	0	0	0	1
234	Polygon	11	A	0	0	1	0	0
231	Polygon	12	A	0	0	0	0	1
228	Polygon	13	A	0	0	0	0	1
223	Polygon	14	A	0	0	0	0	1
205	Polygon	15	A	0	0	0	0	1
198	Polygon	16	A	0	0	1	0	0
196	Polygon	17	A	0	0	0	0	1
195	Polygon	18	A	0	0	1	0	0
197	Polygon	01	B	0	0	0	0	1
206	Polygon	02	B	0	0	0	0	1
224	Polygon	03	B	0	0	0	0	1
229	Polygon	04	B	0	0	0	0	1
232	Polygon	05	B	0	1	0	0	0
235	Polygon	06	B	0	1	0	0	0
238	Polygon	07	B	0	1	0	0	0
241	Polygon	08	B	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

1. Crear un campo con la herramienta “Add Field” (1) para colocar los pesos de los descriptores del parámetro pared, para este caso llamado (Pdes_Pard).

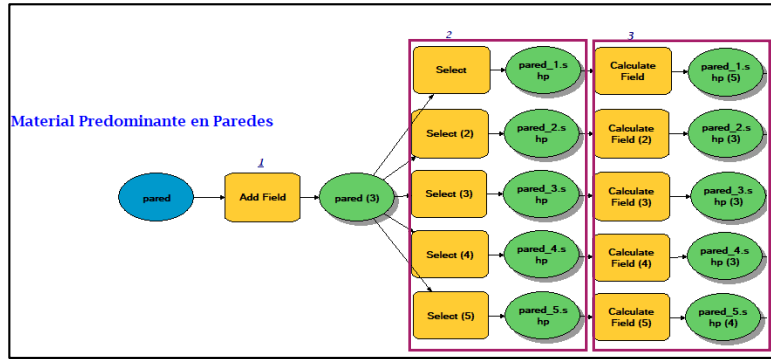
Imagen 28: Creación del campo peso del descriptor “pared”.



Fuente: Elaboración Propia

2. Para colocar el peso de cada descriptor del parámetro pared en el campo ya creado, es necesario agrupar los lotes por el descriptor en el que se clasifican haciendo uso de la herramienta “Select” (2) con la finalidad de insertar el peso correspondiente a cada uno de los 5 descriptores con la ayuda de la herramienta “Calculate Field” (3).
 - El peso de cada descriptor (peso ponderado) del parámetro material predominante en paredes (pared) fue previamente calculado mediante el AHP.

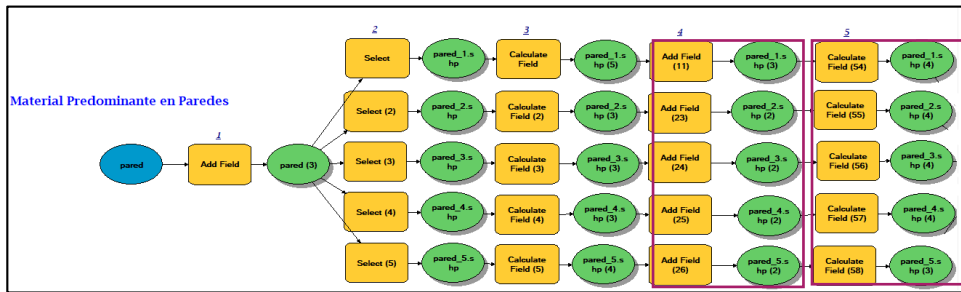
Imagen 29: Ingreso del peso de cada descriptor del parámetro “pared”.



Fuente: Elaboración Propia

3. Crear un campo para cada uno de los descriptores con la herramienta “Add Field” (4) y colocar el nombre correspondiente con la herramienta “Calculate Field” (5).

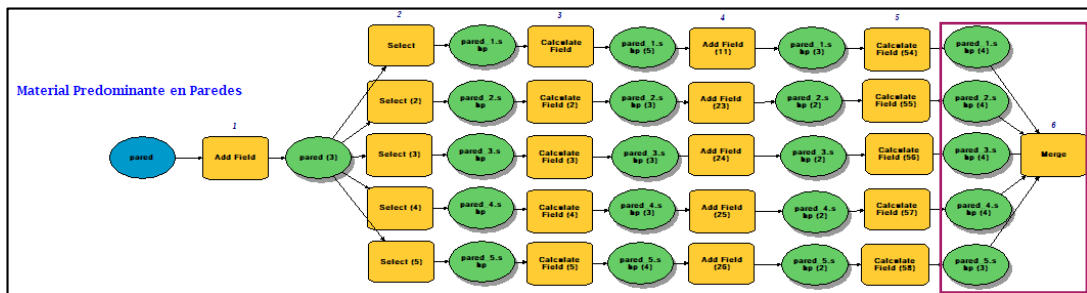
Imagen 30: Ingreso de la descripción de cada descriptor del parámetro “pared”



Fuente: Elaboración Propia

4. Para finalizar se unen los 5 descriptores del parámetro “pared”. Se utiliza la herramienta “Merge” (6).

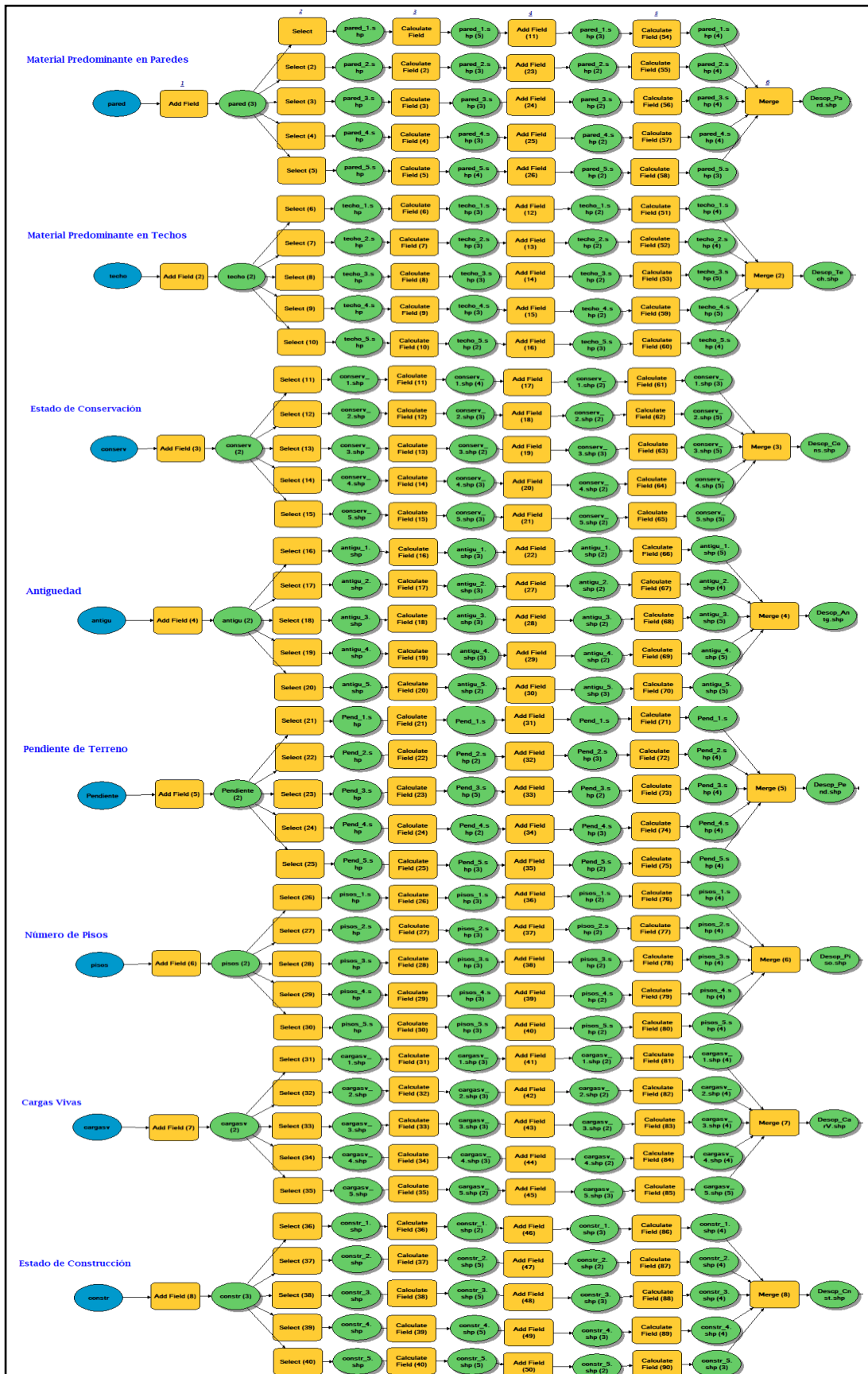
Imagen 31: Unión de los cinco descriptores del parámetro “pared”



Fuente: Elaboración Propia

5. Este mismo procedimiento se aplica para los 7 parámetros restantes de fragilidad física.

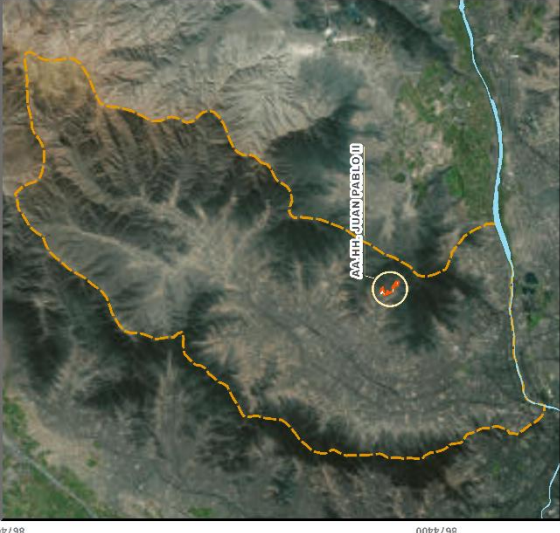
Imagen 32: Geoproceso para la aplicación de los 8 parámetros de *Fragilidad Física*



Fuente: Elaboración Propia

El resultado de estos sub modelos son 8 mapas de parámetros de la fragilidad física con sus respectivos descriptores.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



AH. JUAN PABLO II

Leyenda

- Curvas de Nivel
- Tipo de via
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Lotes vacios
- Niveles
 - Muy Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



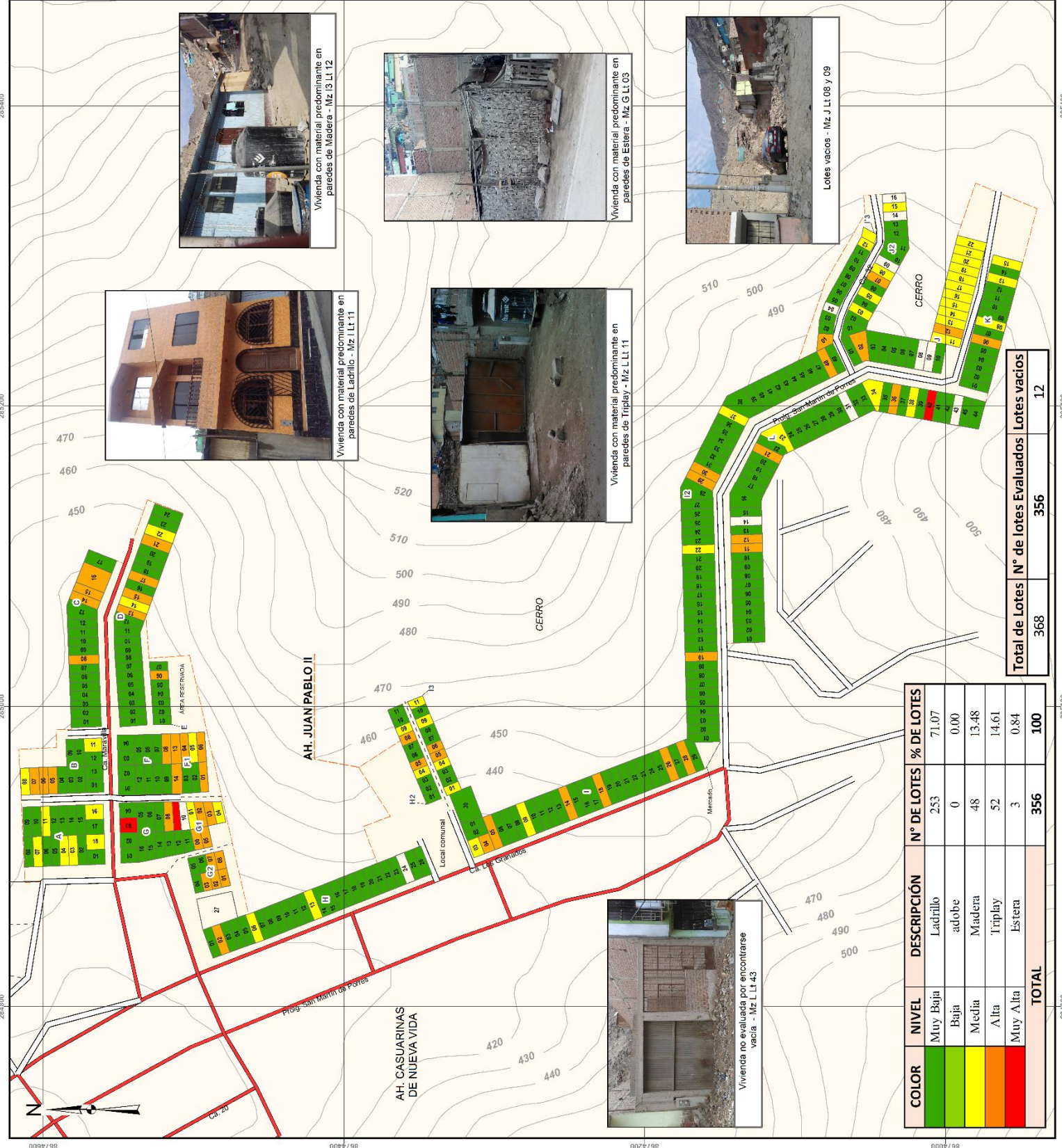
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARAMETRO "MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES"

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth Catherine Fresno Campos Mantillas
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
 Fecha: JULIO 2018
 Escala: 1:3.500
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEY/Elaboración Propia

Mapa N°: **02**



Material predominante en Paredes:

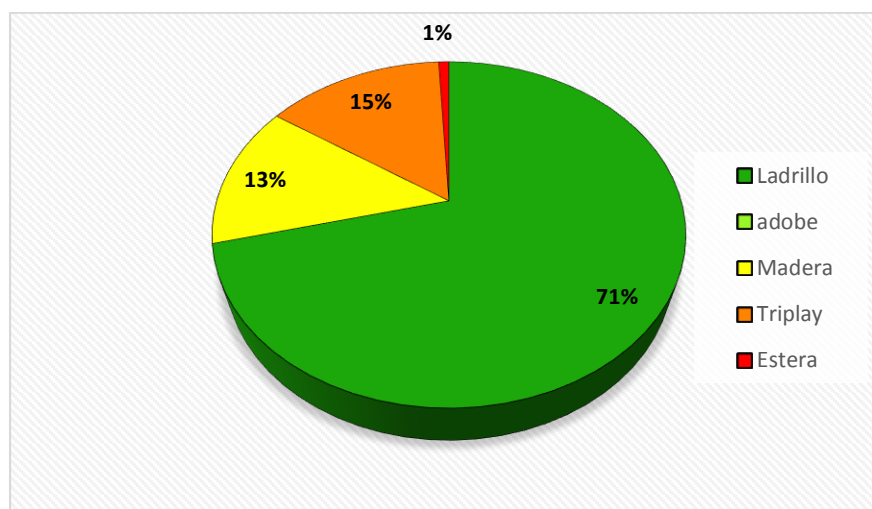
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que el 71% de lotes tiene material predominante en paredes de tipo ladrillo el cual es considerado el menos vulnerable, el 0% de lotes tiene como material predominante el adobe considerado poco vulnerable, el 13% de lotes tienen como material predominante la madera considerado medianamente vulnerable, 15% de lotes tiene como material predominante el triplay considerado altamente vulnerable y el 1% de lotes tiene como material predominante la estera el cual se considera el material más vulnerable.

Tabla 76: Niveles del parámetro *Material predominante en paredes*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Ladrillo	253	71
	Baja	adobe	0	0
	Media	Madera	48	13
	Alta	Triplay	52	15
	Muy Alta	Estera	3	1
TOTAL			356	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 19: Porcentaje de lotes según el *Material predominante en paredes*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

- Curvas de Nivel Lotes vacíos
- Tipo de vía**
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles**
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



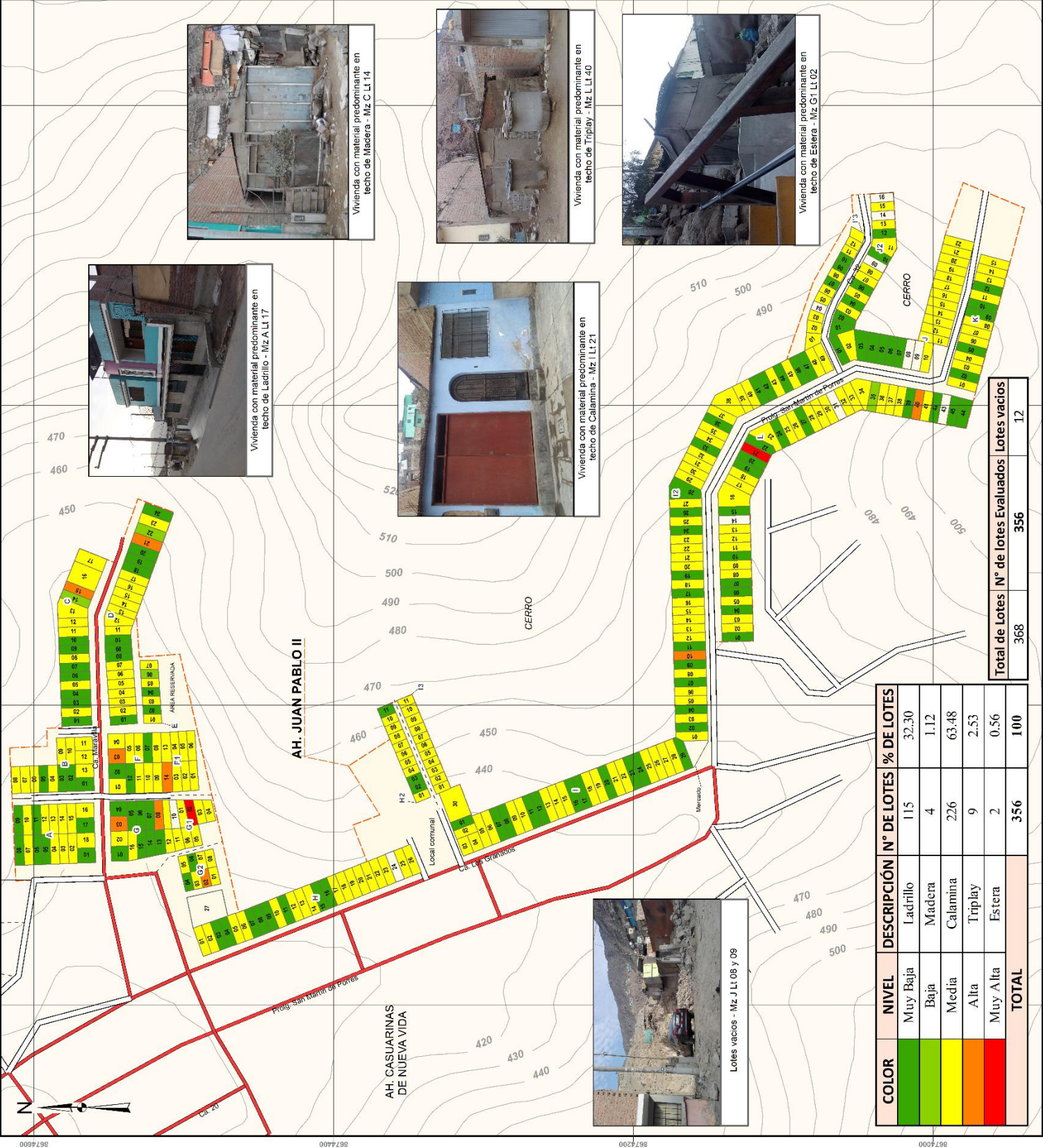
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS"

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Bech, Catherine Fresa, Campo, Maritinez Escala: 1 : 3 900
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2016
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N° : **03**



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
 	Muy Baja	Ladrillo	115	32.30
 	Baja	Madera	4	1.12
 	Media	Calamina	226	63.48
 	Alta	Tripay	9	2.53
 	Muy Alta	Estera	2	0.56
TOTAL			356	100

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Lotes vacíos
368	356	12

Material predominante en Techos:

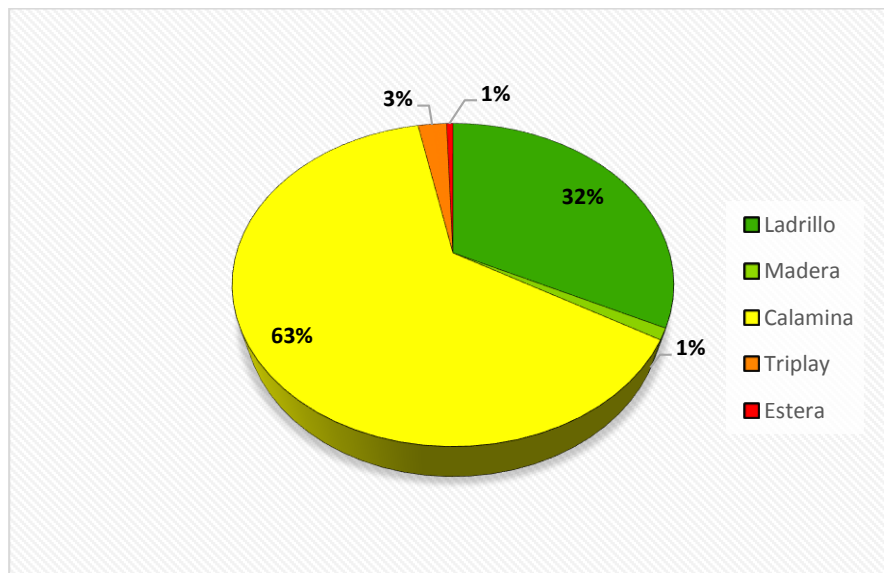
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que el 32% de lotes tiene material predominante en techos de tipo ladrillo el cual es considerado el menos vulnerable, el 1% de lotes tiene como material predominante el madera considerado poco vulnerable, el 63% de lotes tienen como material predominante la calamina considerado medianamente vulnerable, 3% de lotes tiene como material predominante el triplay considerado altamente vulnerable y el 1% de lotes tiene como material predominante la estera el cual se considera el material más vulnerable.

Tabla 77: Niveles del parámetro *Material predominante en techos*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Ladrillo	115	32
	Baja	Madera	4	1
	Media	Calamina	226	63
	Alta	Triplay	9	3
	Muy Alta	Estera	2	1
TOTAL			356	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 20: Porcentaje de lotes según *Material predominante en techos*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto



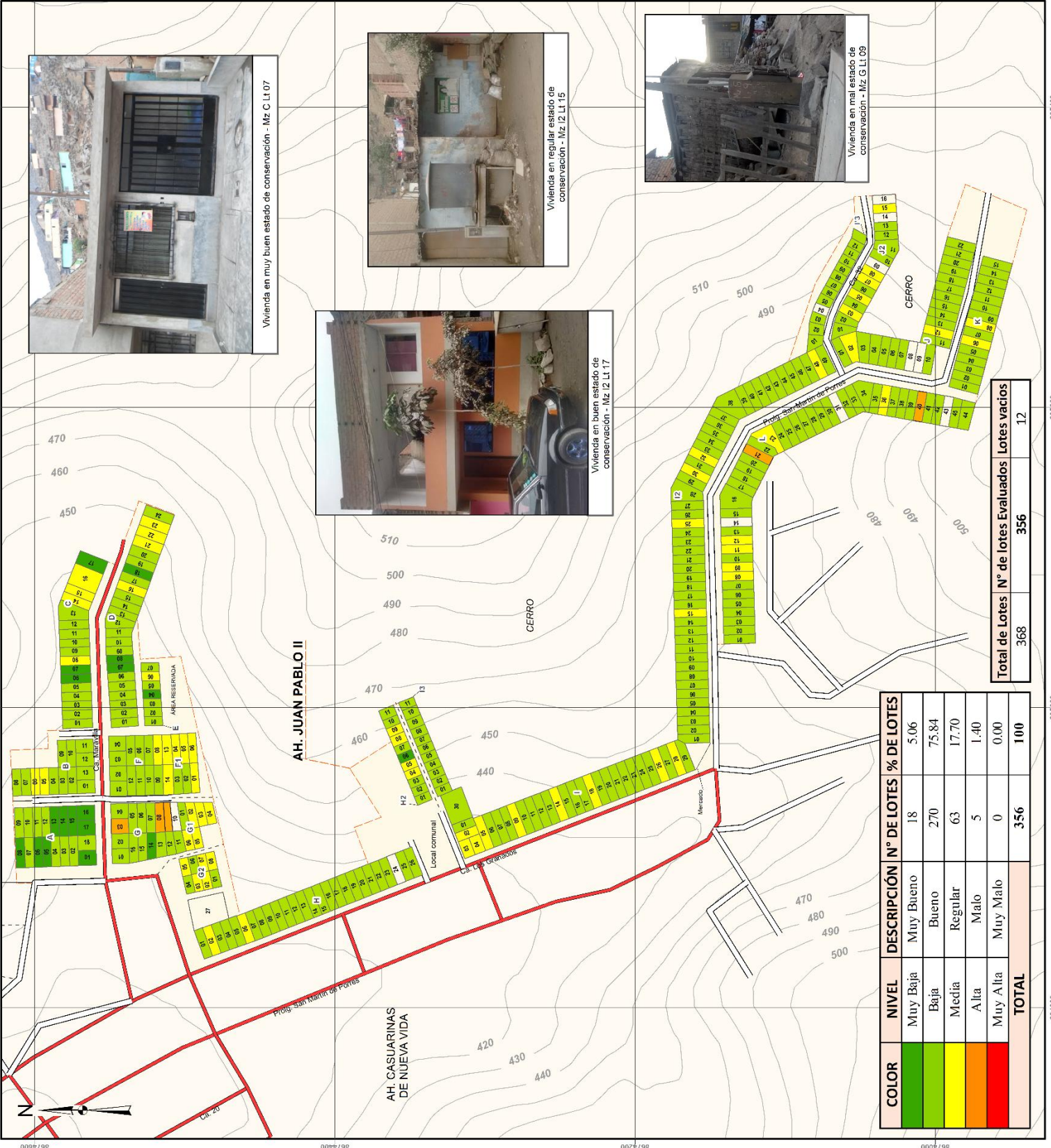
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARAMETRO "ESTADO DE CONSERVACION"

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Escabi: 1 : 3 900
 Beth, Catherine Fresa, Campo, Maritza Fecha: JULIO 2016
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°: **04**



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
Red	Muy Mala	Muy Mala	0	0.00
Orange	Alta	Malo	5	1.40
Yellow	Medio	Regular	63	17.70
Light Green	Buena	Buena	270	75.84
Dark Green	Muy Buena	Muy Buena	18	5.06
TOTAL			356	100

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Lotes vacíos
368	356	12

Estado de Conservación

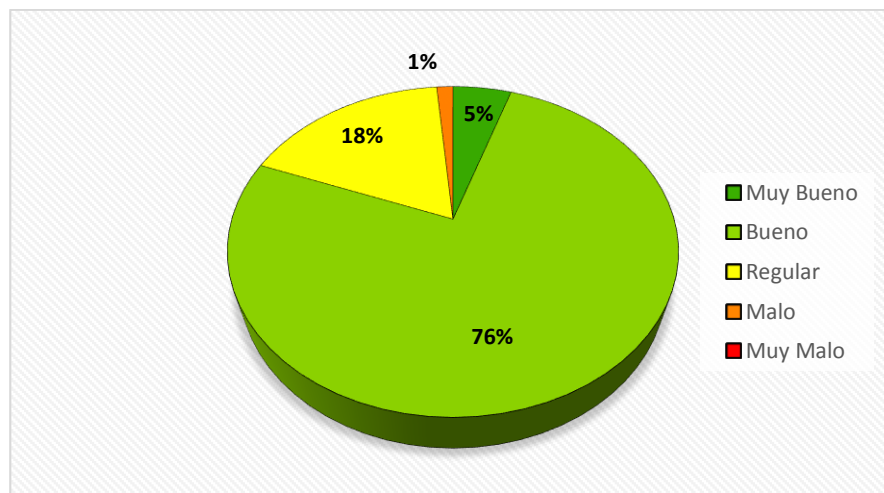
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que el 5% de lotes se encuentran en muy buen estado considerados los menos vulnerables, el 76% de lotes se encuentran en buen estado considerados poco vulnerables, el 18% de lotes se encuentran en regular estado considerados medianamente vulnerable, 1% de lotes están en mal estado considerado altamente vulnerable y el 0% de se encuentra en muy mal estado considerados los más vulnerables.

Tabla 78: Niveles del parámetro *Estado de conservación*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Muy Bueno	18	5
	Baja	Bueno	270	76
	Media	Regular	63	18
	Alta	Malo	5	1
	Muy Alta	Muy Malo	0	0
TOTAL			356	100

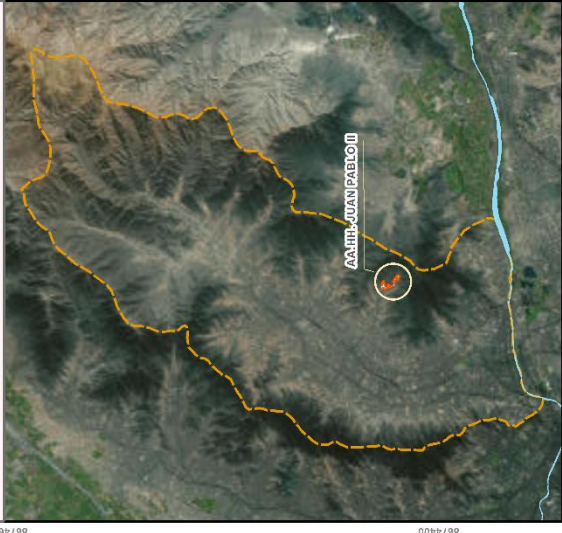
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 21: Porcentaje de lotes según el *Estado de conservación*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel Lotes vacíos
- Tipo de vía**
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles**
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto

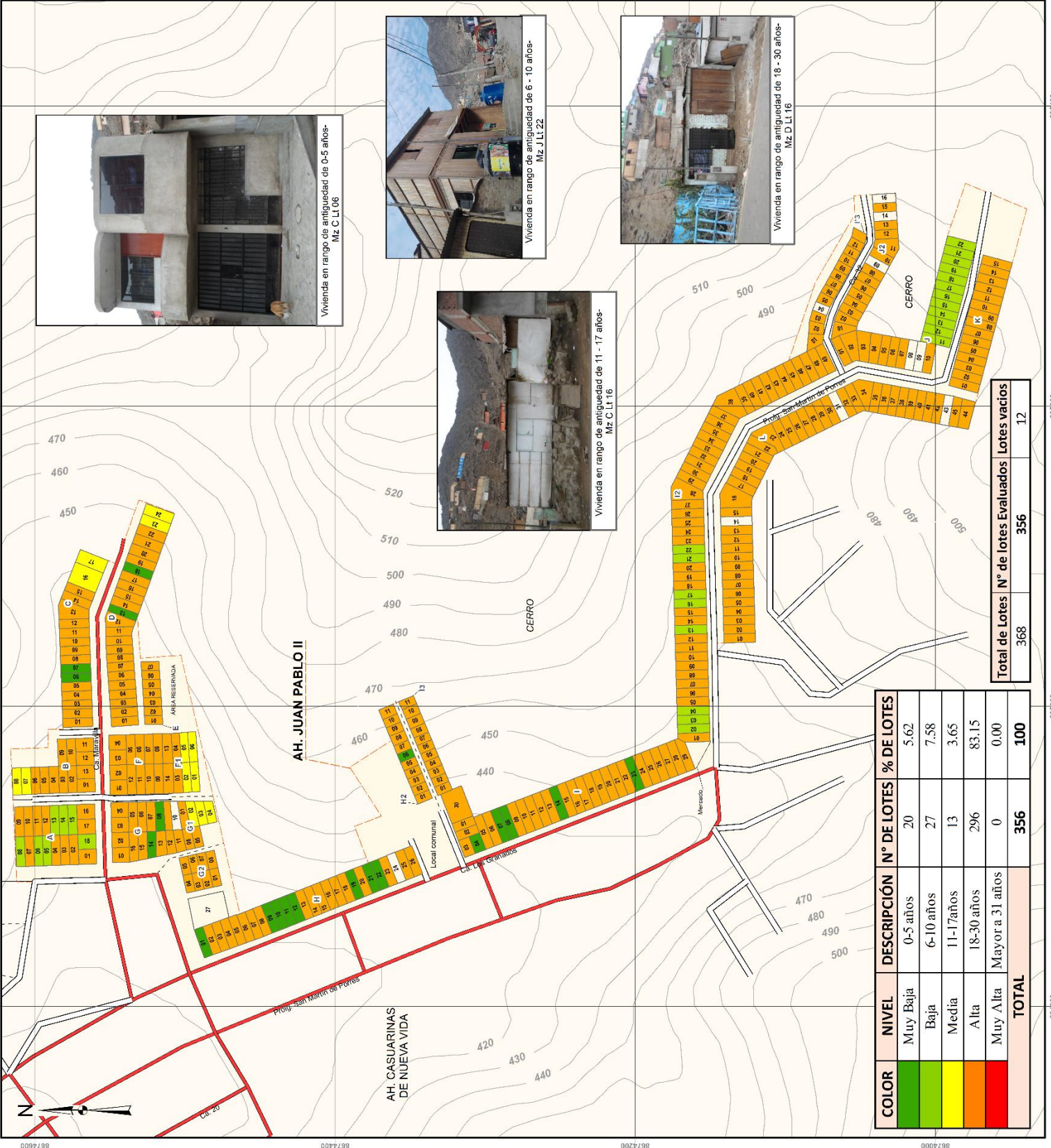


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "ANTIGÜEDAD"

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

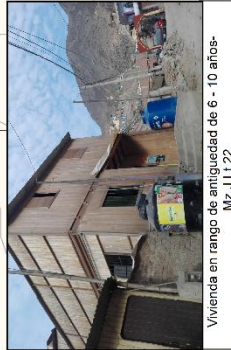
Elaborado por: **Bach. Catherine Fresco Campos Martínez** Escala: 1 : 3 000
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2016
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho y Elaboración Propia
 Mapa N°: **05**



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	0-5 años	20	5.62
	Baja	6-10 años	27	7.58
	Media	11-17 años	13	3.65
	Alta	18-30 años	296	83.15
	Muy Alta	Mayor a 31 años	0	0.00
TOTAL			356	100

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Lotes vacíos
368	356	12

Vivienda en rango de antigüedad de 0-5 años- Mz C Lt 06



Vivienda en rango de antigüedad de 6 - 10 años- Mz J Lt 22



Vivienda en rango de antigüedad de 11 - 17 años- Mz C Lt 16



Vivienda en rango de antigüedad de 18 - 30 años- Mz D Lt 16

Antigüedad:

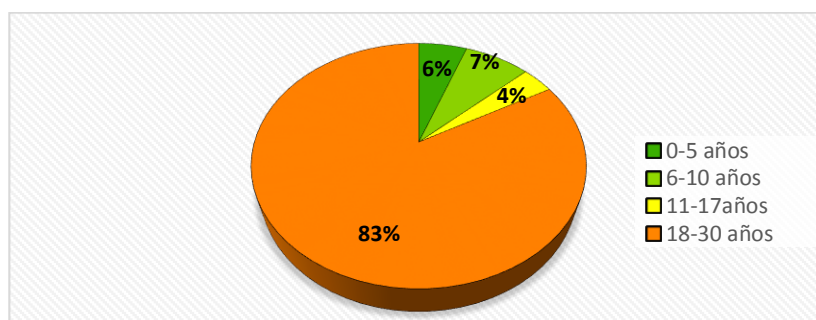
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que el 6% de lotes tienen una antigüedad oscilante entre 0 a 5 años considerados menos vulnerables, el 7% de lotes tienen de 6 a 10 años de antigüedad considerados poco vulnerables, el 4% de lotes se encuentran entre los 11 a 17 años de antigüedad considerados medianamente vulnerable, 83% de lotes están entre 18-30 años de antigüedad considerado altamente vulnerable y el 0% de lotes tiene antigüedad Mayor a 31 años considerados los más vulnerables.

Tabla 79: Niveles del parámetro *Antigüedad*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	0-5 años	20	6
	Baja	6-10 años	27	7
	Media	11-17 años	13	4
	Alta	18-30 años	296	83
	Muy Alta	Mayor a 31 años	0	0
TOTAL			356	1

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 22: Porcentaje de lotes según la *Antigüedad*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



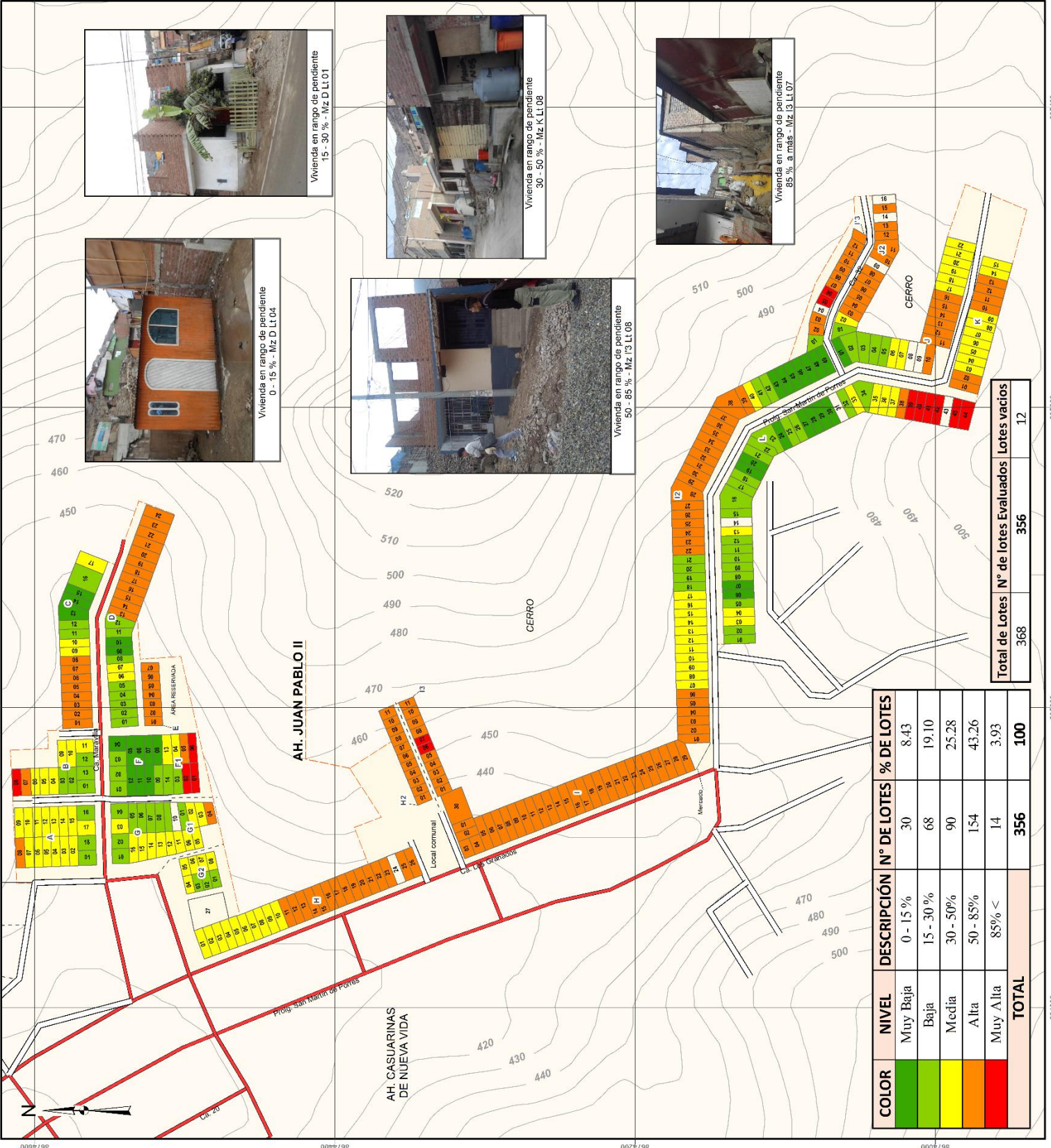
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "PENDIENTE DEL TERRENO"

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Escabi: 1 : 3 900
 Beth, Catherine Fresa, Campo, Martiniz. Fecha: JULIO 2016
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°: **06**



Pendiente en el terreno:

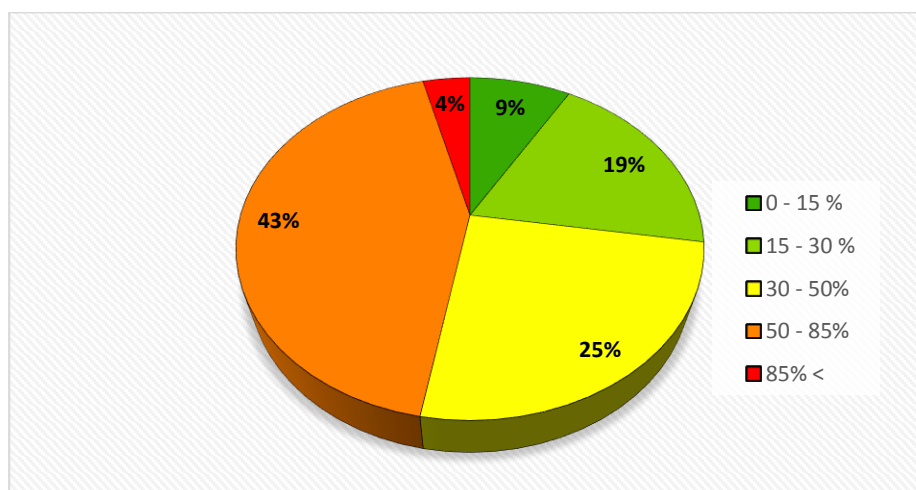
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017; se obtuvo que el 9% de lotes está ubicado sobre terreno con pendiente oscilante entre 0 a 15 %, considerados los menos vulnerables; el 19% de lotes está ubicado sobre terreno con pendiente oscilante entre 15 a 30 %, considerados poco vulnerables; el 25% de lotes está asentado sobre terreno con pendiente oscilante entre 30 a 50 %, considerados medianamente vulnerable; el 43% está asentado sobre terreno con pendiente oscilante entre 50 a 85 %, considerado altamente vulnerable y el 4% de lotes está ubicado sobre terreno con pendiente mayor a 85 %, considerados los más vulnerables.

Tabla 80: Niveles del parámetro *Pendiente en el terreno*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	0 - 15 %	30	9
	Baja	15 - 30 %	68	19
	Media	30 - 50%	90	25
	Alta	50 - 85%	154	43
	Muy Alta	85% <	14	4
TOTAL			356	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 23: Porcentaje de lotes según la *Pendiente en el terreno*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel
- Lotés vacíos
- Tipo de vía**
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles**
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto

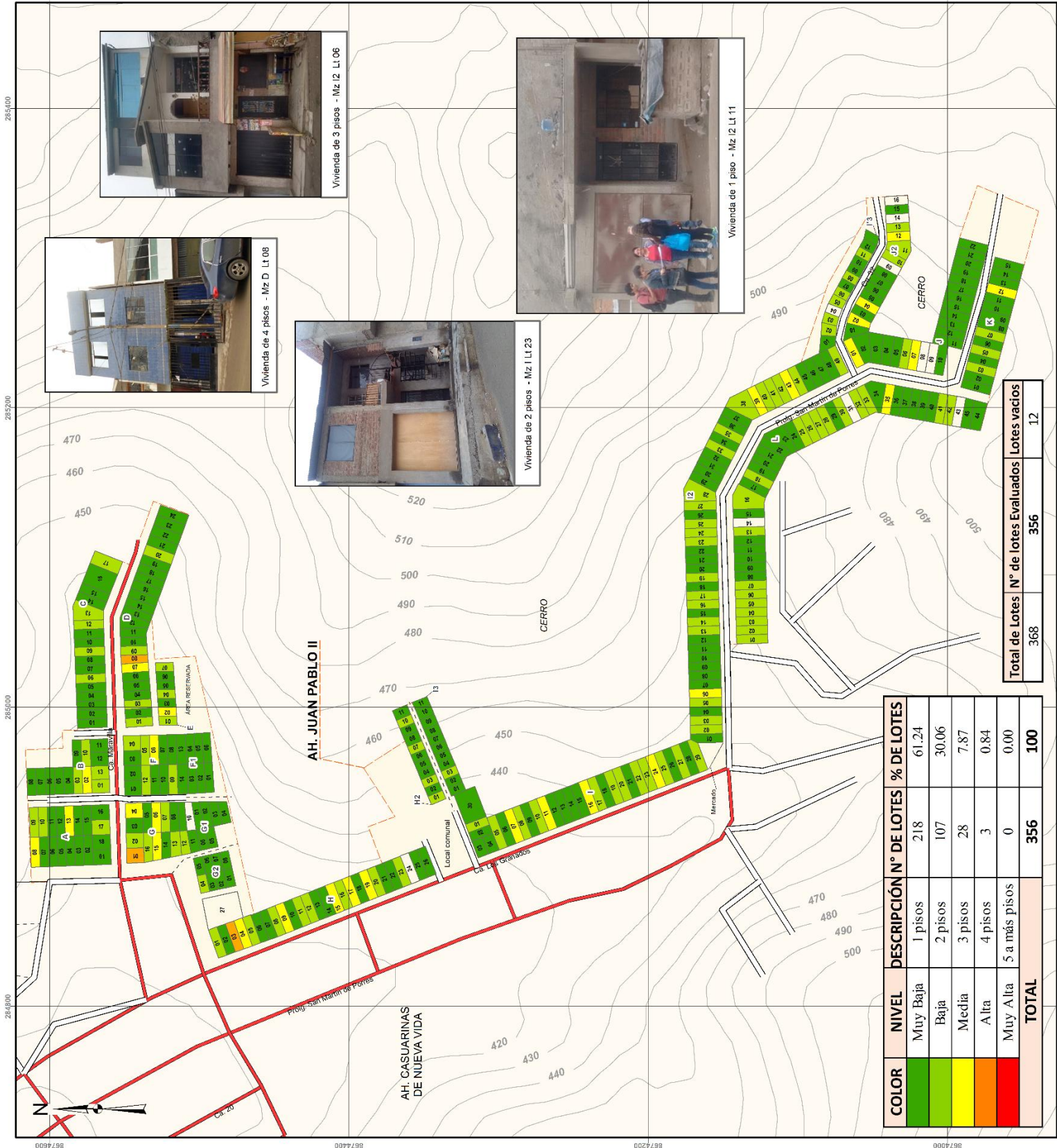


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "NÚMERO DE PISOS"

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VIABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Bch. Catherine Frecia Campos Martínez
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
 Escala: 1 : 3 500
 Fecha: JULIO 2016
 Mapa N°: 07



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
Verde oscuro	Muy Baja	1 pisos	218	61.24
Verde claro	Baja	2 pisos	107	30.06
Verde muy claro	Media	3 pisos	28	7.87
Verde pálido	Alta	4 pisos	3	0.84
Rojo	Muy Alta	5 a más pisos	0	0.00
Beige	TOTAL		356	100

Total de Lotés	N° de lotés Evaluados	Lotés vacíos
368	356	12

Número de Pisos:

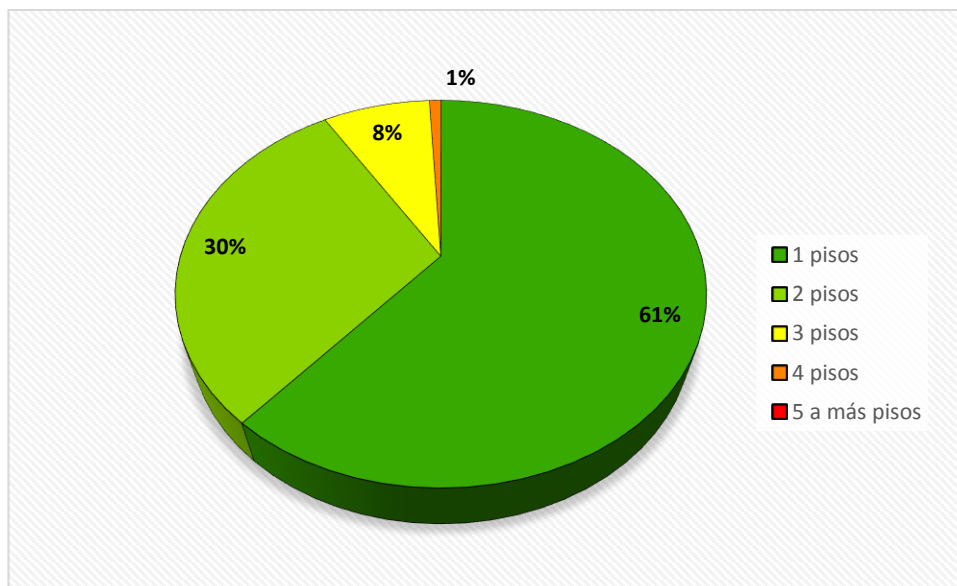
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017; se obtuvo que el 61% de lotes tienen 1 piso, considerados los menos vulnerables; el 30% de lotes tienen 2 pisos, considerados poco vulnerables; el 8% de lotes tienen 3 pisos, considerados medianamente vulnerable; 1% de lotes tienen 4 pisos, considerado altamente vulnerable y el 0% de lotes tienen de 5 a más pisos, considerados los más vulnerables.

Tabla 81: Niveles del parámetro *Número de pisos*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	1 pisos	218	61
	Baja	2 pisos	107	30
	Media	3 pisos	28	8
	Alta	4 pisos	3	1
	Muy Alta	5 a más pisos	0	0
TOTAL			356	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 24: Porcentaje de lotes según el *Número de pisos*



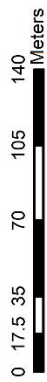
Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto

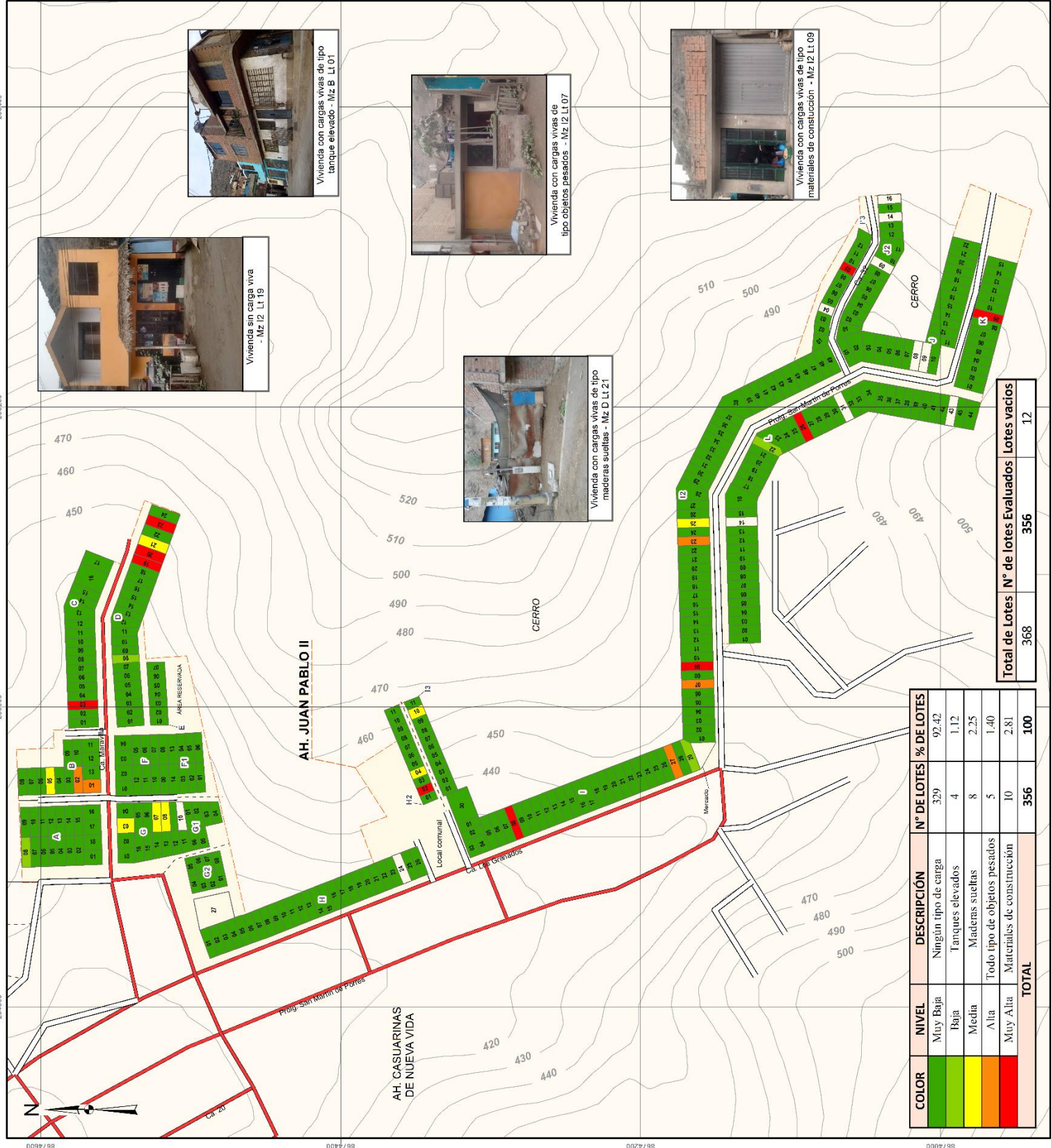


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARAMETRO "CARGAS VIVAS"

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Bch. Catherine Fresa Campos Martínez. Escala: 1 : 3 900
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84. Fecha: JULIO 2016
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
Verde Oscuro	Muy Baja	Ningún tipo de carga	329	92.42
Verde Claro	Baja	Tanques elevados	4	1.12
Verde Medio	Medio	Maderas sueltas	8	2.25
Verde Claro	Alta	Todo tipo de objetos pesados	5	1.40
Verde Oscuro	Muy Alta	Materiales de construcción	10	2.81
TOTAL			356	100

Total de Lotes	N° de Lotes Evaluados	Lotes vacíos
368	356	12

Cargas vivas:

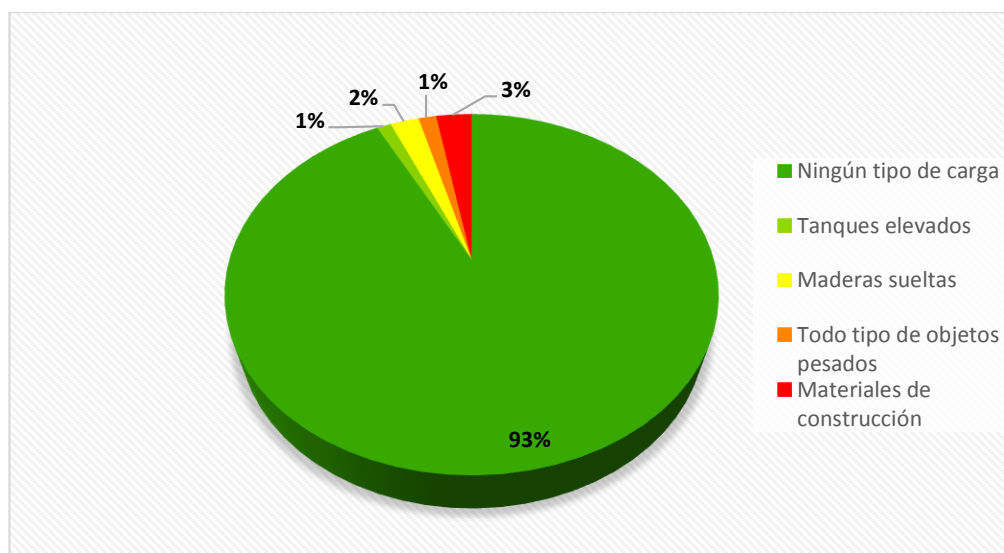
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que el 93% de lotes no tienen cargas vivas, estos lotes son considerados los menos vulnerables; el 1% de lotes tienen cargas vivas de tipo tanques elevados, estos considerados poco vulnerables; el 2% de lotes tienen cargas vivas como maderas sueltas, considerados medianamente vulnerable, el 1% de lotes poseen todo tipo de objetos pesados encima de sus techos los cuales son considerados altamente vulnerable y el 3% de lotes tienen cargas vivas de tipo materiales de construcción, considerados los más vulnerables.

Tabla 82: Niveles del parámetro *Cargas vivas*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Ningún tipo de carga	329	93
	Baja	Tanques elevados	4	1
	Media	Maderas sueltas	8	2
	Alta	Todo tipo de objetos pesados	5	1
	Muy Alta	Materiales de construcción	10	3
TOTAL			356	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 25: Porcentaje de lotes según las *Cargas Vivas*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



AH. JUAN PABLO II

Leyenda

- Curvas de Nivel Lotes vacíos
- Tipo de vía
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
- Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles
 - Bajo
 - Medio
 - Alto



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARAMETRO "ESTADO DE CONSTRUCCION"

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VIABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Bch. Catherine Fresa Campos Martinez Escala: 1 : 3 000
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2016
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia
 Mapa N°: 09



Estado de construcción de la vivienda terminado - Mz L2 Lt 19

Estado de construcción de la vivienda en construcción - Mz H Lt 07

Estado de construcción de la vivienda inconclusa - Mz H Lt 15

COLOR	NIVEL	DESCRIPCION	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Sin construcción	0	0.00
	Baja	Terminado	310	87.08
	Media	Inconclusa	41	11.52
	Alta	En construcción	5	1.40
	Muy Alta	En ruinas	0	0.00
TOTAL			356	100

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Lotes vacíos
368	356	12

Estado de Construcción:

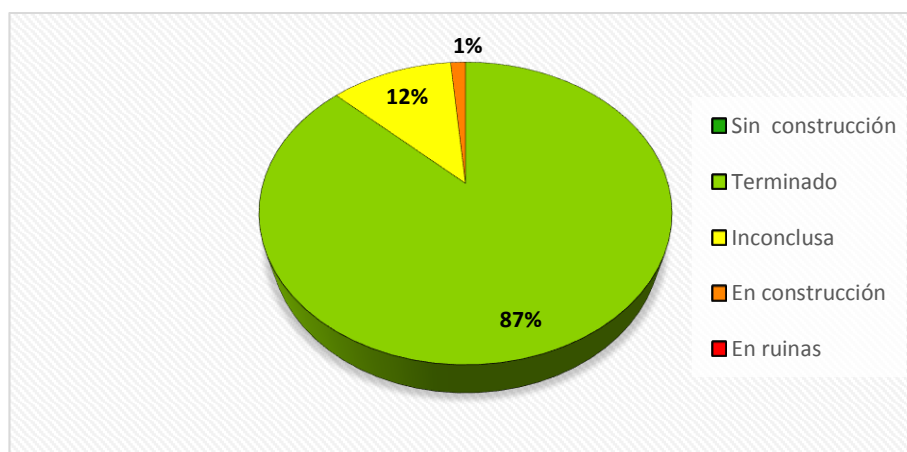
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017; se obtuvo 0% de lotes en estado: sin construcción, lotes que serían considerados los menos vulnerables; el 87% de lotes según el estado de construcción se encuentran terminados, estos lotes son considerados poco vulnerables; el 12% de lotes según el estado de construcción se encuentran inconclusos, considerados medianamente vulnerable; el 1% de lotes según su estado de construcción se encuentra en construcción, estos lotes son considerados altamente vulnerables y el 0% de lotes se encuentran en ruinas, estos lotes serían considerados los más vulnerables.

Tabla 83: Niveles del parámetro *Estado de Construcción*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Sin construcción	0	0
	Baja	Terminado	310	87
	Media	Inconclusa	41	12
	Alta	En construcción	5	1
	Muy Alta	En ruinas	0	0
TOTAL			356	100

Fuente: Elaboración Propia

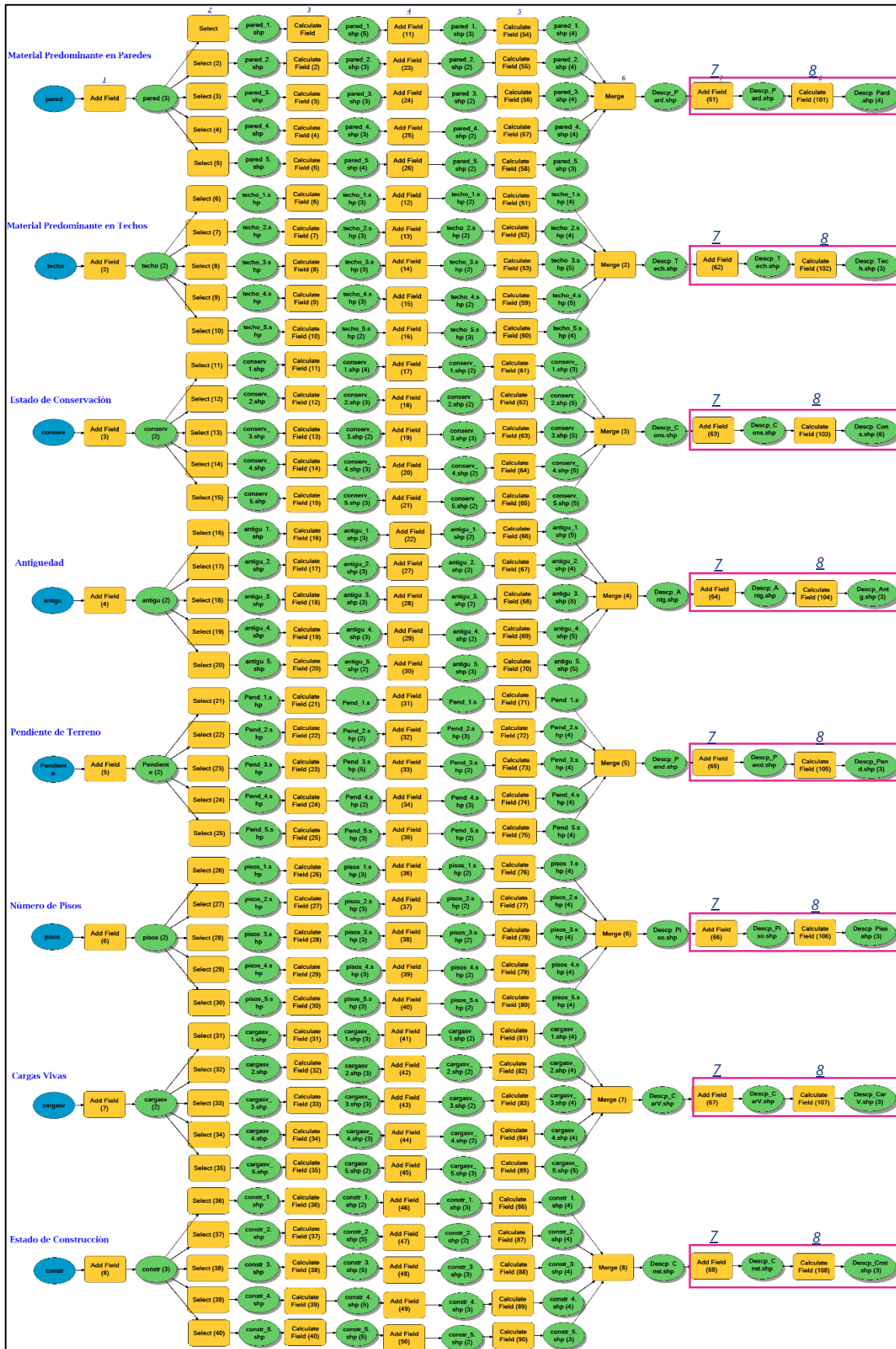
Gráfico 26: Porcentaje de lotes según el *Estado de Construcción*



Fuente: Elaboración Propia

6. Para realizar la evaluación de la fragilidad física es necesario colocar los pesos previamente hallados a cada uno de los parámetros, pesos que fueron evaluados mediante el AHP.
 - Add Field (7): Para agregar un nuevo campo.
 - Calculate Field (8): Para agregar los valores correspondientes a cada parámetro.

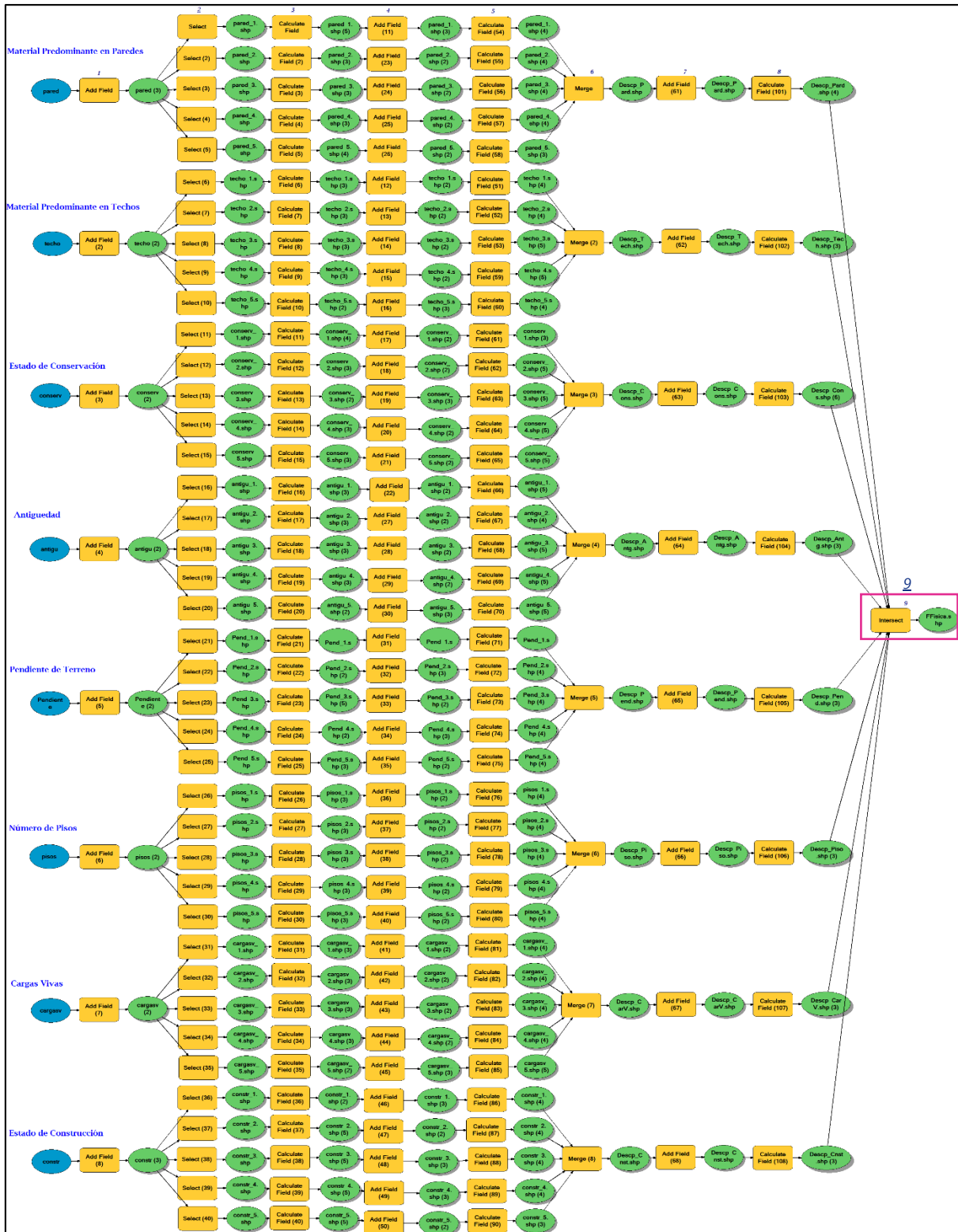
Imagen 33: Creación de campos para agregar el peso de cada parámetro de la *Fragilidad Física*.



Fuente: Elaboración Propia

7. Unir todos los parámetros conformantes de la fragilidad física, utilizando la herramienta “Intersect” (9).

Imagen 34: Unión de los ocho parámetros componentes de la *Fragilidad Física*



Fuente: Elaboración Propia

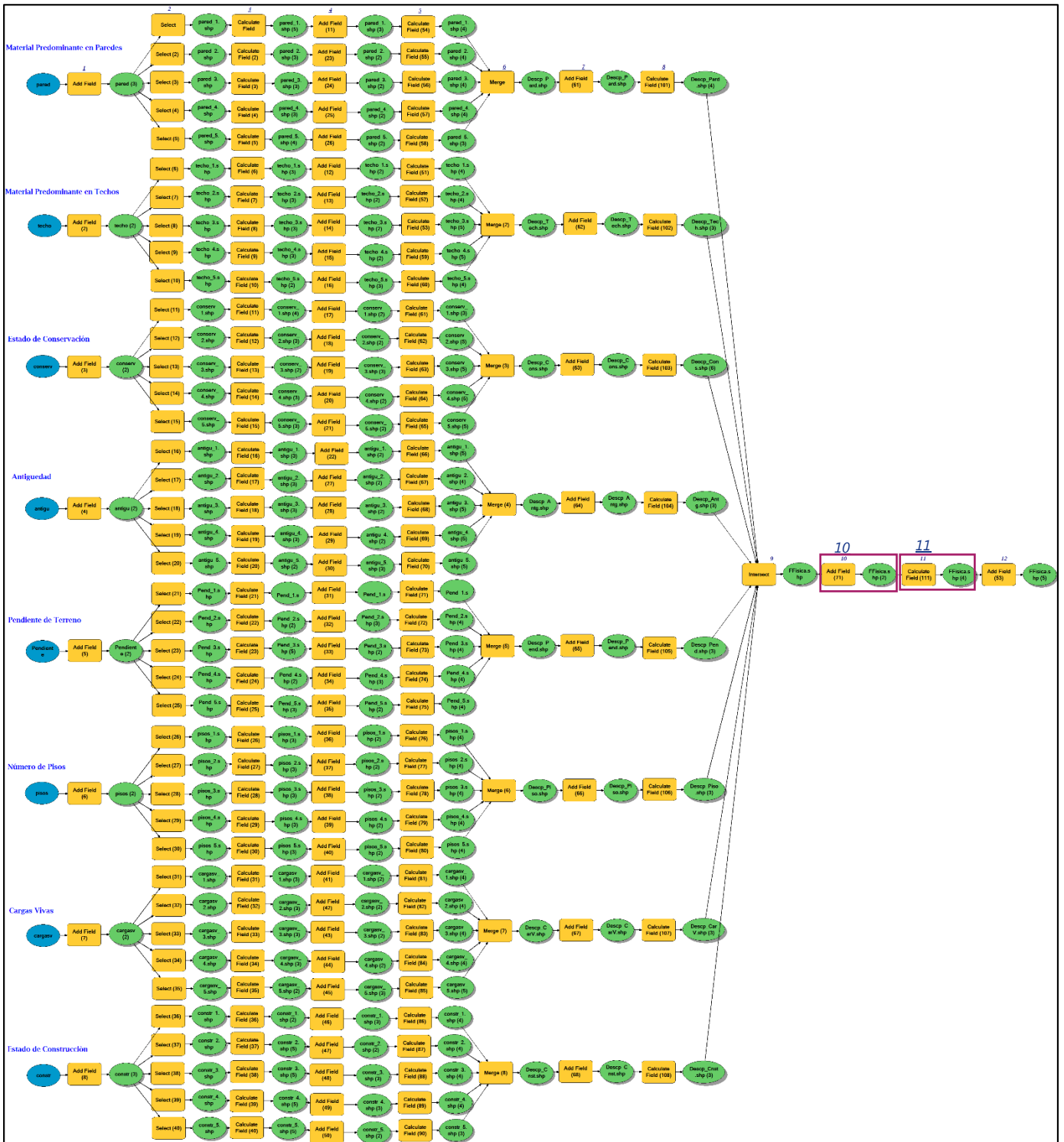
8. Crear mediante la herramienta “Add Field”(10) el campo (VFF) e insertar el valor de la fragilidad física con la herramienta “Calculate Field” (11).

Este valor se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{VFF} = ([\text{Pdesc_Pard}] \times [\text{Ppar_Pard}]) + ([\text{Pdesc_Tech}] \times [\text{Ppar_Tech}]) + ([\text{Pdesc_Cons}] \times [\text{Ppar_Cons}]) + ([\text{Pdesc_Antg}] \times [\text{Ppar_Antg}]) + ([\text{Pdesc_Pend}] \times [\text{Ppar_Pend}]) + ([\text{Pdesc_Piso}] \times [\text{Ppar_Piso}]) + ([\text{Pdesc_CarV}] \times [\text{Ppar_CarV}]) + ([\text{Pdesc_Cnst}] \times [\text{Ppar_Cnst}])$$

- **VFF** = Valor de la fragilidad física
- **Pdesc_Pard** = Peso del descriptor pared
- **Ppar_Pard** = Peso del parámetro pared
- **Pdesc_Tech** = Peso del descriptor techo
- **Ppar_Tech** = Peso del parámetro techo
- **Pdesc_Cons** = Peso del descriptor estado conservación
- **Ppar_Cons** = Peso del parámetro estado conservación
- **Pdesc_Antg** = Peso del descriptor antigüedad
- **Ppar_Antg** = Peso del parámetro antigüedad
- **Pdesc_Pend** = Peso del descriptor pendiente del terreno
- **Ppar_Pend** = Peso del parámetro pendiente del terreno
- **Pdesc_Piso** = Peso del descriptor número de pisos
- **Ppar_Piso** = Peso del parámetro número de pisos
- **Pdesc_CarV** = Peso del descriptor cargas vivas
- **Ppar_CarV** = Peso del parámetro cargas vivas
- **Pdesc_Cnst** = Peso del descriptor estado de construcción
- **Ppar_Cnst** = Peso del parámetro estado de construcción

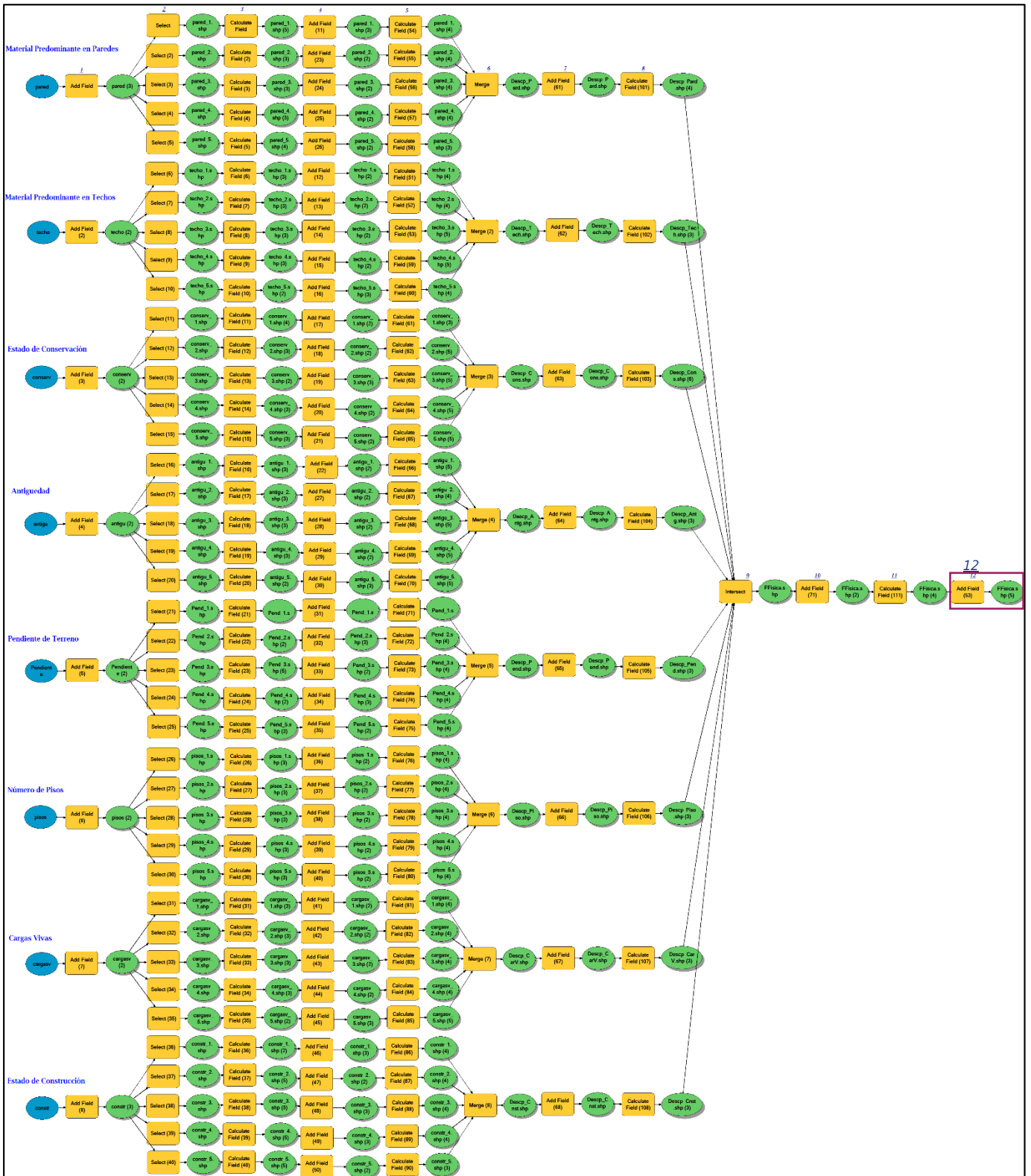
Imagen 35: Cálculo de la *Fragilidad Física*



Fuente: Elaboración Propia

9. Con la herramienta “Add Field” (12) agregar el campo (NIVEL_VFF) en donde se insertarán los niveles de la fragilidad física.

Imagen 36: Creación del campo “Niveles de la Fragilidad Física”



Fuente: Elaboración Propia

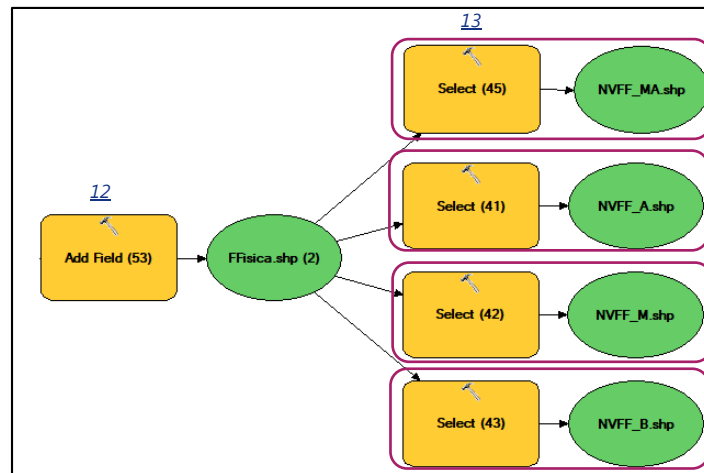
10. Se aplica la herramienta “select” (13) para seleccionar de acuerdo a los rangos, los valores de la fragilidad física obtenido del AHP.

Cuadro 8: Nivel de la *Fragilidad Física*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.273 \leq VFF \leq 0.481$
ALTO	$0.139 \leq VFF < 0.273$
MEDIO	$0.072 \leq VFF < 0.139$
BAJO	$0.034 \leq VFF < 0.072$

Fuente: Elaboración Propia

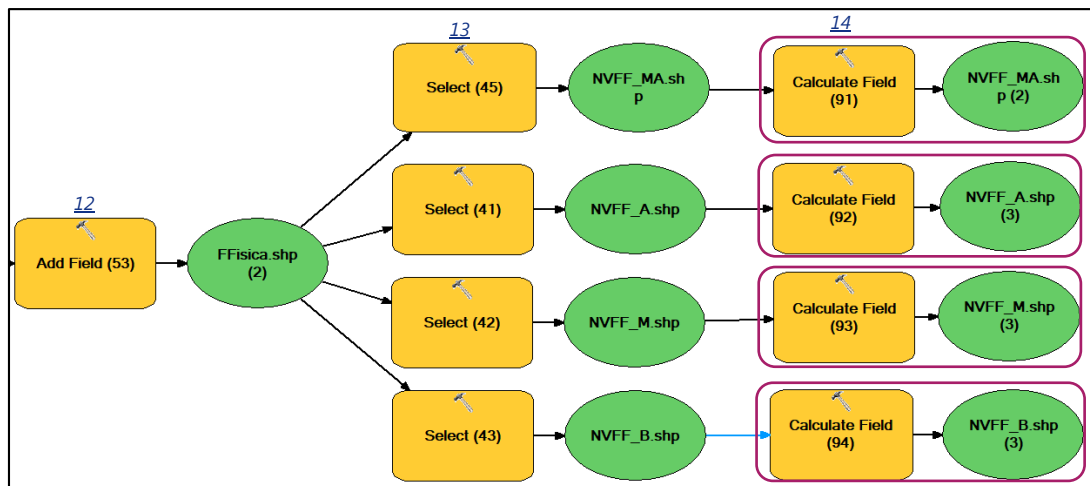
Imagen 37: Selección por rangos de la *Fragilidad Física*.



Fuente: Elaboración Propia

11. Insertar el nivel correspondiente al rango del valor de la fragilidad física mediante la herramienta “Calculate Field” (14).

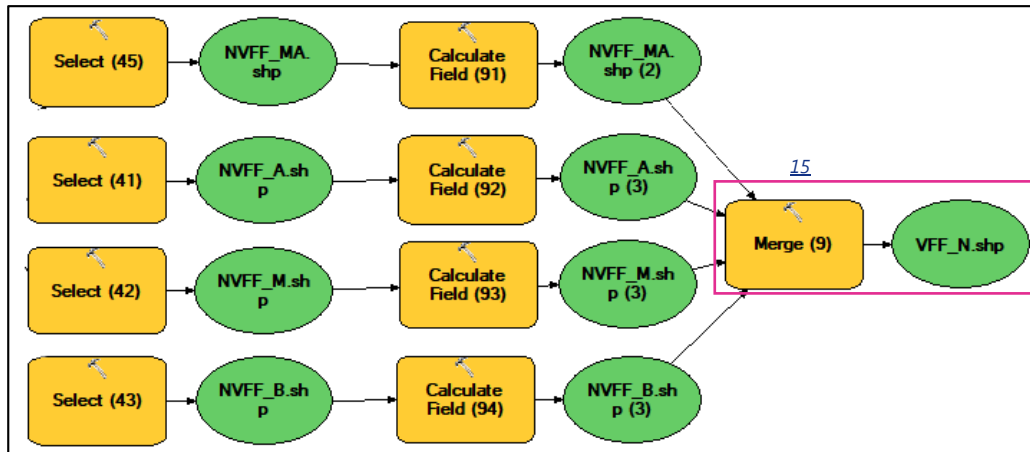
Imagen 38: Clasificación de los niveles de la *Fragilidad Física*



Fuente: Elaboración Propia

12. Unir los 4 rangos con sus respectivos niveles mediante la herramienta “Merge” (15).

Imagen 39: Unión de los cuatro niveles de *Fragilidad Física*.



Fuente: Elaboración Propia

El resultado de este submodelo es el mapa de fragilidad física.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



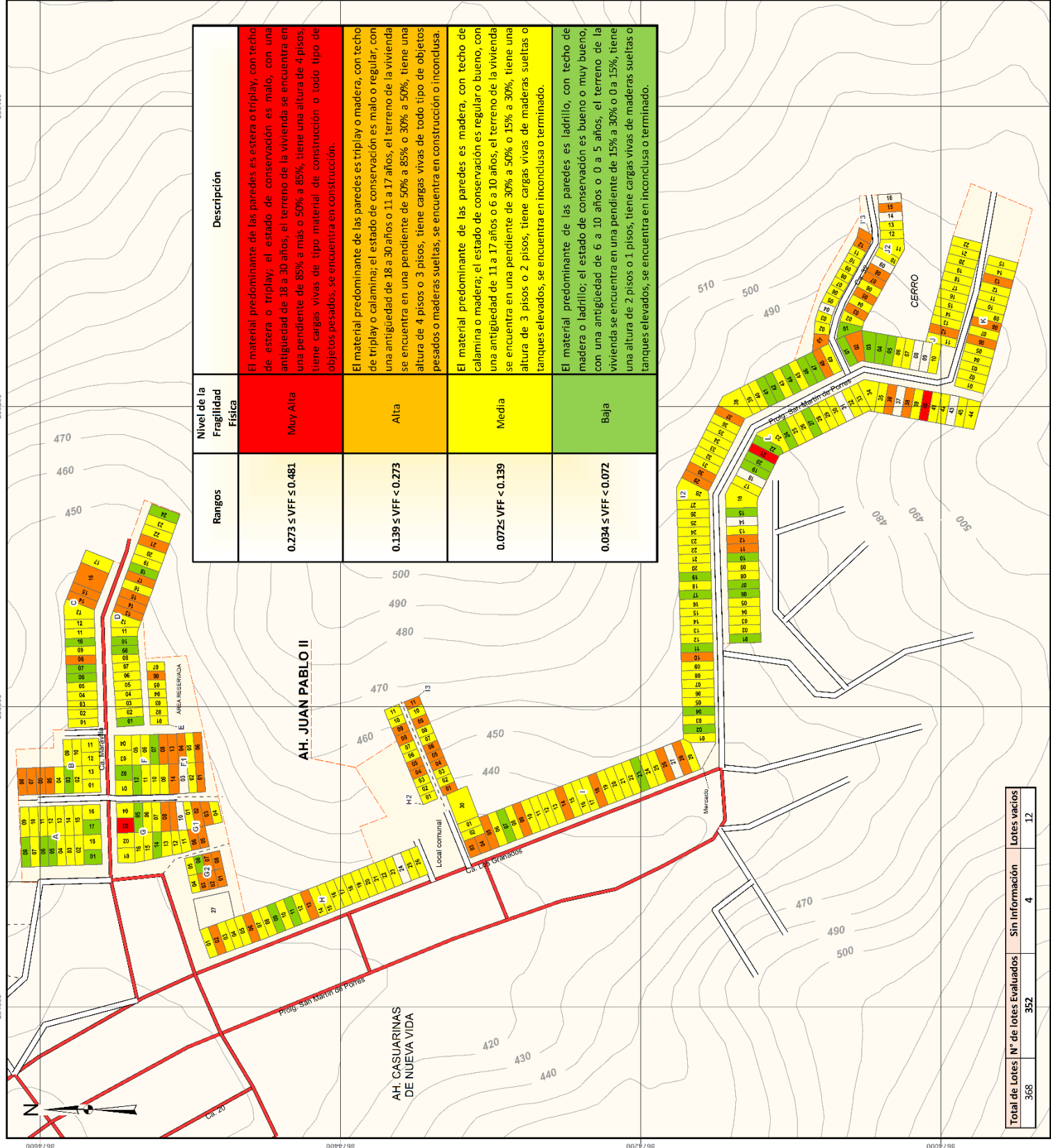
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL NIVEL DE FRAGILIDAD FISICA

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth, Catherine, Frosca, Campos, Martinez. Escala: 1 : 3 000
 Proyeccion: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°: 10



Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Nivel de la Fragilidad Física

De acuerdo al Proceso de análisis jerárquico (AHP) se obtuvo los niveles de fragilidad física.

Bajo

El material predominante de las paredes es ladrillo; con techo de madera o ladrillo; el estado de conservación es bueno o muy bueno; con una antigüedad de 6 a 10 años o 0 a 5 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 15% a 30% o 0 a 15%; tiene una altura de 2 pisos o 1 pisos; tiene cargas vivas de maderas sueltas o tanques elevados; de acuerdo al estado de construcción, terminado.

Se determina que son 49 los lotes en este nivel los cuales representan 14% del total. Son los menos vulnerables.

Medio

El material predominante de las paredes es madera; con techo de calamina o madera; el estado de conservación es regular o bueno; con una antigüedad de 11 a 17 años o 6 a 10 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 30% a 50% o 15% a 30%; tiene una altura de 3 pisos o 2 pisos; tiene cargas vivas de maderas sueltas o tanques elevados; de acuerdo al estado de construcción, inconclusa o terminado.

Se determina que son 226 los lotes en este nivel los cuales representan 64% del total. Son medianamente vulnerables.

Alto

El material predominante de las paredes es triplay o madera; con techo de triplay o calamina; el estado de conservación es malo o regular; con una antigüedad de 18 a 30 años o 11 a 17 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 50% a 85% o 30% a 50%; tiene una altura de 4 pisos o 3 pisos; tiene cargas vivas de todo tipo de objetos pesados o maderas sueltas; de acuerdo al estado de construcción, inconclusa o en construcción.

Se determina que son 74 los lotes en este nivel los cuales representan 21% del total. Son altamente vulnerables.

Muy Alto:

El material predominante de las paredes es estera o triplay; con techo de estera o triplay; el estado de conservación es malo; con una antigüedad de 18 a 30 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 85% a más o 50% a 85%; tiene una altura de 4 pisos; tiene cargas vivas de tipo material de construcción o todo tipo de objetos pesados; de acuerdo al estado de construcción, en construcción.

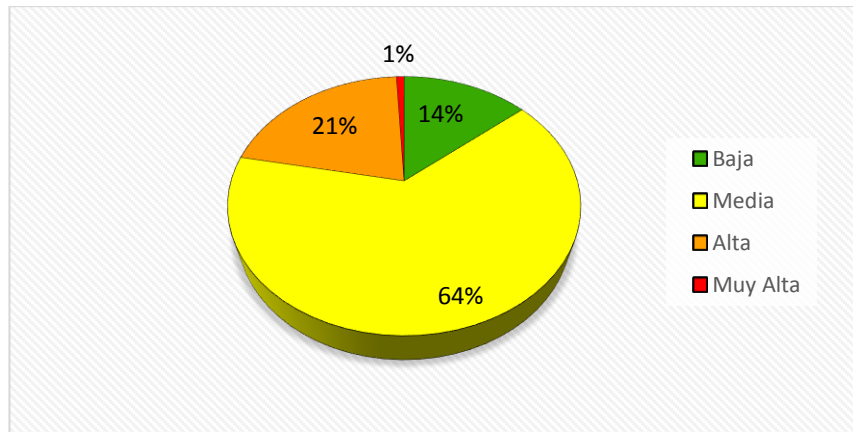
Se determina que son 3 los lotes en este nivel los cuales representan 1% del total. Son los más vulnerables.

Tabla 84: Niveles de la *Fragilidad Física*

COLOR	NIVEL	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Baja	49	14
	Media	226	64
	Alta	74	21
	Muy Alta	3	1
TOTAL		352	100

Fuente: Elaboración Propia

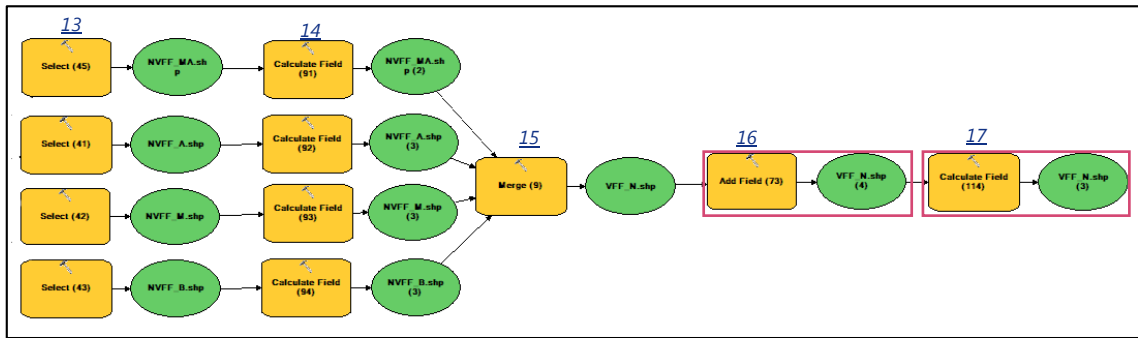
Gráfico 27: Porcentaje de lotes según el Nivel de la *Fragilidad Física*



Fuente: Elaboración Propia

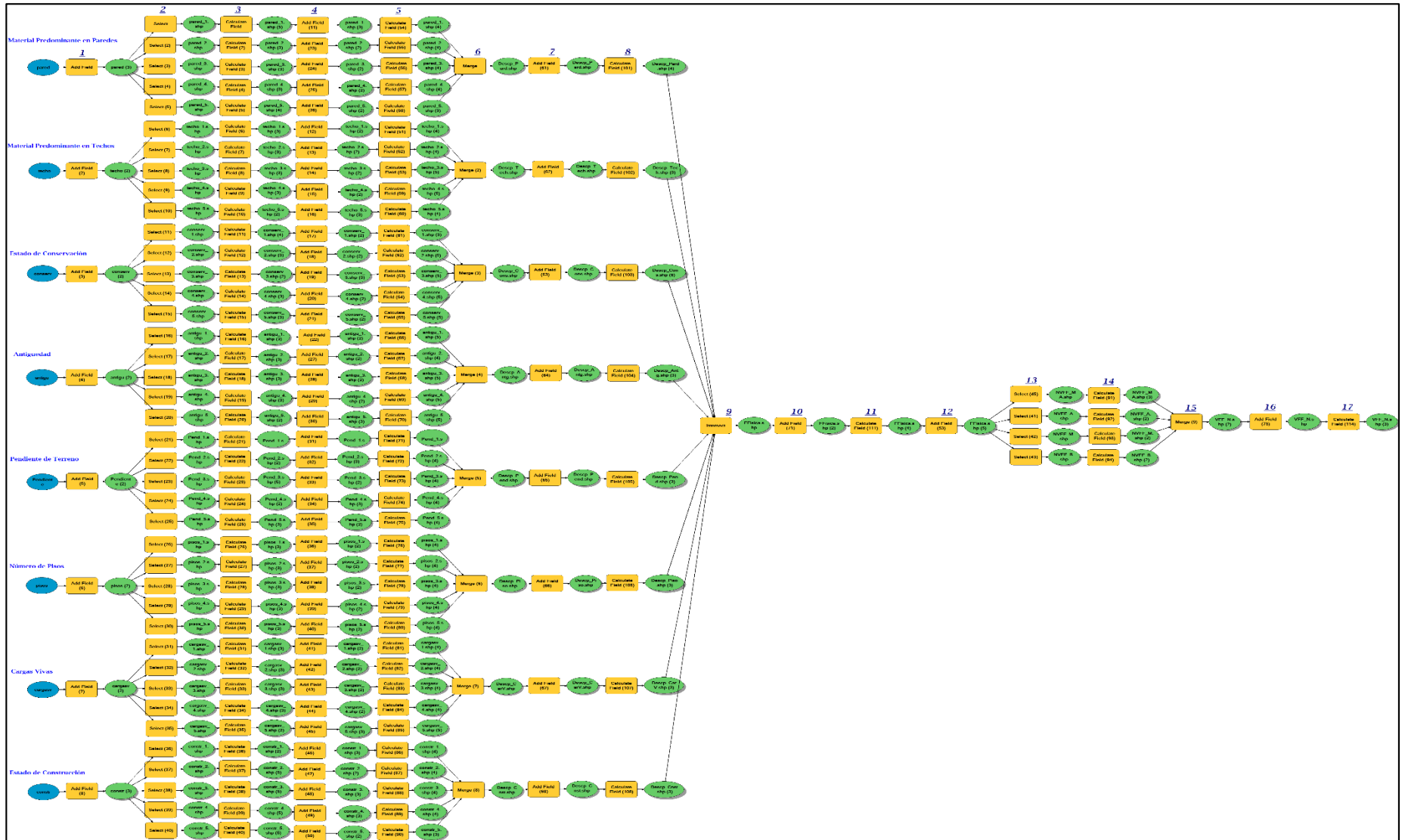
- Mediante la herramienta “Add Field” (16) agregar un campo y con “Calculate Field” (17) se inserta el peso que se le otorga al factor fragilidad, se considera que el factor fragilidad y resiliencia pesan lo mismo así que a cada uno se le da el valor de 0.5.

Imagen 40: Creación del campo para inserción del peso de la *Fragilidad Física*.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 41: Flujo del geoproceso para determinar los niveles de la *Fragilidad Física*



Fuente: Elaboración Propia

Factor Resiliencia:

Para la resiliencia física solo se consideró un parámetro *Reforzamiento de la vivienda*, el cual ingresa a la plataforma de ArcGIS como: *ref_const*.

- *Reforzamiento en la construcción (ref_const)*

Este shapefile contiene número del Lote, Manzana a la que corresponde y el código que representa si la vivienda fue reforzada o si se planea reforzar planteado en diferentes niveles expresados mediante 5 descriptores . Los lotes indican a cuál de los descriptores de reforzamiento de vivienda pertenecen mediante el número 1.

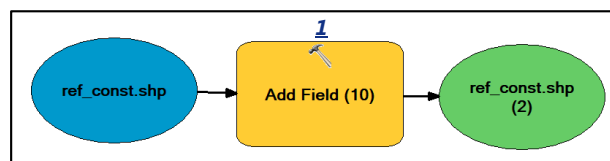
Imagen 42: Tabla de atributos del parámetro “*Reforzamiento en la construcción*”

FID	Shape	LOTES	MANZANAS	ref_con_1	ref_con_2	ref_con_3	ref_con_4	ref_con_5
194	Polygon	01	A	0	0	1	0	0
203	Polygon	02	A	0	0	1	0	0
219	Polygon	03	A	0	0	1	0	0
227	Polygon	04	A	0	0	1	0	0
230	Polygon	05	A	0	0	1	0	0
233	Polygon	06	A	0	0	1	0	0
236	Polygon	07	A	0	0	1	0	0
239	Polygon	08	A	0	0	1	0	0
240	Polygon	09	A	0	0	1	0	0
237	Polygon	10	A	0	0	1	0	0
234	Polygon	11	A	0	0	0	1	0
231	Polygon	12	A	0	0	1	0	0
228	Polygon	13	A	0	0	0	1	0
223	Polygon	14	A	0	0	1	0	0
205	Polygon	15	A	0	0	1	0	0
198	Polygon	16	A	0	0	1	0	0
196	Polygon	17	A	0	0	0	0	1
195	Polygon	18	A	0	0	1	0	0
197	Polygon	01	B	0	0	1	0	0
206	Polygon	02	B	0	0	1	0	0
224	Polygon	03	B	0	0	0	1	0
229	Polygon	04	B	0	0	1	0	0
232	Polygon	05	B	0	0	1	0	0
235	Polygon	06	B	1	0	0	0	0
238	Polygon	07	B	1	0	0	0	0
741	Pn/vnnon	08	R	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración Propia

1. Con el uso de la herramienta “Add Field” (1) crear un campo para colocar los pesos de los descriptores del parámetro *ref_const*. (Pdesc_Rcon).

Imagen 43: Creación del campo peso del descriptor “*Reforzamiento en la construcción*”

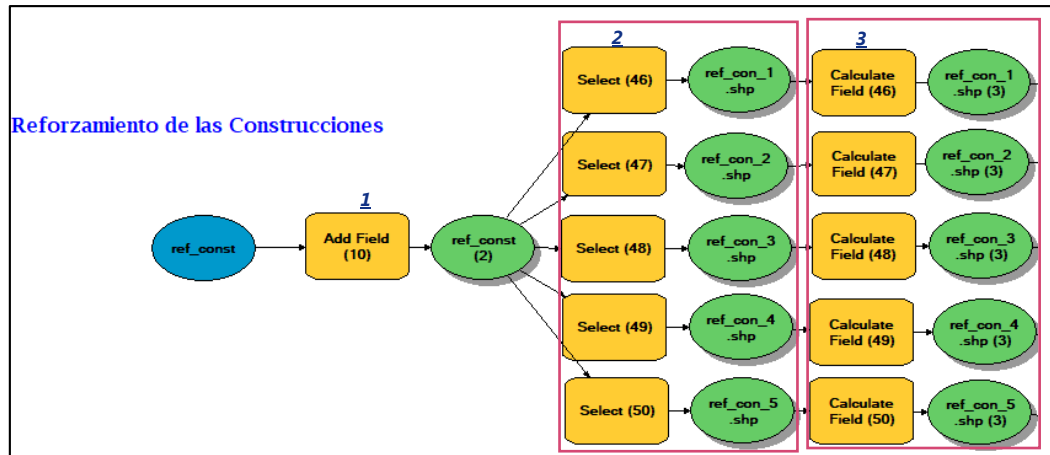


Fuente: Elaboración Propia

- Colocar el peso de cada descriptor del parámetro en el campo creado lo cual se hace agrupando los lotes por cada descriptor aplicando la herramienta “Select” (2) y finalmente insertar el peso correspondiente a cada uno de los 5 descriptores con el uso de la herramienta “Calculate Field” (3).

El peso de cada descriptor del parámetro reforzamiento en la construcción (ref_const) fue previamente calculado mediante el AHP.

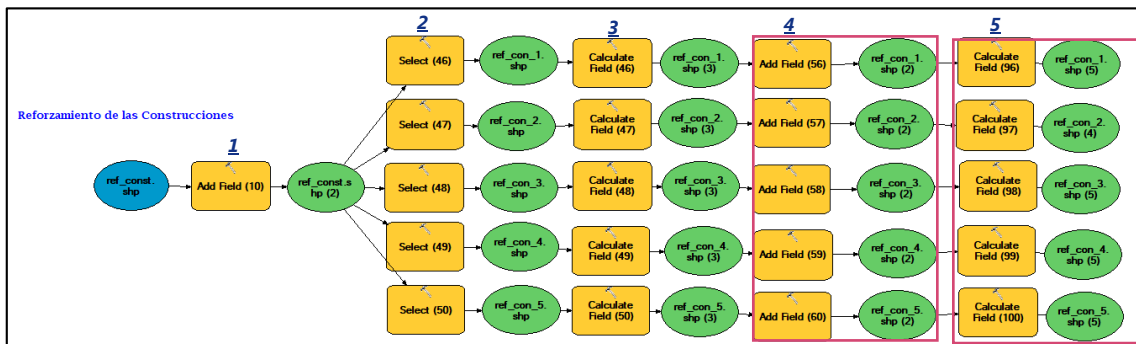
Imagen 44: Ingreso del peso de cada de descriptor del parámetro *Reforzamiento en la construcción*



Fuente: Elaboración Propia

- Crear un campo para cada uno de los descriptores con la herramienta “Add Field” (4) y colocar el nombre del descriptor correspondiente con la herramienta “Calculate Field” (5).

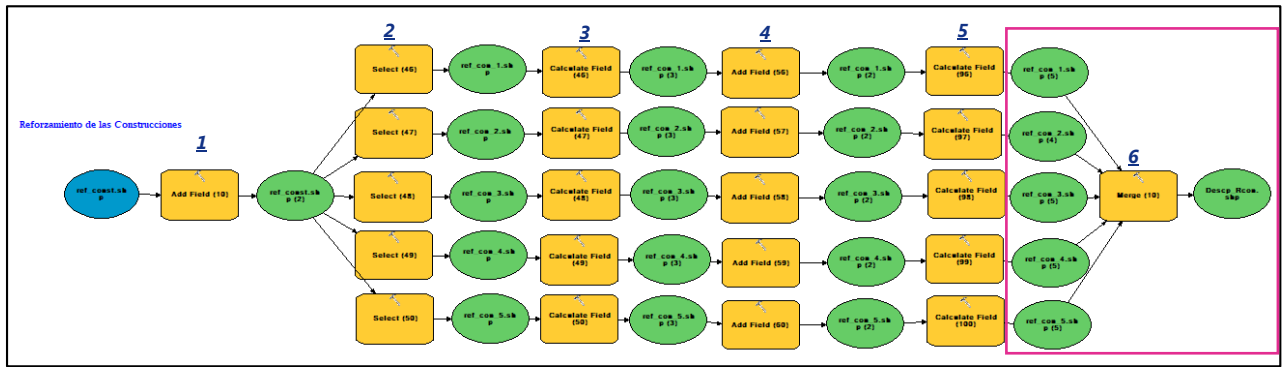
Imagen 45: Ingreso de la descripción de cada descriptor *Reforzamiento en la construcción*



Fuente: Elaboración Propia

- Para finalizar se unen los 5 descriptores del parámetro, utilizando la herramienta Merge (6).

Imagen 46: Unión de los cinco descriptores del parámetro *Reforzamiento en la construcción*



Fuente: Elaboración Propia

5. El resultado de este sub modelo es el mapa del parámetro *Reforzamiento en la vivienda* con sus respectivos descriptores.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



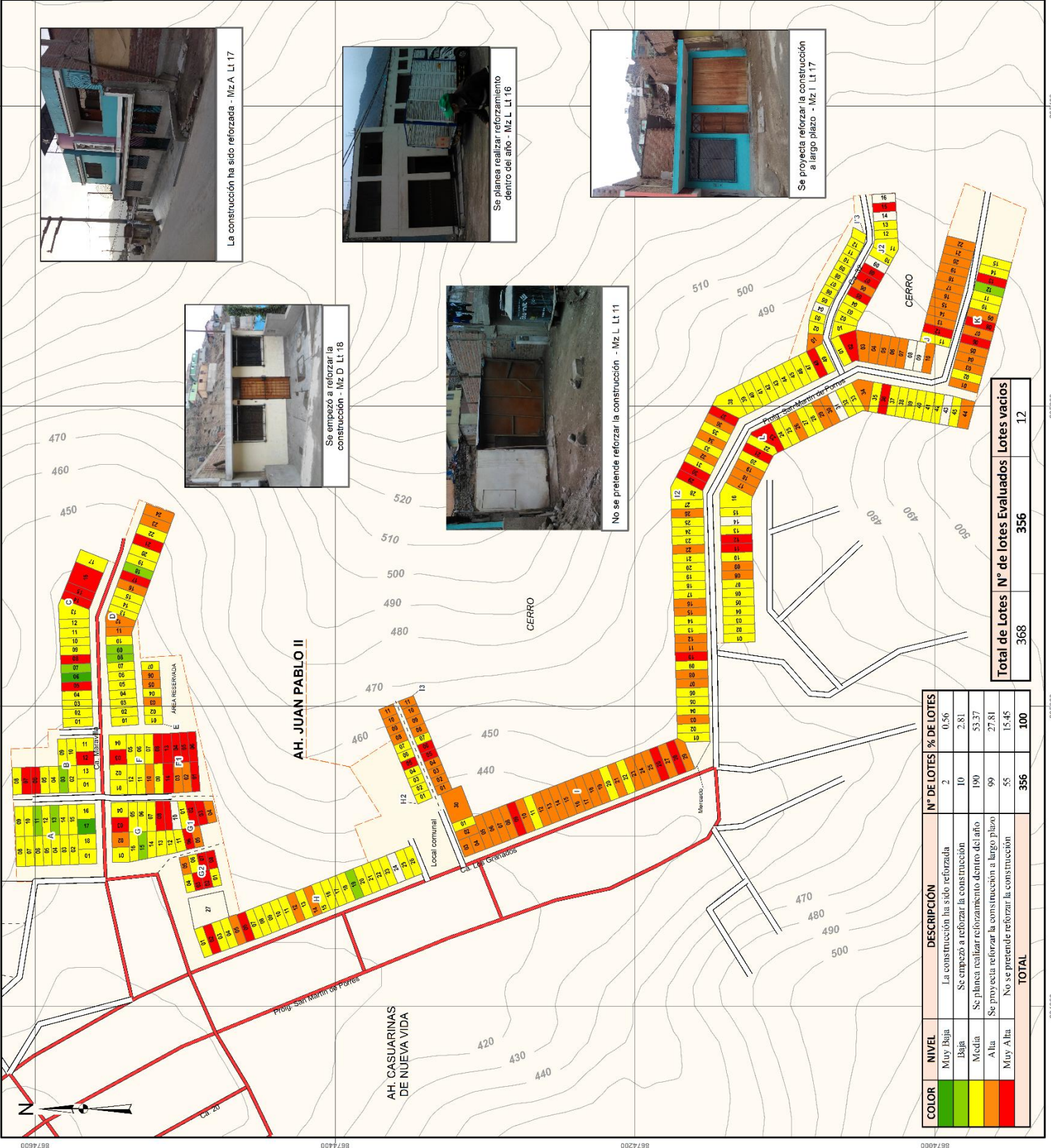
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARAMETRO "REFORZAMIENTO EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA"

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Besh, Catherine Francis Campos Ildefonso. Escala: 1 : 3 000
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84. Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°: 11



Reforzamiento en la vivienda:

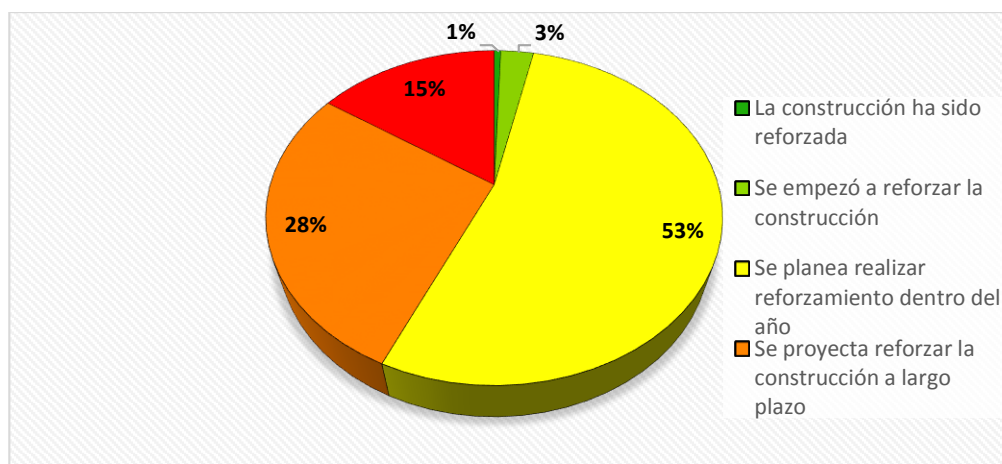
De las fichas tipo catastrales aplicadas a nivel de lotes del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017; se obtuvo que en el 1% de lotes la construcción ha sido reforzada, estos lotes son considerados los menos vulnerables; en el 3% de lotes se empezó a reforzar la construcción, estos lotes son considerados poco vulnerables; en el 53% de lotes se planea realizar reforzamiento dentro del año, considerados medianamente vulnerable; en el 28% de lotes se proyecta reforzar la construcción a largo plazo, estos lotes son considerados altamente vulnerables y en el 15% de lotes no se pretende reforzar la construcción, estos lotes serían considerados los más vulnerables.

Tabla 85: Niveles del parámetro *Reforzamiento en la vivienda*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	La construcción ha sido reforzada	2	1
	Baja	Se empezó a reforzar la construcción	10	3
	Media	Se planea realizar reforzamiento dentro del año	190	53
	Alta	Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo	99	28
	Muy Alta	No se pretende reforzar la construcción	55	15
TOTAL			356	100

Fuente: Elaboración Propia

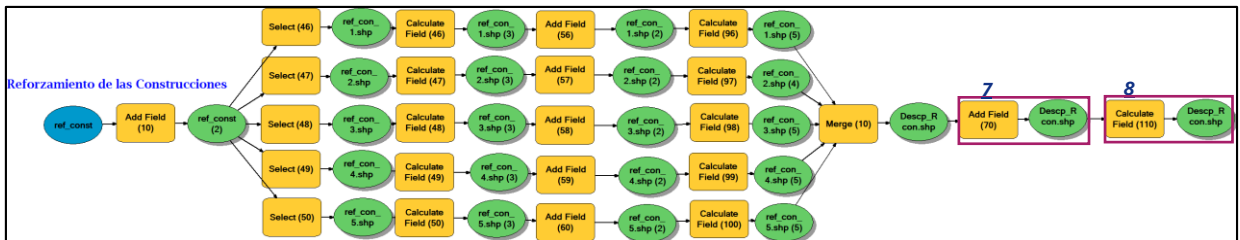
Gráfico 28: Porcentaje de lotes según el *Reforzamiento en la vivienda*



Fuente: Elaboración Propia

6. Para realizar la evaluación de la Resiliencia Física es necesario colocar el peso que le corresponde al parámetro, como solamente se considera un único parámetro el peso asignado es 1.
- El número 1 quiere decir que el peso es 100% para este parámetro.
 - Add Field (7): Para agregar un nuevo campo.
 - Calculate Field (8): Para agregar los valores correspondientes a cada parámetro.

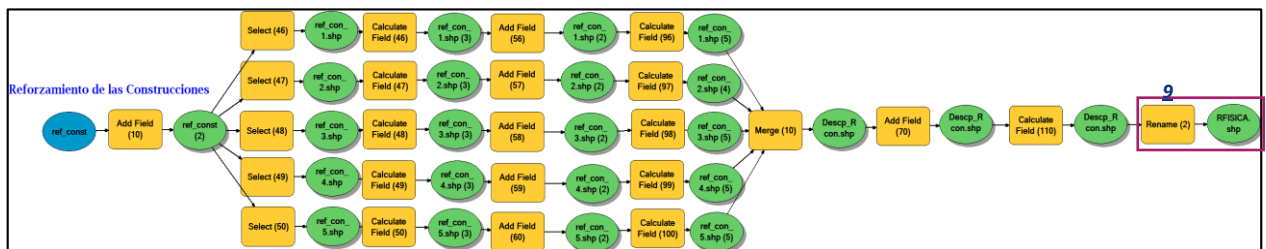
Imagen 47: Creación de campo para agregar el peso del parámetro *Reforzamiento de la construcción*



Fuente: Elaboración Propia

7. Para seguir la secuencia respecto al nombre de los shapes en comparación con la fragilidad, con la herramienta “Rename” (9) se cambiará el nombre de Descp_Rcon (descriptores del reforzamiento de la vivienda) a RFISICA (Resiliencia Física).

Imagen 48: Renombración del descriptor *Reforzamiento de la construcción* a *Resiliencia Física*.



Fuente: Elaboración Propia

8. Con la herramienta “Add Field” (10) crear el campo (VRF) y mediante “Field Calculate” (11) insertar el valor de la resiliencia física.

Este valor se calcula mediante la siguiente formula:

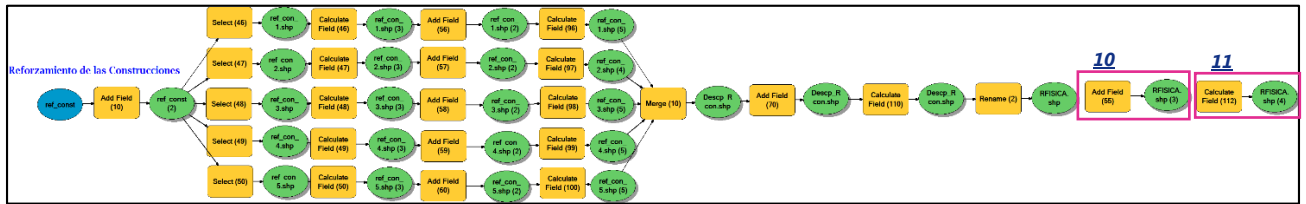
$$VFR = ([Pdesc_Rcon] * [Ppar_Rcon])$$

VRF = Valor de la resiliencia física

Pdesc_Rcon = Peso del descriptor reforzamiento en la construcción

Ppar_ Rcon = Peso del parámetro reforzamiento en la construcción

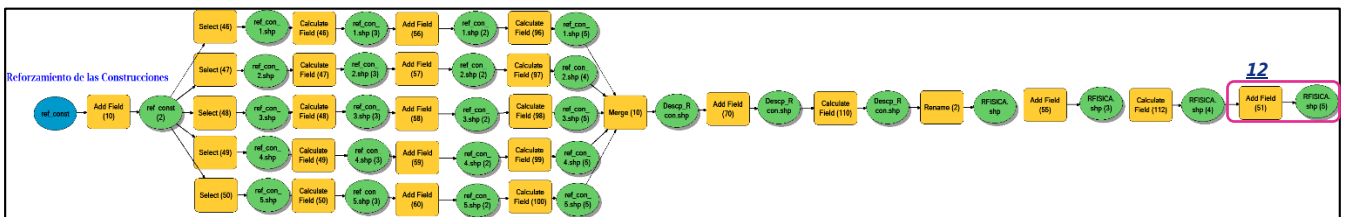
Imagen 49: Cálculo de la *Resiliencia Física*



Fuente: Elaboración Propia

9. Con “Add Field” (12) agregar el campo (NIVEL_VFR) en donde se insertarán los niveles de la resiliencia física.

Imagen 50: Creación del campo nivel de la *Resiliencia Física*



Fuente: Elaboración Propia

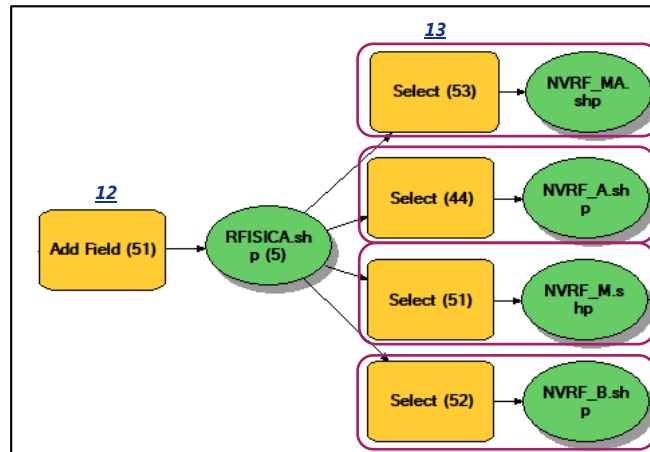
10. Mediante la herramienta “Select” (13) agrupar los lotes con los valores de la resiliencia física de acuerdo al rango obtenido del proceso del análisis jerárquico (AHP).

Cuadro 9: Nivel de la *Resiliencia Física*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.260 \leq VRF \leq 0.503$
ALTO	$0.134 \leq VRF < 0.260$
MEDIO	$0.068 \leq VRF < 0.134$
BAJO	$0.035 \leq VRF < 0.068$

Fuente: Elaboración propia

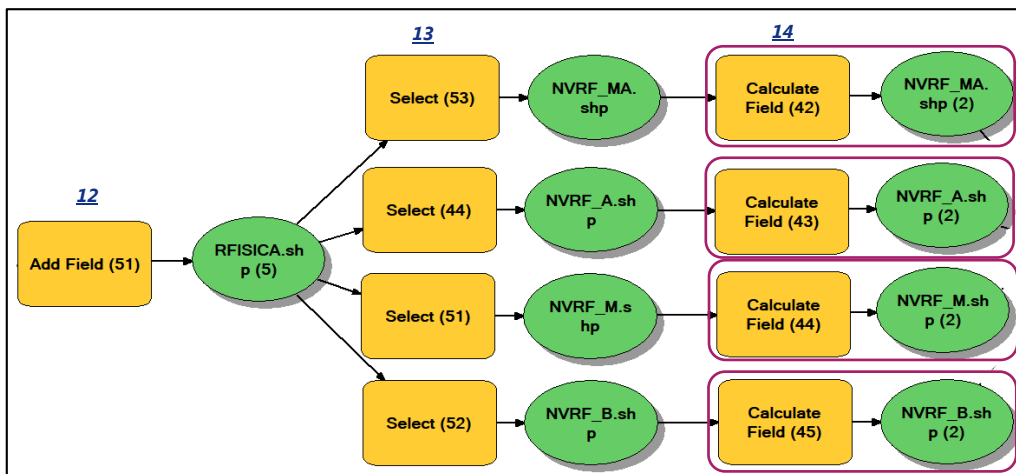
Imagen 51: Agrupación por rangos de la *Resiliencia Física*



Fuente: Elaboración Propia

11. Insertar el nivel correspondiente al rango del valor de la resiliencia física mediante la herramienta “Calculate Field” (14).

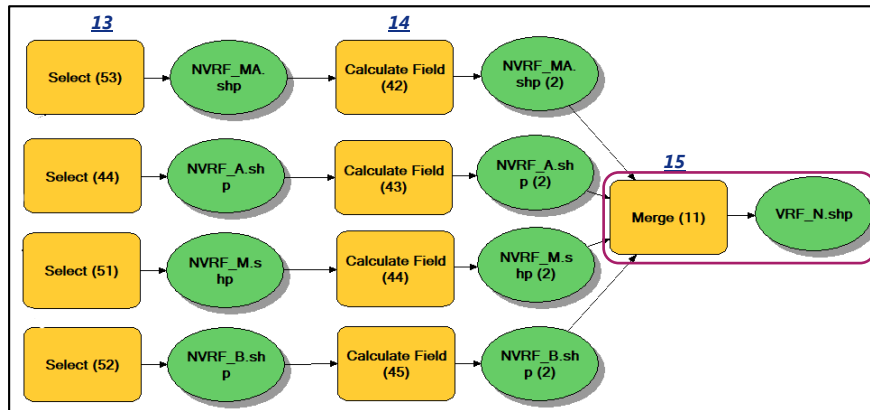
Imagen 52: Clasificación de los niveles de la *Resiliencia Física*.



Fuente: Elaboración Propia

12. Unir todos los niveles en un solo shapefile, se utiliza la herramienta “Merge” (15).

Imagen 53: Unión de los cuatro niveles de *Resiliencia Física*



Fuente: Elaboración Propia

- Finalmente se obtiene el mapa de la resiliencia Física.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



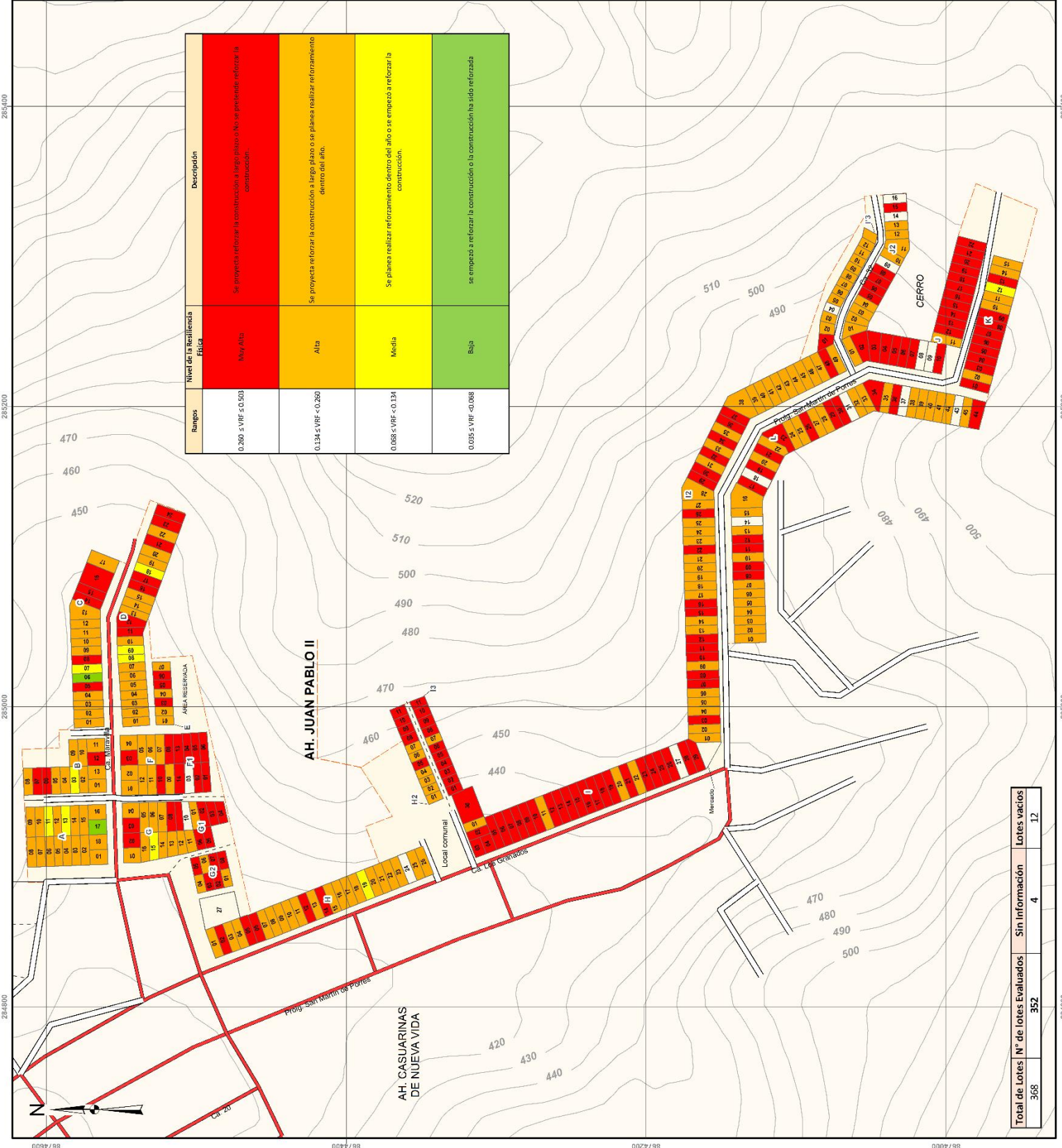
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DE RESILIENCIA FISICA

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth Catherine Flores Campos Martínez. Escala: 1 : 3 900
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84. Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEY y Elaboración Propia

Mapa N°: 12



Nivel de la Resiliencia física

Bajo

Se empezó a reforzar la construcción o la construcción ha sido reforzada. Se determina que son 2 los lotes en este nivel los cuales representan 1% del total. Son los menos vulnerables.

Medio

Se planea realizar reforzamiento dentro del año o se empezó a reforzar la construcción. Se determina que son 10 los lotes en este nivel los cuales representan 3% del total. Son medianamente vulnerables.

Alto

Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o se planea realizar reforzamiento dentro del año. Se determina que son 189 los lotes en este nivel los cuales representan 54% del total. Son altamente vulnerables.

Muy Alto

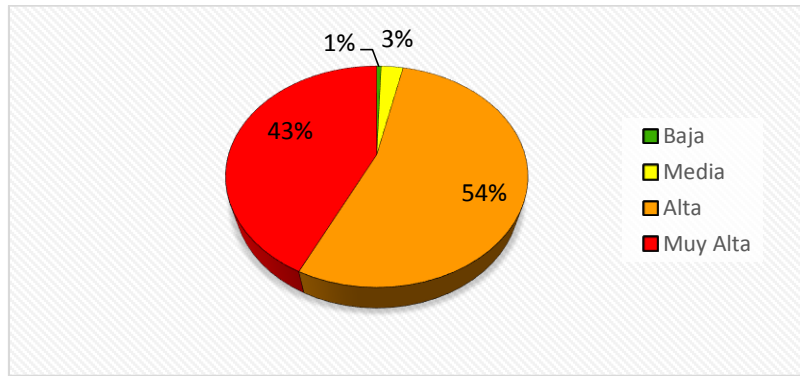
Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o no se pretende reforzar la construcción. Se determina que son 151 los lotes en este nivel los cuales representan 43% del total. Son los más vulnerables.

Tabla 86: Niveles de la *Resiliencia Física*

COLOR	NIVEL	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Baja	2	1
	Media	10	3
	Alta	189	54
	Muy Alta	151	43
TOTAL		352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 29: Porcentaje de lotes según el Nivel de la *Resiliencia Física*

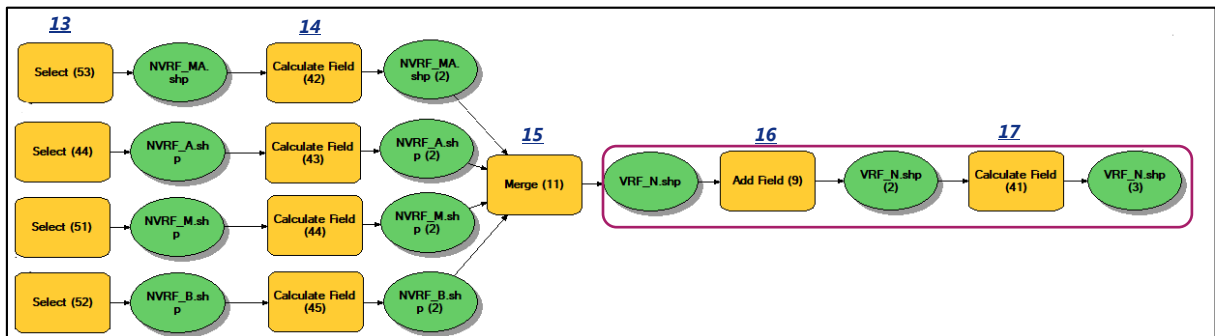


Fuente: Elaboración Propia

13. Mediante la herramienta “Add Field” (16) agregar un campo y con “Calculate Field” (17) se inserta el peso que se le otorga al factor resiliencia, se considera que el factor fragilidad y resiliencia pesan lo mismo así que a cada uno se le da el valor de 0.5.

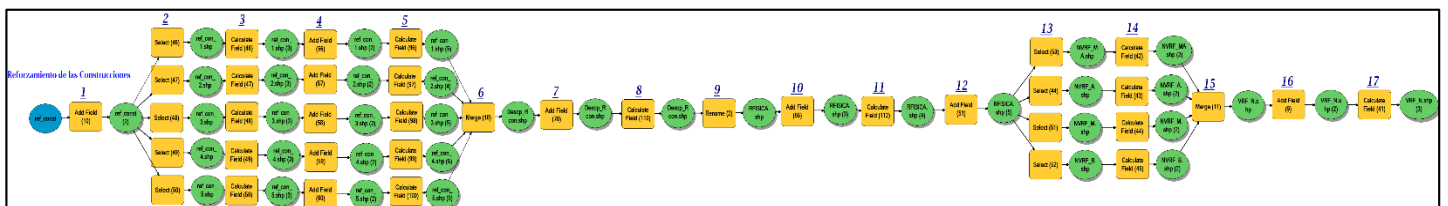
- Al colocar 0.5 se quiere expresar que es importante en la evaluación en 50% de la Dimensión Física.

Imagen 54: Creación del campo para inserción del peso de la *Resiliencia Física*



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 55: Flujo del geoprocenso para determinar los niveles de la *Resiliencia Física*



Fuente: Elaboración Propia

Dimensión Física

1. Realizar la intersección con la herramienta “Intersect” (18) de los factores: fragilidad física y la resiliencia física.
2. Agregar un campo con la herramienta “Add Field” (19) para colocar el valor de la Dimensión Física y utilizar la herramienta “Calculate Field” (20) para realizar el Cálculo siguiente:

$$DF = VFF * PFF + VRF * PRF$$

DF = Dimensión física

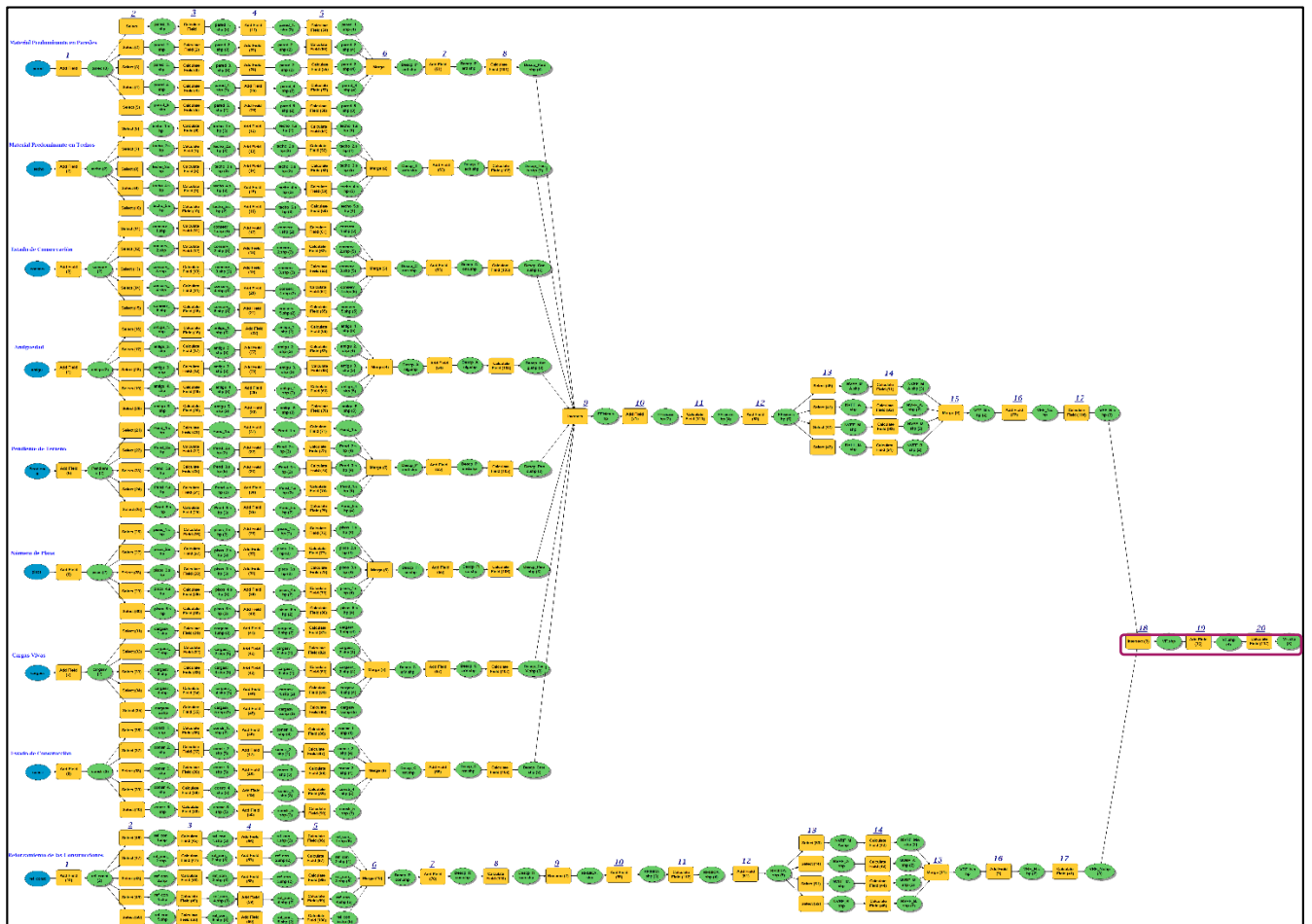
VFF = Valor de fragilidad física

PFF = Peso de fragilidad física

VRF = Valor de resiliencia física

PRF = Peso de resiliencia física

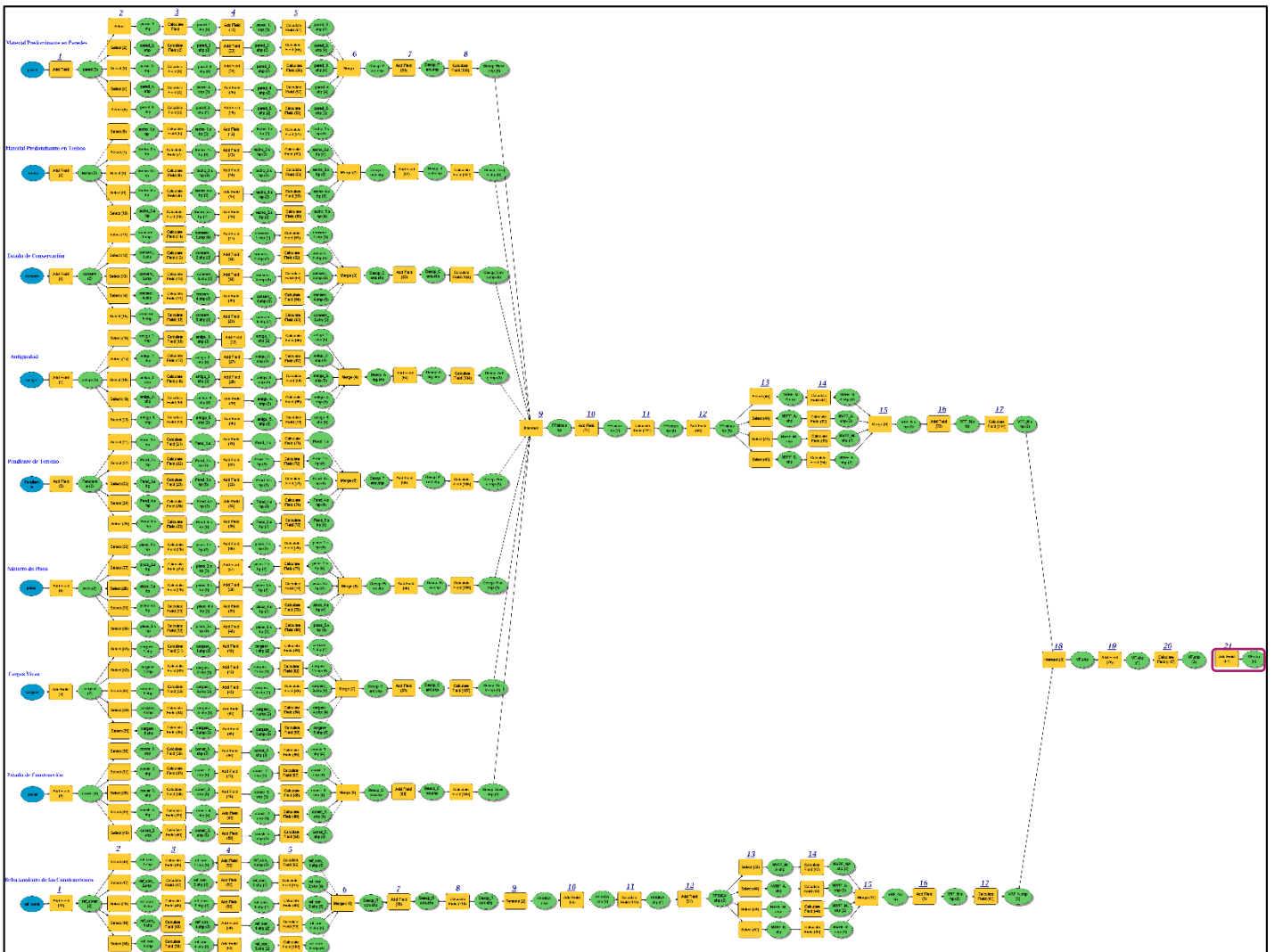
Imagen 56: Calculo de la *Dimensión Física*



Fuente: Elaboración Propia

- Con “Add Field” (21) agregar el campo de nivel de la dimensión física (NIVEL_DF).

Imagen 57: Creación de campo para agregar el nivel de la *Dimensión Física*



Fuente: Elaboración Propia

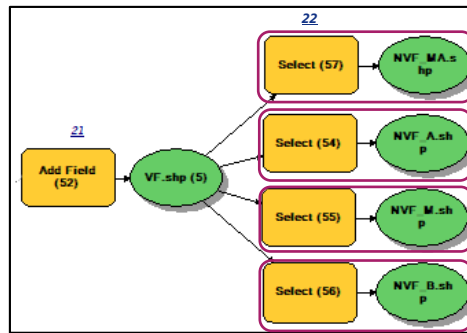
- Utilizar la herramienta “ Select” (22) para seleccionar de acuerdo a los rangos, los valores de Dimensión Física obtenido del AHP.

Cuadro 10: Niveles de la *Dimensión Física*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.266 \leq DF \leq 0.492$
ALTO	$0.137 \leq DF < 0.266$
MEDIO	$0.070 \leq DF < 0.137$
BAJO	$0.035 \leq DF < 0.070$

Fuente: Elaboración Propia

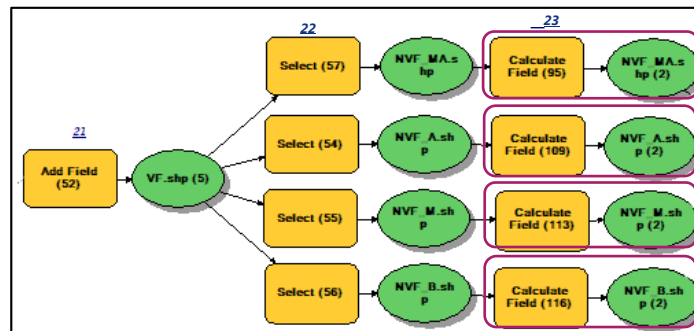
Imagen 58: Selección por rangos de la *Dimensión Física*



Fuente: Elaboración Propia

5. Insertar el nivel correspondiente al rango del valor de la dimensión física, mediante la herramienta “Calculate Field” (23).

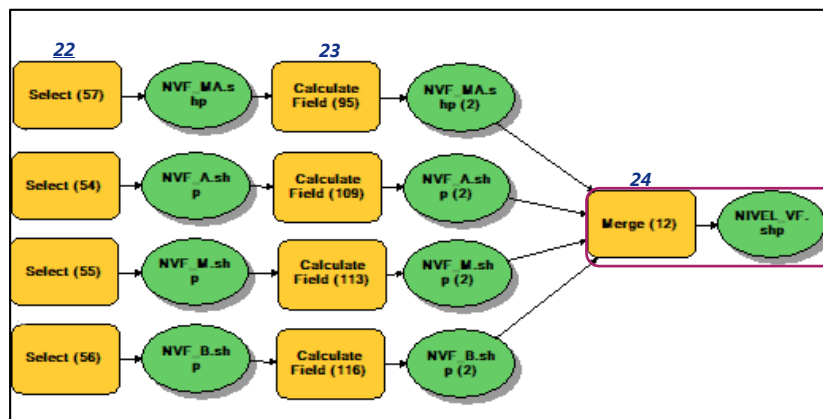
Imagen 59: Clasificación de los niveles de la *Dimensión Física*



Fuente: Elaboración Propia

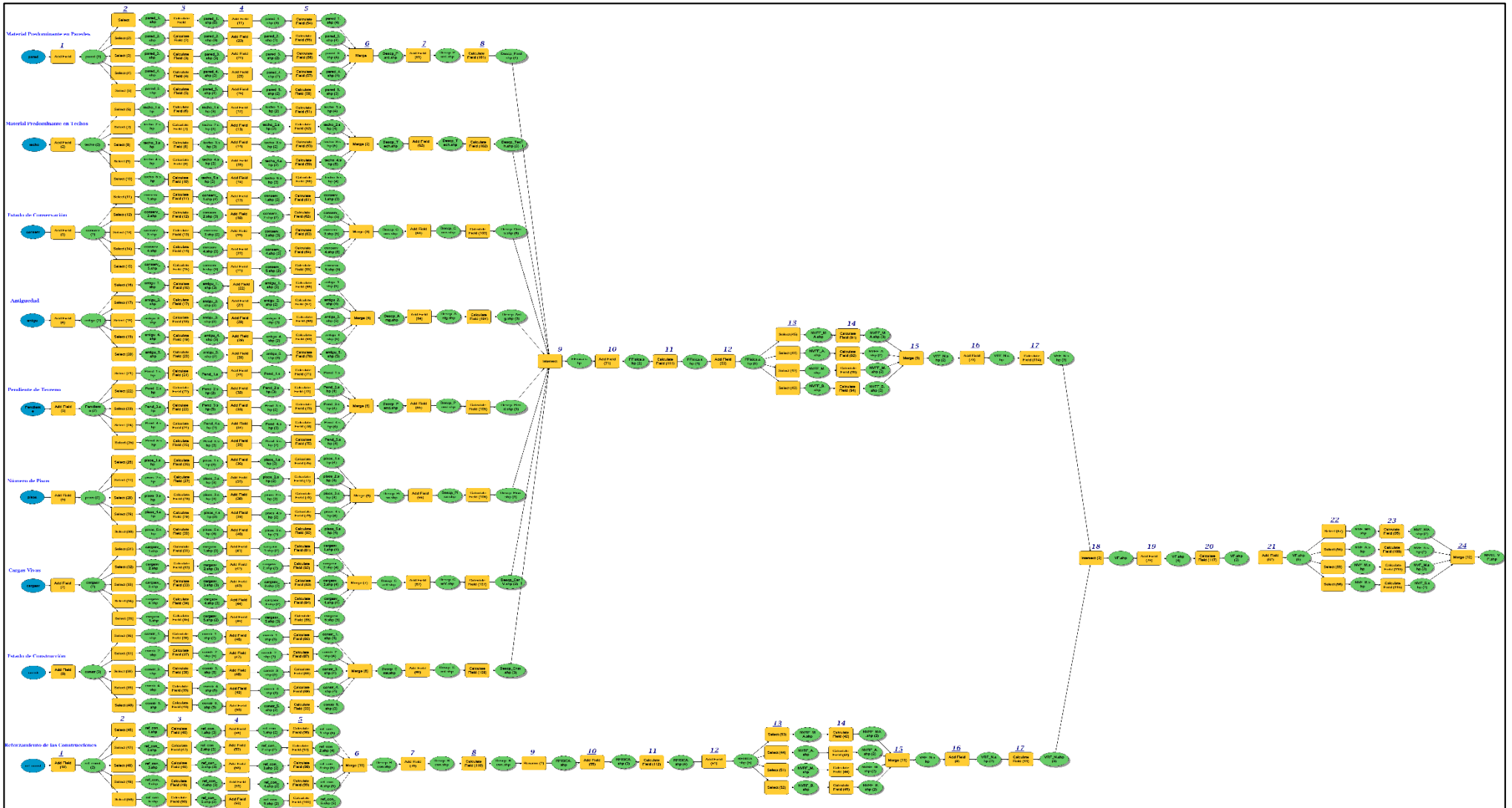
6. Unir los 4 niveles mediante la herramienta “Merge” (24).

Imagen 60: Unión de los niveles de la *Dimensión Física*



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 61: Modelo para la Dimensión Física



Fuente: Elaboración Propia

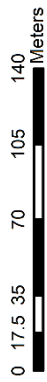
- Como resultado de este geoprocesamiento se genera el mapa de la dimensión Física.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto

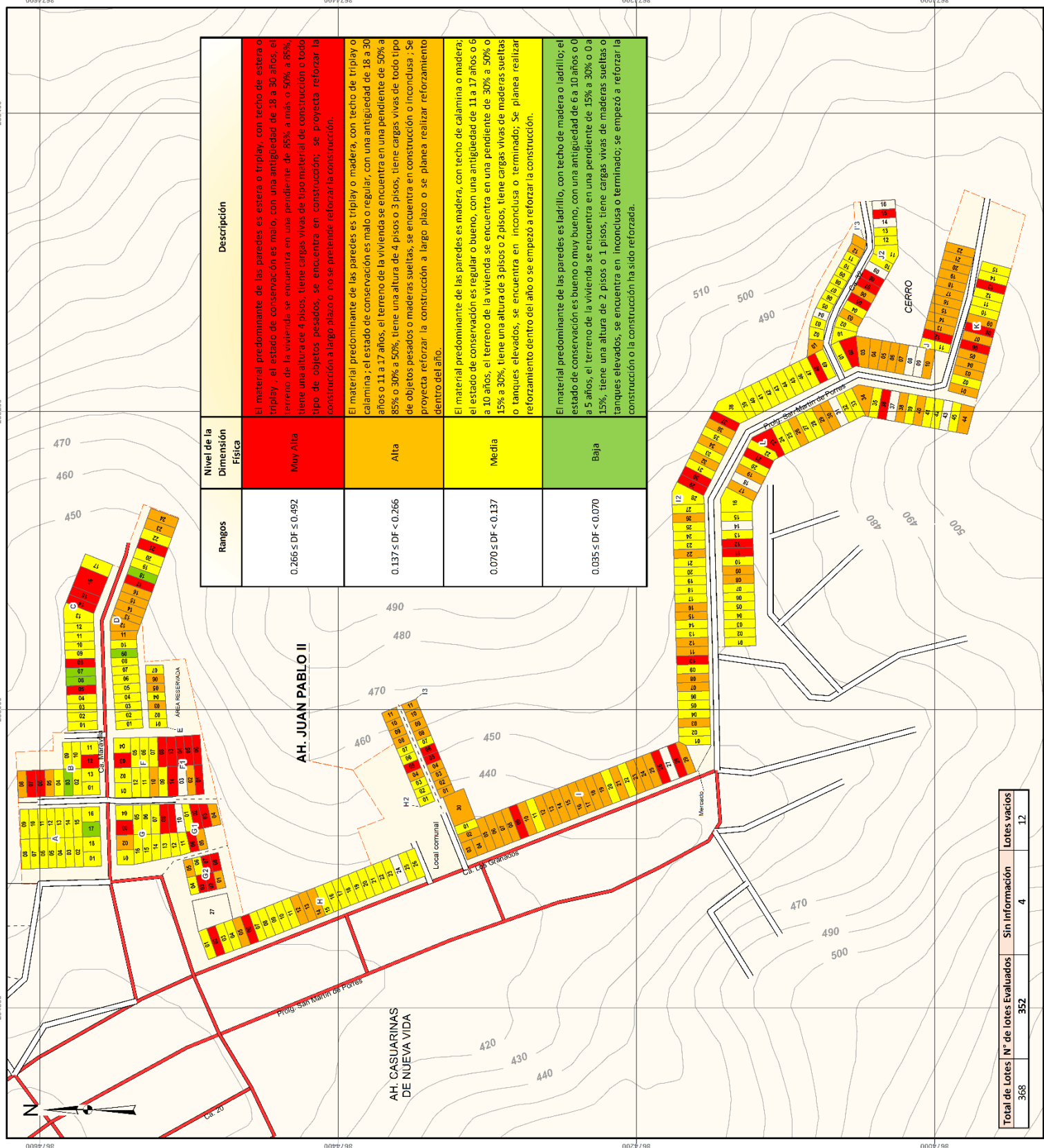


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD FISICA

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth, Catherine, Frosca, Campos, Martinez. Escala: 1 : 3 000
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia



Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Nivel de la Dimensión Física

De acuerdo al Proceso de análisis jerárquico (AHP) se obtuvo los niveles de vulnerabilidad física o dimensión física.

Bajo

El material predominante de las paredes es ladrillo; con techo de madera o ladrillo; el estado de conservación es bueno o muy bueno; con una antigüedad de 6 a 10 años o 0 a 5 años, el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 15% a 30% o 0 a 15%; tiene una altura de 2 pisos o 1 piso; tiene cargas vivas de maderas sueltas o tanques elevados; se encuentra en estado de construcción inconclusa o terminado; se empezó a reforzar la construcción o la construcción ha sido reforzada. Los lotes que se encuentran en este nivel son representados por el 2% del total. Son los menos vulnerables en conjunto.

Medio

El material predominante de las paredes es madera, con techo de calamina o madera; el estado de conservación es regular o bueno, con una antigüedad de 11 a 17 años o 6 a 10 años, el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 30% a 50% o 15% a 30%, tiene una altura de 3 pisos o 2 pisos, tiene cargas vivas de maderas sueltas o tanques elevados, se encuentra en inconclusa o terminado; Se planea realizar reforzamiento dentro del año o se empezó a reforzar la construcción. Los lotes que se encuentran en este nivel son representados por el 52% del total. Son los medianamente vulnerables.

Alto

El material predominante de las paredes es triplay o madera, con techo de triplay o calamina ; el estado de conservación es malo o regular, con una antigüedad de 18 a 30 años o 11 a 17 años, el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 50% a 85% o 30% a 50%, tiene una altura de 4 pisos o 3 pisos, tiene cargas vivas de todo tipo de objetos pesados o maderas sueltas, se encuentra en construcción o inconclusa ; Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o se planea realizar reforzamiento dentro del año.

Los lotes que se encuentran en este nivel son representados por el 31% del total. Son los menos vulnerables.

Muy Alto

El material predominante de las paredes es estera o triplay; con techo de estera o triplay; el estado de conservación es malo; con una antigüedad de 18 a 30 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 85% a más o 50% a 85%; tiene una altura de 4 pisos; cargas vivas de tipo material de construcción o todo tipo de objetos pesados; se encuentra en construcción; se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o no se pretende reforzar la construcción.

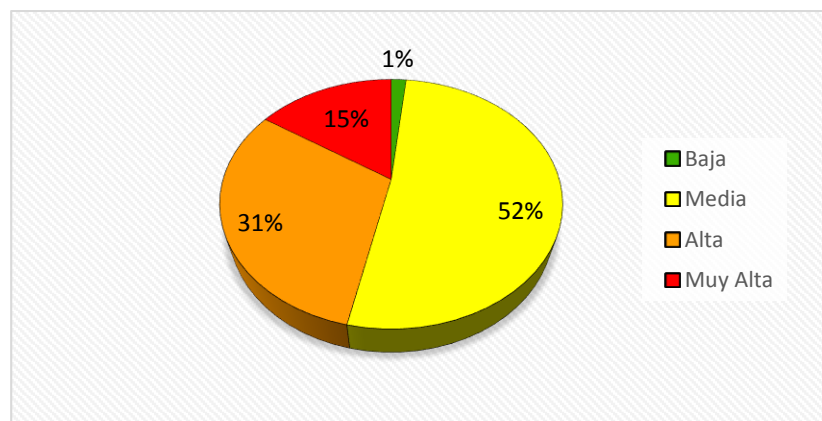
Los lotes que se encuentran en este nivel son representados por el 16% del total. Son los más vulnerables.

Tabla 87: Niveles de la *Dimensión Física*

COLOR	NIVEL	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Baja	6	2
	Media	182	52
	Alta	109	31
	Muy Alta	55	16
TOTAL		352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 30: Porcentaje de lotes según la *Dimensión Física*



Fuente: Elaboración Propia

6.2 MODELO PARA OBTENER LA DIMENSIÓN SOCIAL

Como se explicó en el punto anterior para realizar un modelo hay que seguir un orden y una secuencia de pasos. A continuación, se explicará desde el ingreso de los datos a la plataforma ArcGIS hasta la obtención del mapa de la *Dimensión Social*.

6.2.1 Ingreso de datos a la plataforma ArcGIS

1. Pasar la información recogida en encuestas a una base de datos en Excel.
2. La información debe estar en una hoja de Excel por parámetro evaluado.
3. Codificar cada parámetro y sus respectivos descriptores, para que puedan ser ingresados a la base de datos de ArcGIS 10.4 ya que el nombre de un campo en shapefile no debe tener más de 10 caracteres.

Cuadro 11: Parámetros y descriptores de Fragilidad para la determinación de la *Dimensión Social*

Parámetros denominados	CÓDIGO	Descriptor denominado	CÓDIGO
Grupo etario	GrE	De 0 a 5 años y mayores de 65	GrE_1
		De 5 a 12 años y de 60 a 65	GrE_2
		De 12 a 15 años y de 50 a 60	GrE_3
		De 15 a 30 años	GrE_4
		De 30 a 50 años	GrE_5
Discapacidad	Disc	Para usar brazos y piernas	Disc_1
		visual	Disc_2
		mental o intelectual	Disc_3
		para oír o hablar	Disc_4
		no tiene	Disc_5
Tipo de Seguro	Tseg	no tiene	Tseg_1
		SIS	Tseg_2
		ESSALUD	Tseg_3
		FFAA-PNP	Tseg_4
		Seguro privado	Tseg_5
Servicios Básicos	Sbas	No tiene	SBas_1
		Luz	SBas_2
		Pozo de agua	SBas_3
		Luz y Pozo de agua	SBas_4
		Agua, desagüe y luz	SBas_5
Tenencia de Vivienda	Ten	Prestada	Ten_1
		Cedida por el trabajo o institución	Ten_2
		Alquilada	Ten_3
		Propia por invasión	Ten_4
		Propia totalmente pagada	Ten_5

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12: Parámetros y descriptores de Resiliencia para la determinación de la vulnerabilidad en *Dimensión Social*

Parámetros denominados	CÓDIGO	Descriptor denominado	CÓDIGO
Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres	Cdes	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	CDes_1
		Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	CDes_2
		Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	CDes_3
		La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	CDes_4
		Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	CDes_5
Organización ante Emergencias	Oemg	En casa nadie participa	OEmg_1
		Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencia	OEmg_2
		De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	OEmg_3
		La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante eventos	OEmg_4
		Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	OEmg_5

Fuente: Elaboración Propia

- Ingresar la información obtenida en campo de cada parámetro a evaluar y ubicado en Excel a la plataforma de ArcGIS, mediante la unión de la información obtenida con el Shapefile de lotes previamente georreferenciado en el datum horizontal World Geodetic System 1984 (WGS 84) proyección transversal Mercator (UTM), zona 18 Sur, como resultado se obtendrán 7 shapefile georreferenciados y con la base de datos correspondiente a cada parámetro de la dimensión social. Cabe recalcar que la información del parámetro al estar georreferenciado se le denomina Geodato.

Cuadro 13: Estructura de la *Dimensión Social*

DIMENSIÓN SOCIAL	Sub dimensiones / Factores de la vulnerabilidad	Parámetros	Geodatos
	Fragilidad	Grupo etario	GrE
		Discapacidad	Disc
		Tipo de Seguro	Tseg
		Servicios Básicos	Sbas
		Tenencia de Vivienda	Ten
	Resiliencia	Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres	CDes
Organización ante Emergencias		OEmrg	

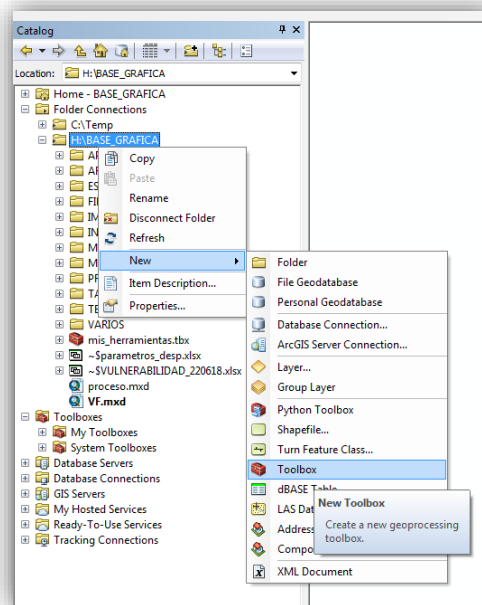
Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2 Creación del modelo para determinar los niveles de la *Dimensión Social*

Se realizará el proceso para determinar la dimensión social siguiendo un orden y aplicando las herramientas de geoprocésamiento, y los datos obtenidos por medio del análisis AHP explicados en el capítulo V del presente trabajo de investigación.

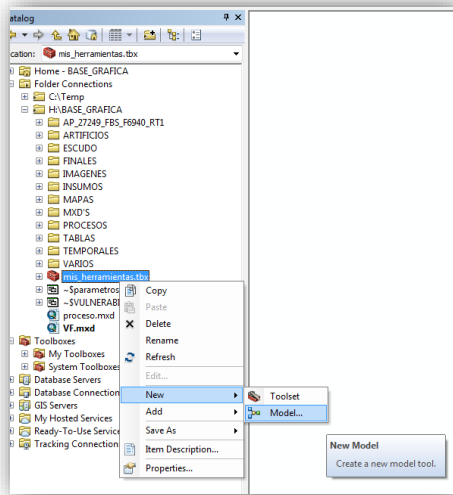
1. De igual manera que en la dimensión física se crea un Model Builder para la dimensión social, siguiendo los mismos pasos:
 - Crear caja de herramientas *ToolBox* (ver Imagen 62)
 - Crear el Modelo dentro de *ToolBox* (ver Imagen 63) con el nombre D_SOCIAL.

Imagen 62: Creando una caja de herramientas (*ToolBox*)



Fuente: Elaboración Propia.

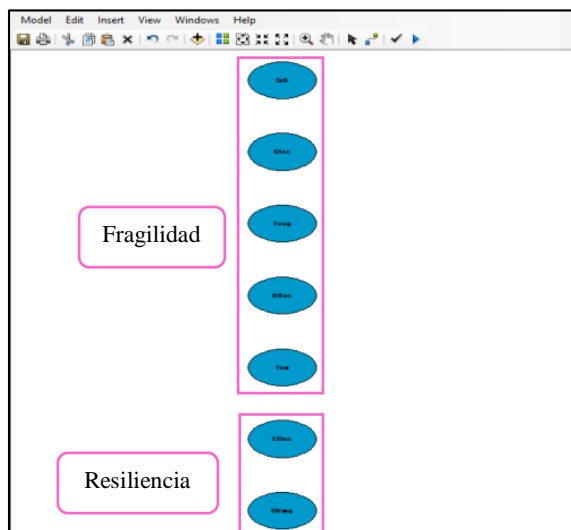
Imagen 63: Creando un Modelo de construcción



Fuente: Elaboración Propia.

2. Ingresar los Geodatos al espacio de trabajo del modelo creado (D_SOCIAL)
3. Identificar los Geodatos por factores (Fragilidad y Resiliencia), ya que ambos serán en un inicio evaluados por separado.

Imagen 64: Identificación y agrupación de los factores de la *Dimensión Social*



Fuente: Elaboración Propia.

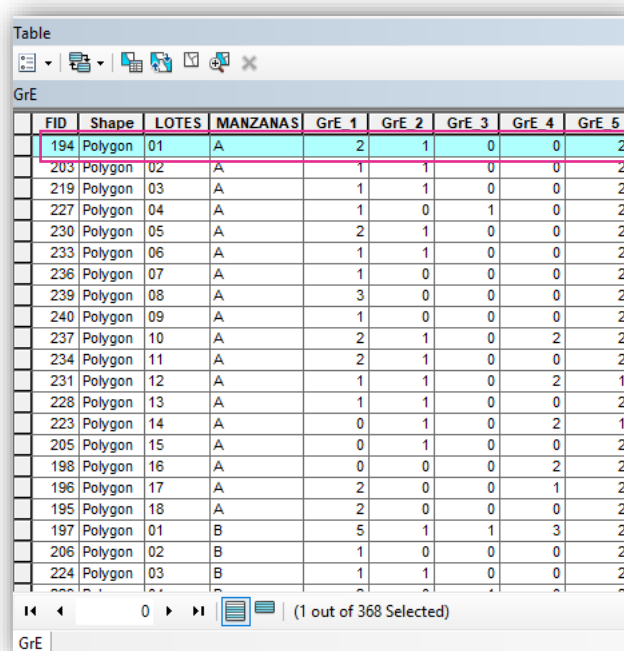
4. Factor Fragilidad Social:

Para la fragilidad social se consideraron 5 parámetros los cuales ingresan a la plataforma de ArcGIS como: GrE, Disc, Tseg, SBas, Ten, CDes, OEmg. Ver cuadro 11.

- *Grupo Etario (GrE)*

Este shapefile contiene número del Lote, Manzana a la que corresponde y el código que representa el grupo etario expresado mediante 5 descriptores. Los habitantes de cada lote están distribuidos de acuerdo al grupo al que corresponden.

Imagen 65: Tabla de atributos del parámetro “Grupo etario”



FID	Shape	LOTES	MANZANAS	GrE 1	GrE 2	GrE 3	GrE 4	GrE 5
194	Polygon	01	A	2	1	0	0	2
203	Polygon	02	A	1	1	0	0	2
219	Polygon	03	A	1	1	0	0	2
227	Polygon	04	A	1	0	1	0	2
230	Polygon	05	A	2	1	0	0	2
233	Polygon	06	A	1	1	0	0	2
236	Polygon	07	A	1	0	0	0	2
239	Polygon	08	A	3	0	0	0	2
240	Polygon	09	A	1	0	0	0	2
237	Polygon	10	A	2	1	0	2	2
234	Polygon	11	A	2	1	0	0	2
231	Polygon	12	A	1	1	0	2	1
228	Polygon	13	A	1	1	0	0	2
223	Polygon	14	A	0	1	0	2	1
205	Polygon	15	A	0	1	0	0	2
198	Polygon	16	A	0	0	0	2	2
196	Polygon	17	A	2	0	0	1	2
195	Polygon	18	A	2	0	0	0	2
197	Polygon	01	B	5	1	1	3	2
206	Polygon	02	B	1	0	0	0	2
224	Polygon	03	B	1	1	0	0	2

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe aclarar que la evaluación se realizará por lote, por tal motivo se tomará como representación el grupo etario en la que se encuentren la mayoría de habitantes, pero en el caso que sea igual la cantidad de personas en los grupos etarios se tomará el que se considere más vulnerable.

Ejemplo:

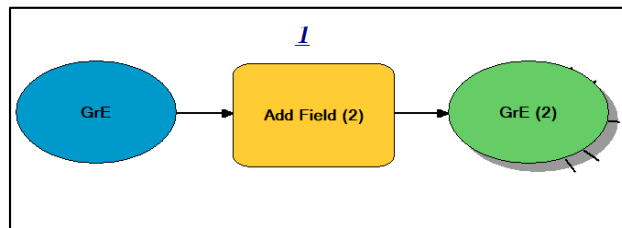
La manzana A lote 01

- 2 habitantes se encuentran en el grupo etario GrE_1
- 1 habitante en el GrE_2
- 2 habitantes en el GrE_5

Para este caso tenemos 2 personas dentro del grupo GrE_1 y GrE_5 se tomará como representante del lote el grupo etario más vulnerable que es GrE_1, el cual representa a las personas en edad de 0 a 5 años y mayores de 65.

1. Crear un campo para colocar los pesos de los descriptores del parámetro *Grupo Etario* (GrE).

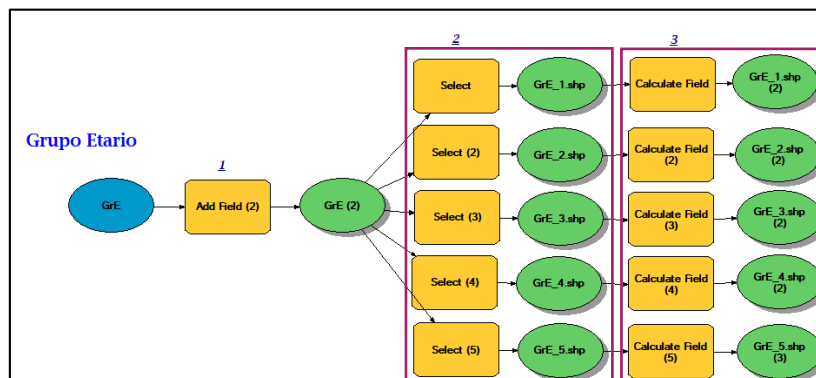
Imagen 66: Herramienta Add Field (1) para la creación del campo peso del descriptor “GrE”.



Fuente: Elaboración Propia.

2. Para colocar el peso de cada descriptor del parámetro grupo etario (GrE) en el campo ya creado, es necesario agrupar los lotes por el descriptor en el que se clasifican con la finalidad de insertar el peso correspondiente a cada uno de los 5 descriptores. Utilizar la herramienta “Select” (2) ver Imagen 67.
3. El peso de cada descriptor del parámetro GrE fue previamente calculado mediante el proceso de análisis jerárquico (AHP). Herramienta “Calculate Field” (3)

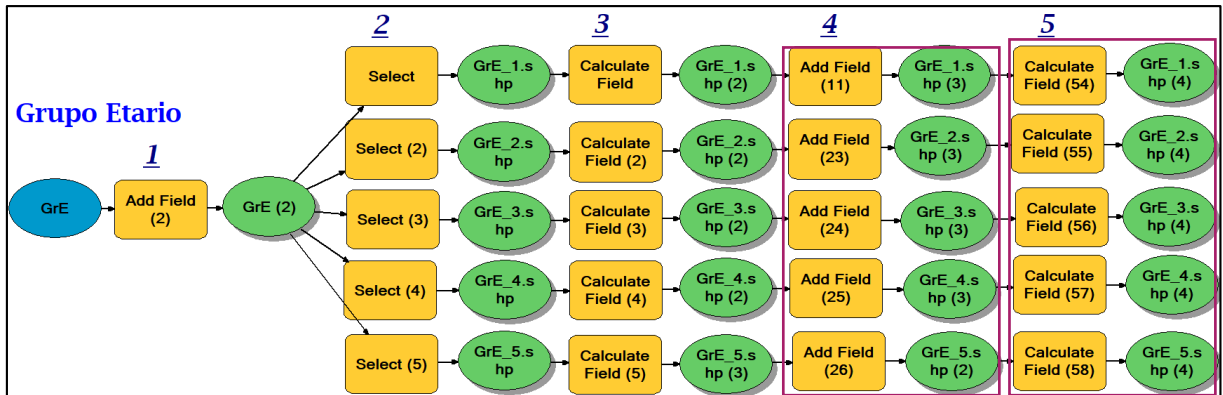
Imagen 67: Ingreso del peso de cada del descriptor de *Grupo Etario*



Fuente: Elaboración Propia.

- Con la herramienta “Add Field” (4) crear un campo para cada uno de los descriptores y con la herramienta “Calculate Field” (5) colocar el nombre del descriptor correspondiente.

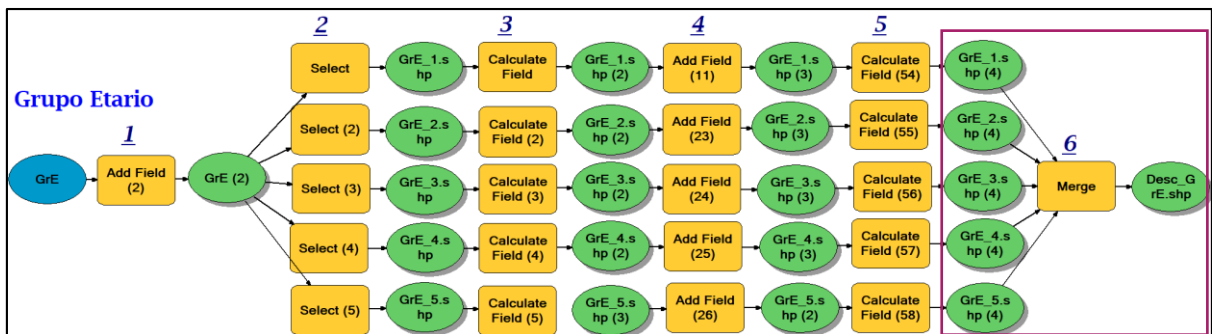
Imagen 68: Ingreso de la descripción de cada descriptor del parámetro *Grupo Etario*



Fuente: Elaboración Propia.

- Para finalizar se unen los 5 descriptores del parámetro grupo etario (GrE).
Herramienta: “Merge” (6)

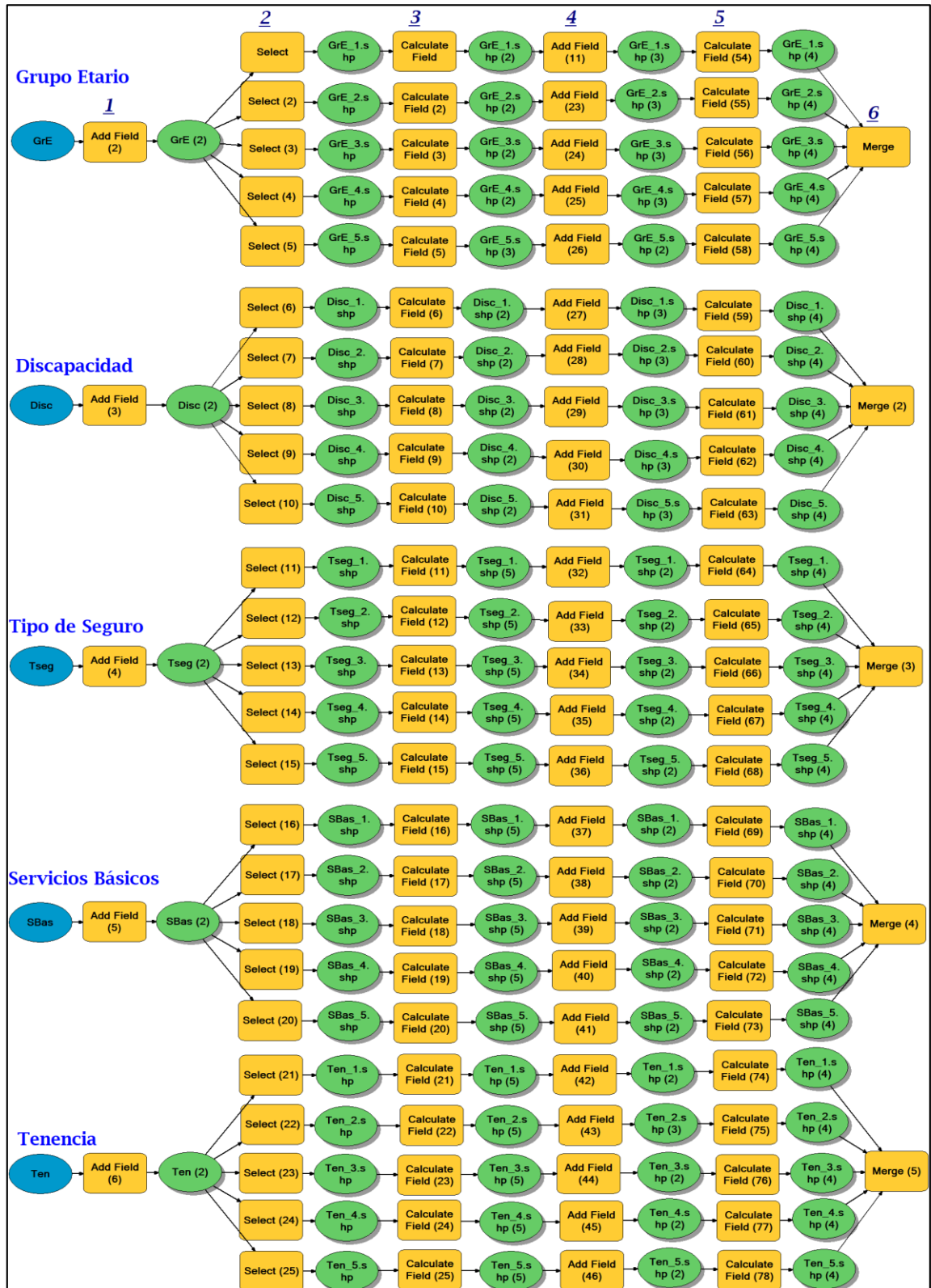
Imagen 69: Unión de los cinco descriptores del parámetro *Grupo Etario*



Fuente: Elaboración Propia.

- Este mismo procedimiento se aplica a los demás parámetros restantes de fragilidad social.

Imagen 70: Geoproceso para la aplicación de los parámetros de *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración Propia.

7. El resultado de estos sub modelos son 5 mapas de parámetros con sus respectivos descriptores.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel Lotes vacíos
- Tipo de vía**
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles**
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto

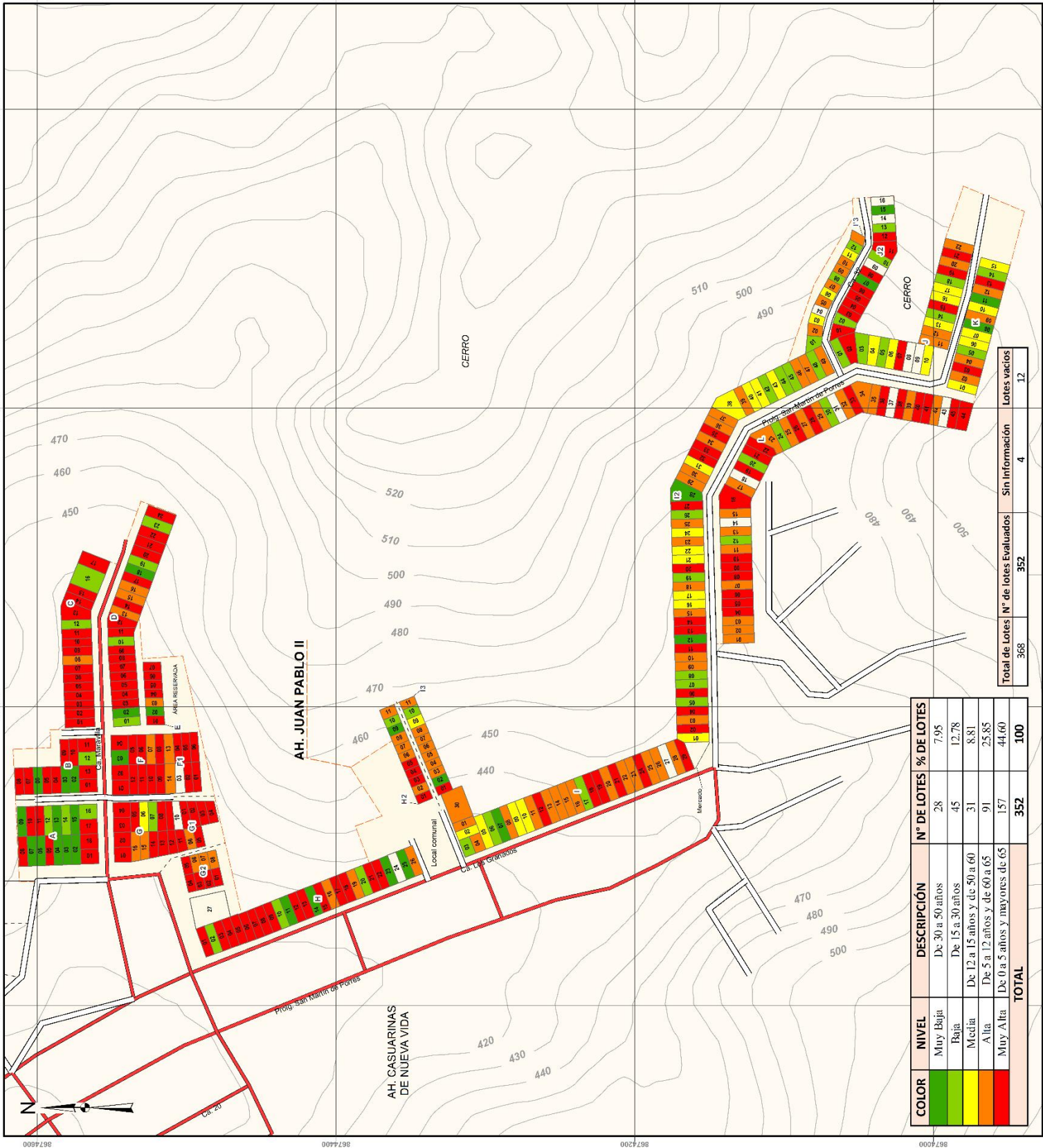


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "GRUPO ETARIO"

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth, Catherine, Francisca, Campos, Martínez. Escala: 1 : 3 900
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia



Grupo Etario:

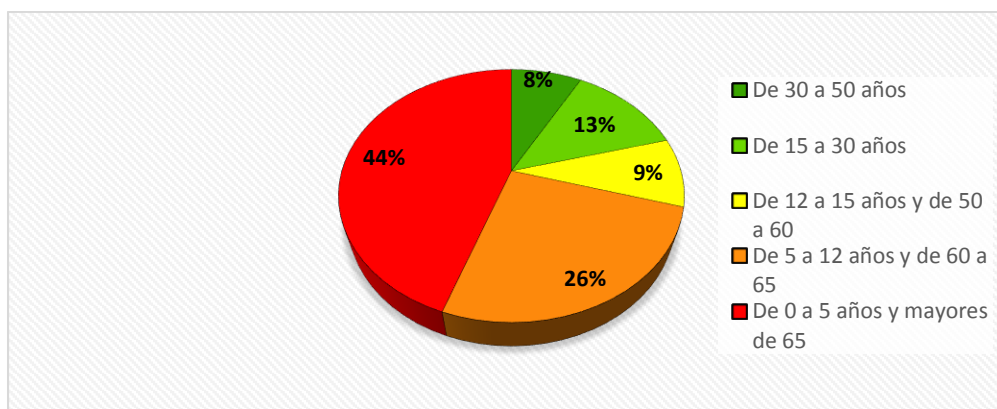
De las encuestas realizadas a nivel de lotes a la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que en el 8% de lotes predomina la población en edades de 30 a 50 años esta población se considera la menos vulnerable, en el 13% de lotes predomina la población que se encuentra en edades de 15 a 30 años la cual es poco vulnerable, el 9% le corresponde a lotes en donde la población fluctúa de 12 a 15 años y de 50 a 60 años esta población es medianamente vulnerable, el 26% de lotes tiene población en edades de 5 a 12 años y de 60 a 65 años esta población es altamente vulnerable y el 45% de lotes tiene población de 0 a 5 años y son mayores de 65 años esta población es considera la más vulnerable.

Tabla 88: Niveles del parámetro *Grupo Etario*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	De 30 a 50 años	28	8
	Baja	De 15 a 30 años	45	13
	Media	De 12 a 15 años y de 50 a 60	31	9
	Alta	De 5 a 12 años y de 60 a 65	91	26
	Muy Alta	De 0 a 5 años y mayores de 65	157	44
TOTAL			352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 31: Porcentaje de lotes con población según el *Grupo Etario*



Fuente: Elaboración Propia

Discapacidad:

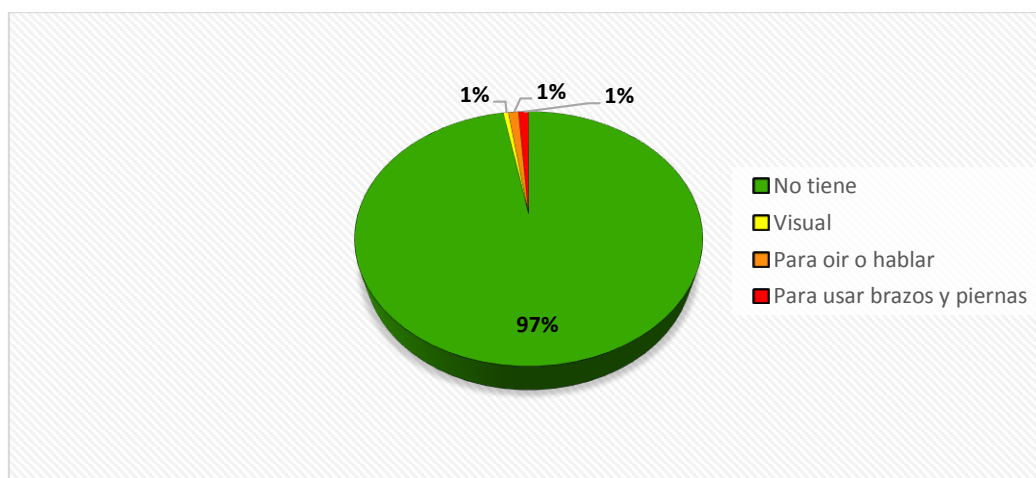
De las encuestas realizadas a nivel de lotes a la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que en el 97% de lotes predomina población que no tiene discapacidad se considera la menos vulnerable, en el 0% de lotes la población tiene discapacidad de tipo mental o intelectual la cual es poco vulnerable, el 1% le corresponde a lotes en donde la población tiene discapacidad de tipo visual esta población es medianamente vulnerable, el 1% de lotes tiene población con discapacidad para oír o hablar esta población es altamente vulnerable y el 1% de lotes tiene población con discapacidad para usar brazos y/o piernas esta población es considera la más vulnerable.

Tabla 89: Niveles del parámetro *Discapacidad*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	No tiene	342	97
	Baja	Mental o Intelectual	0	0.00
	Media	Visual	2	1
	Alta	Para oír o hablar	4	1
	Muy Alta	Para usar brazos y/o piernas	4	1
TOTAL			352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 32: Porcentaje de lotes con población según la *Discapacidad*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

- Curvas de Nivel Lotes vacíos
- Tipo de Via**
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles**
 - Muy Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto





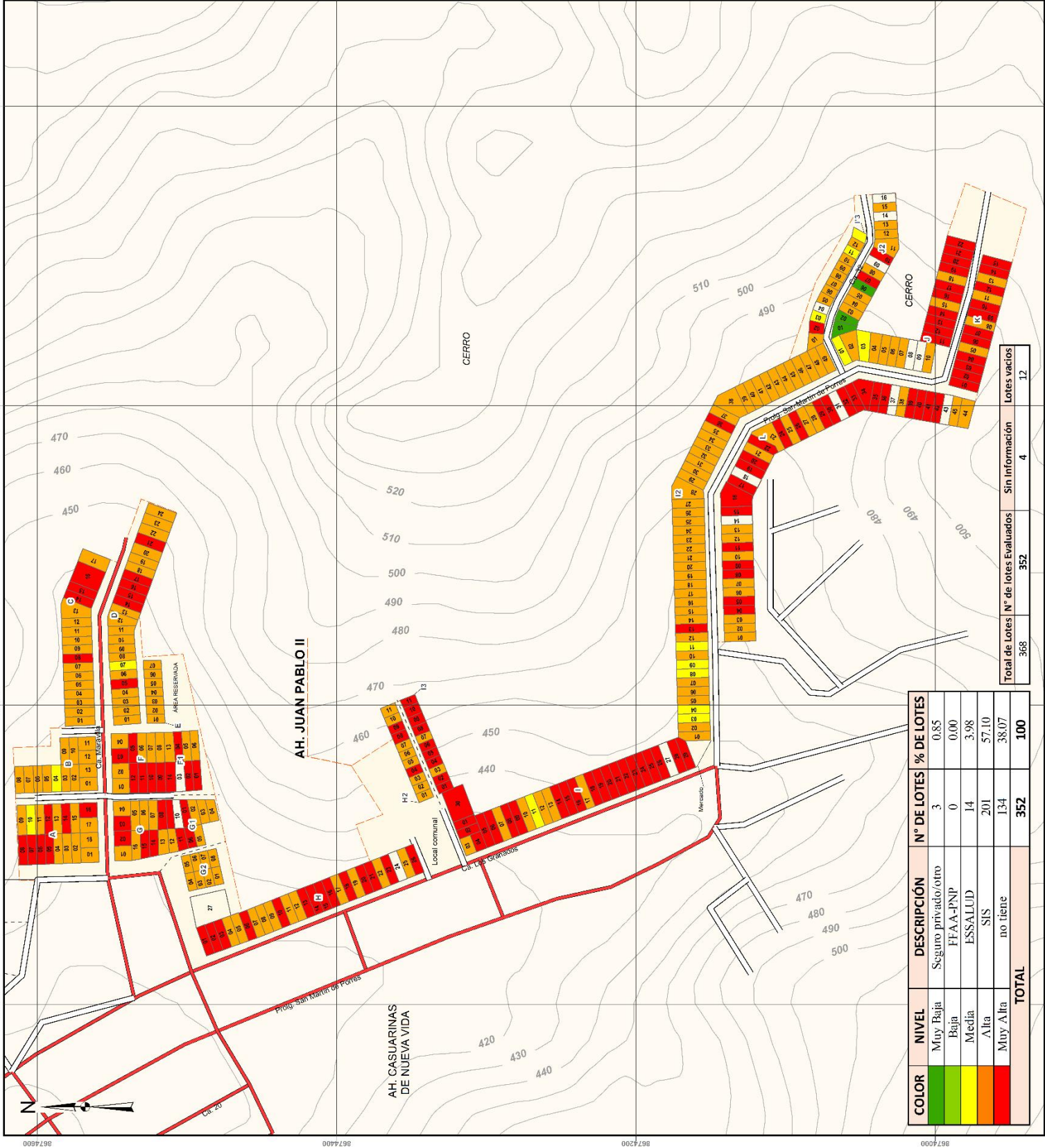
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "TIPO DE SEGURO"

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Bañi, Catherine; Fresno, Campos Martínez, Escabi: 1 : 3 500
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEY y Elaboración Propia

Mapa N°: **16**



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Seguro privado/otro	3	0.85
	Baja	FFA-PNP	0	0.00
	Media	ESSALUD	14	3.98
	Alta	SIS	201	57.10
	Muy Alta	no tiene	134	38.07
TOTAL			352	100

Total de Lotes	N° de Lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Tipo de seguro:

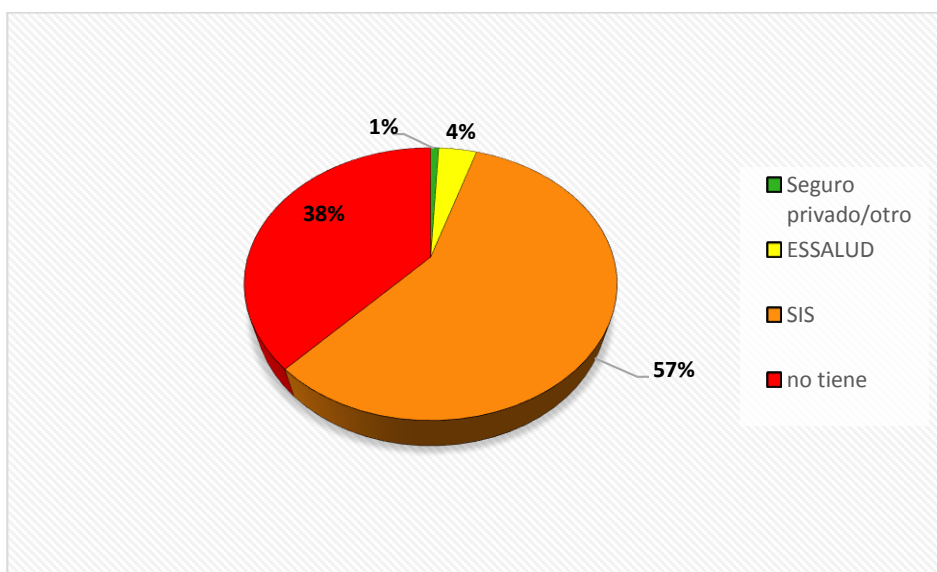
De las encuestas realizadas a nivel de lotes a la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que en el 1% de lotes predomina población que tiene seguro privado/otro se considera la menos vulnerable, en el 0% de lotes la población tiene seguro de FFAA-PNP la cual es poco vulnerable, el 4% le corresponde a lotes en donde la población tiene seguro de ESSALUD esta población es medianamente vulnerable, el 57% de lotes tiene población con seguro de tipo SIS esta población es altamente vulnerable y el 38% de lotes tiene población que no cuentan con seguro, esta población es considera la más vulnerable.

Tabla 90: Niveles del parámetro *Tipo De Seguro*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Seguro privado/otro	3	1
	Baja	FFAA-PNP	0	0
	Media	ESSALUD	14	4
	Alta	SIS	201	57
	Muy Alta	no tiene	134	38
TOTAL			352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 33: Porcentaje de lotes con población según el *Tipo De Seguro*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Muy Alto



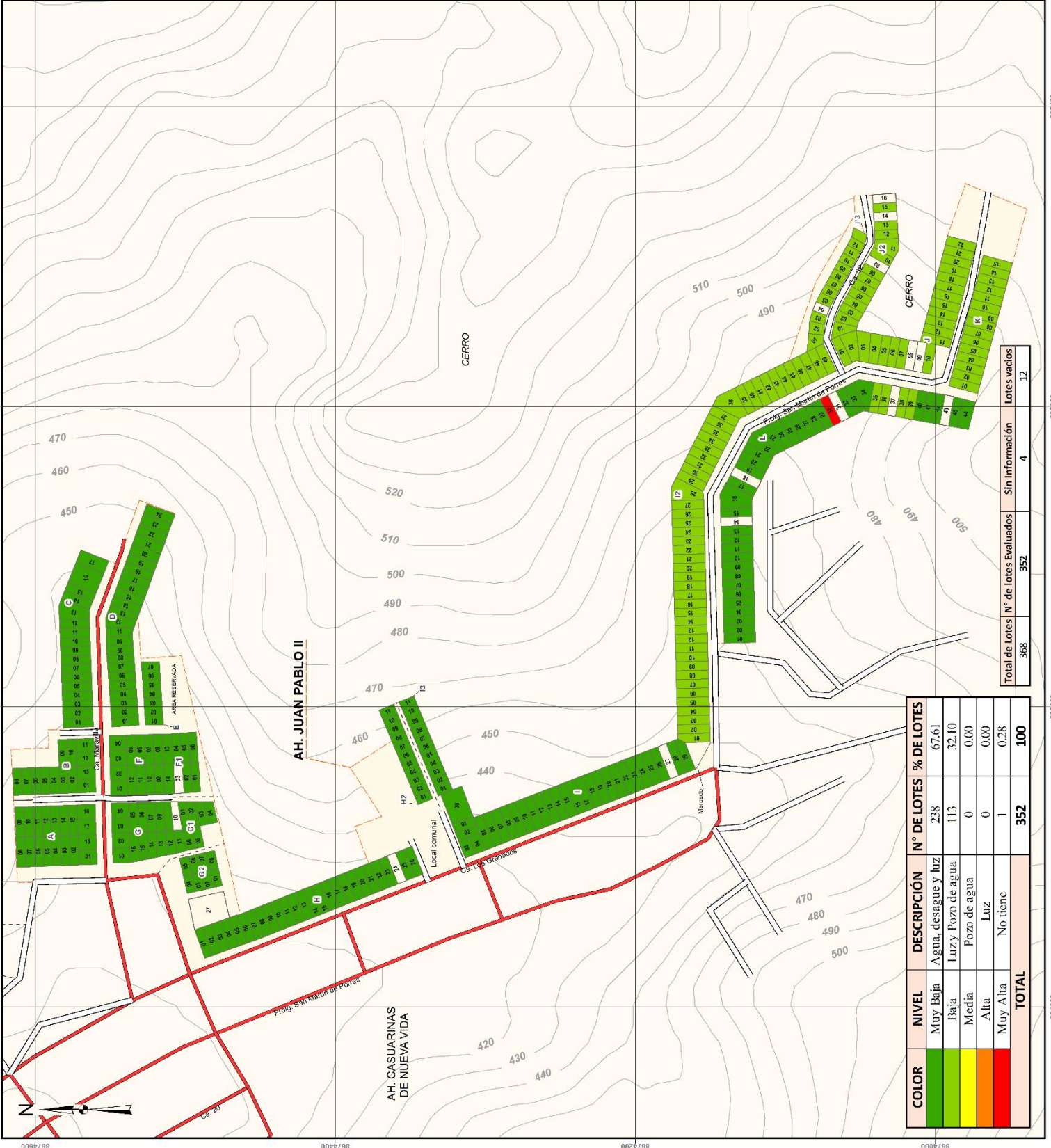
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "SERVICIOS BÁSICOS"

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth Catherine Flores Campos Martínez. Escala: 1 : 3 000
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84. Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°: 17



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
Green	Muy Baja	Agua, desagüe y luz	238	67.61
Yellow	Baja	Luz y Pozo de agua	113	32.10
Yellow	Medía	Pozo de agua	0	0.00
Orange	Alta	Luz	0	0.00
Red	Muy Alta	No tiene	1	0.28
TOTAL			352	100

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Servicios Básicos:

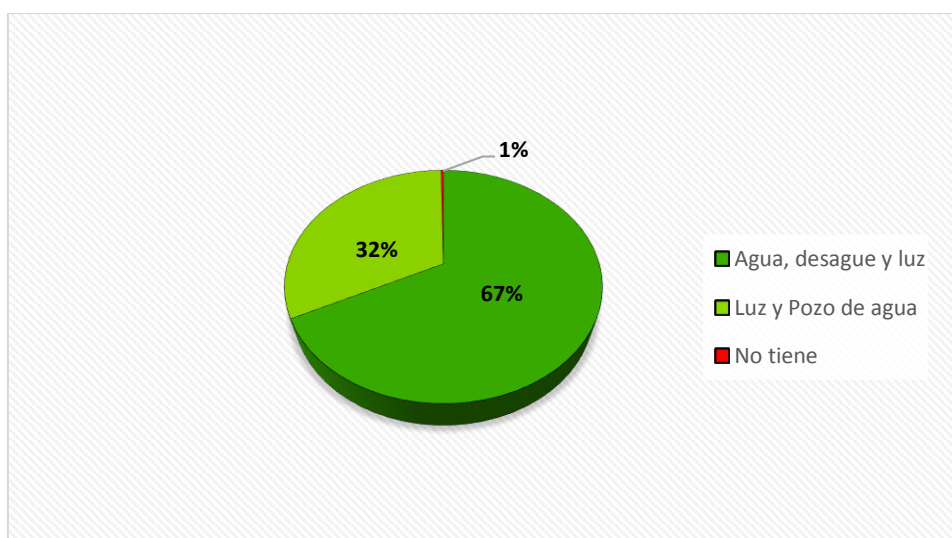
De las encuestas realizadas a nivel de lotes a la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que en el 68% de lotes predomina población que cuenta con servicios básicos de Agua, desagüe y luz se considera la menos vulnerable, en el 32% de lotes la población tiene servicios de luz y cuenta con pozo de agua considerada poco vulnerable, el 0% le corresponde a lotes donde la población cuenta con solamente pozo de agua es medianamente vulnerable, el 0% de lotes tiene población que solamente tiene luz es altamente vulnerable y el 1% de lotes tiene población que no cuenta con ningún servicio, esta población es considera la más vulnerable.

Tabla 91: Niveles del parámetro *Servicios Básicos*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Agua, desagüe y luz	238	67.61
	Baja	Luz y Pozo de agua	113	32.10
	Media	Pozo de agua	0	0.00
	Alta	Luz	0	0.00
	Muy Alta	No tiene	1	0.28
TOTAL			352	100

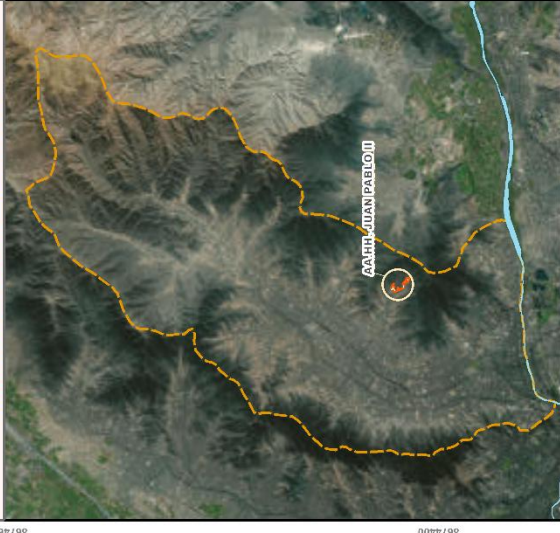
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 34: Porcentaje de lotes con población según *Servicios Básicos*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asestamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Muy Alto



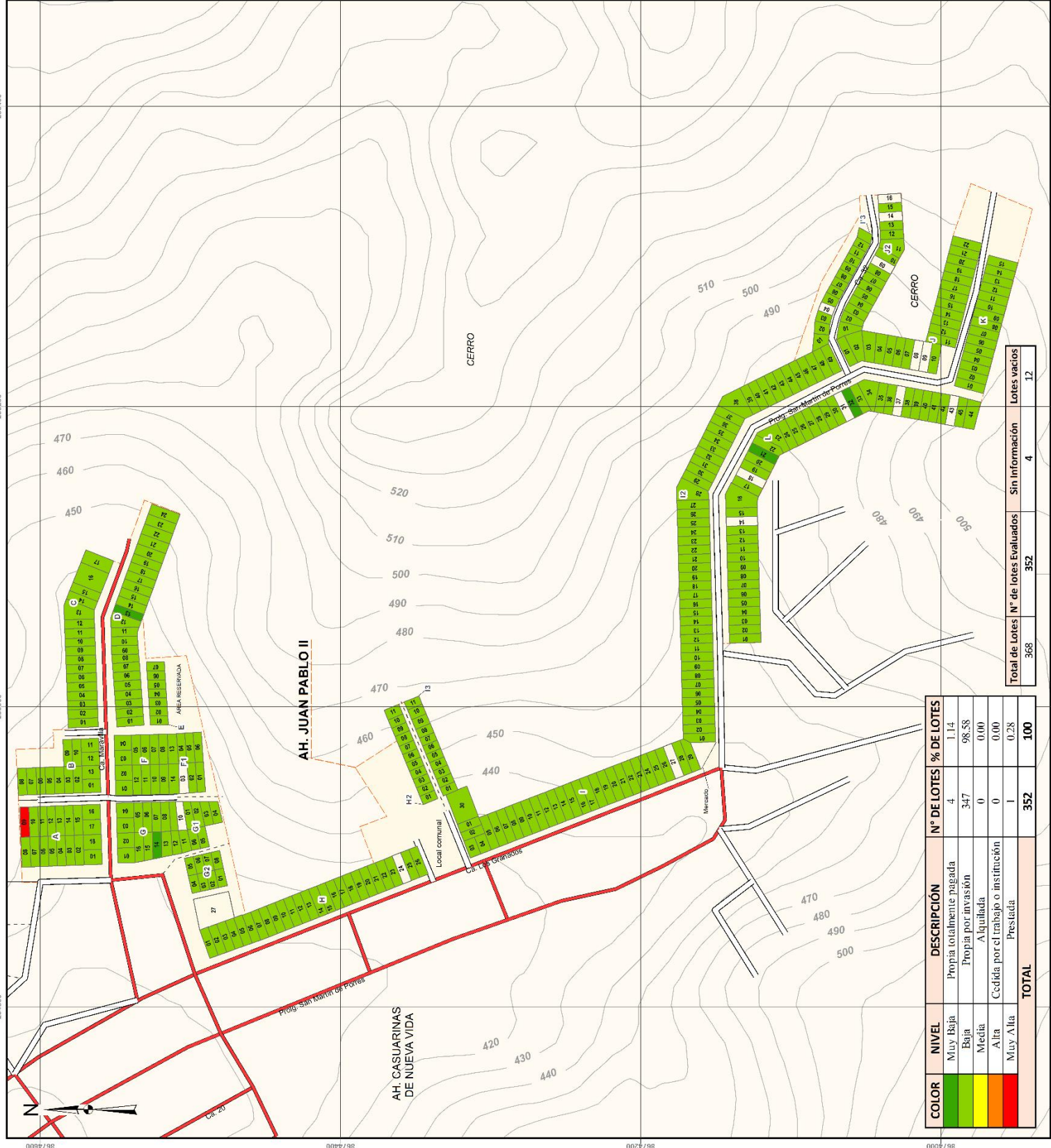
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "TENENCIA"

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth Catherine Flores Campos Martínez. Escala: 1 : 3 000
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84. Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEY y Elaboración Propia

Mapa N°: 18



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
Green	Muy Bajo	Propia totalmente pagada	4	1.14
Green	Baja	Propia por invasión	347	98.58
Yellow	Media	Aquilada	0	0.00
Orange	Alta	Cedida por el trabajo o institución	0	0.00
Red	Muy Alta	Prestada	1	0.28
TOTAL			352	100

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Tenencia:

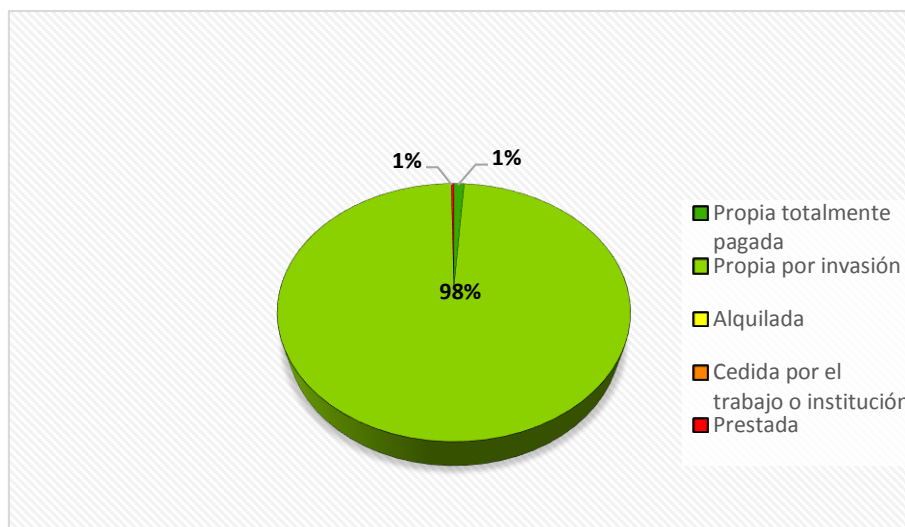
De las encuestas realizadas a nivel de lotes a la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017, se obtuvo que en el 1% de lotes la población tiene su propiedad totalmente pagada se considera la menos vulnerable, en el 98% de lotes la población obtuvo su propiedad por invasión es considerada poco vulnerable, el 0% le corresponde a lotes donde la población habita en casa alquilada es medianamente vulnerable, el 0% de lotes tiene población habita en propiedad cedida por el trabajo o alguna institución y el 1% de lotes tiene población habita en una casa prestada, esta población es considera la más vulnerable.

Tabla 92: Niveles del parámetro *Tenencia*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº DE LOTES	% DE LOTES
Verde oscuro	Muy Baja	Propia totalmente pagada	4	1
Verde claro	Baja	Propia por invasión	347	98
Amarillo	Media	Alquilada	0	0
Naranja	Alta	Cedida por el trabajo o alguna institución	0	0
Rojo	Muy Alta	Prestada	1	1
TOTAL			352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 35: Porcentaje de lotes según *Tenencia*

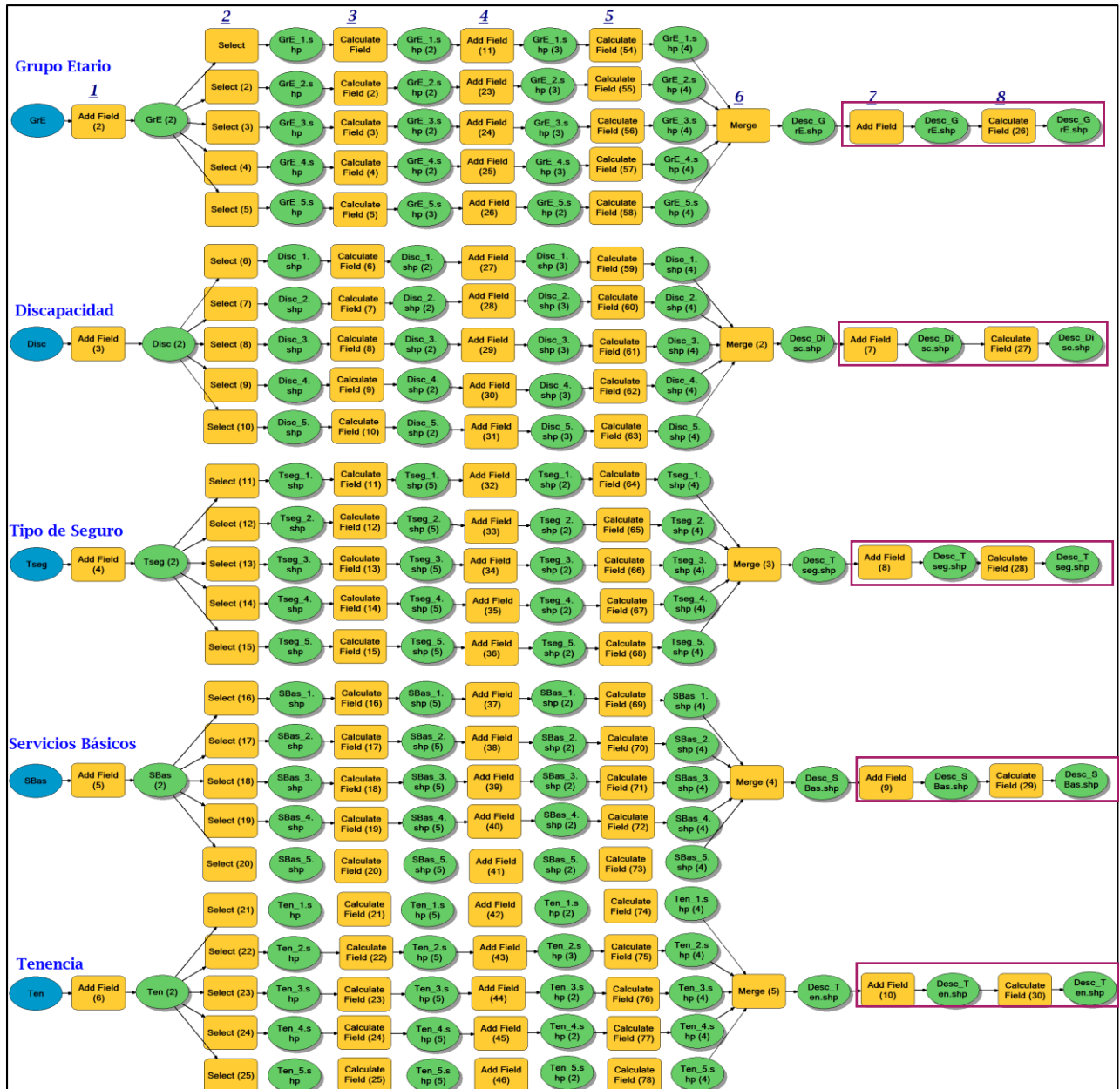


Fuente: Elaboración Propia

8. Para realizar la evaluación de la fragilidad social es necesario colocar el peso a cada uno de los parámetros, pesos que fueron evaluados mediante el AHP.

- Add Field (7): Para agregar un nuevo campo
- Calculate Field (8): Para agregar los valores correspondientes a cada parámetro

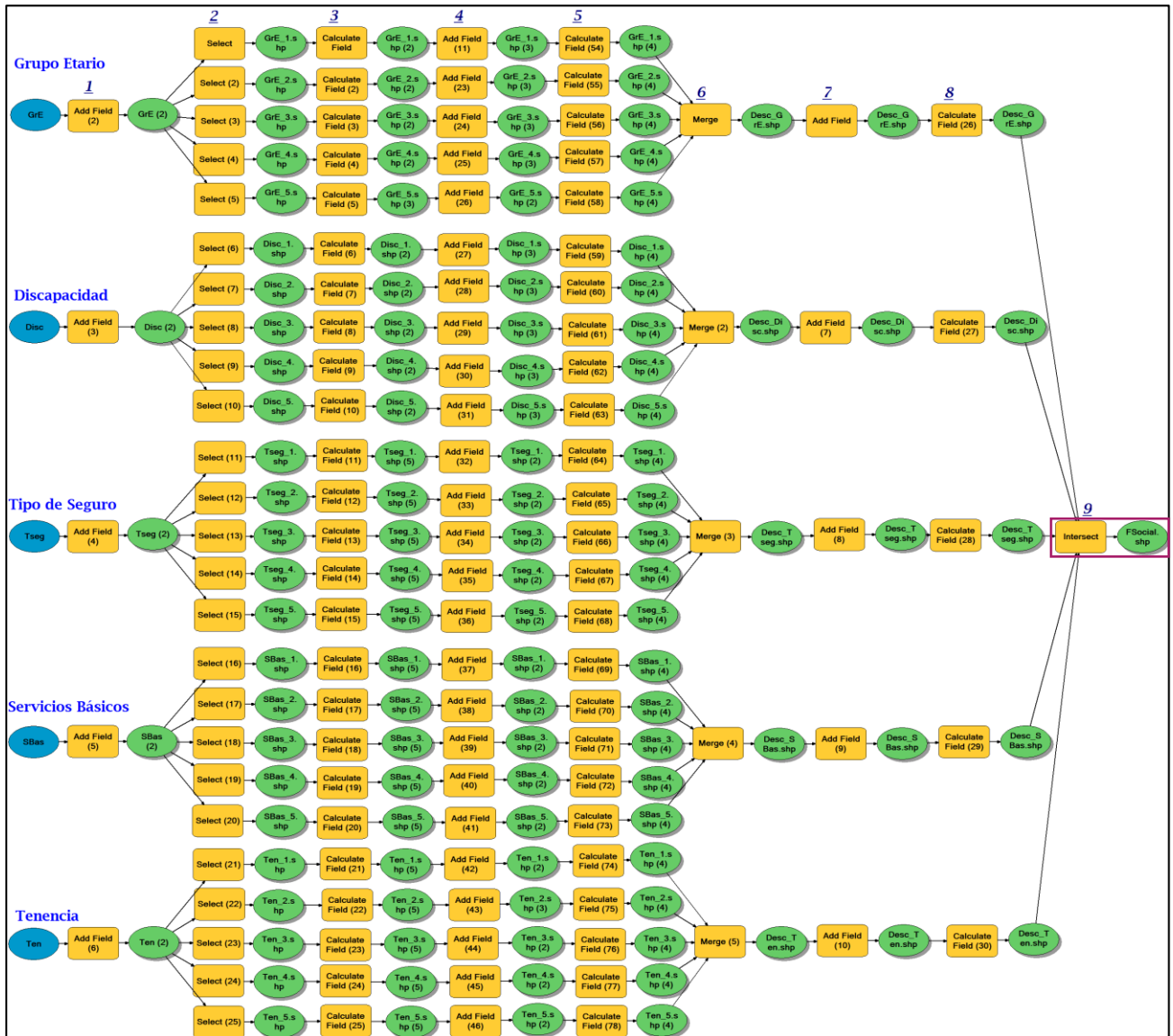
Imagen 71: Creación de campo para agregar el peso de cada parámetro de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración Propia

9. Mediante la herramienta “Merge” (9) unir todos los parámetros conformantes de la fragilidad social.

Imagen 72: Unión de los parámetros componentes de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración Propia

10. Crear el campo (VFS) con “Add Field” (10) e insertar el valor de la fragilidad social con “Calculate Field” (11).

Este valor se calcula mediante la siguiente formula:

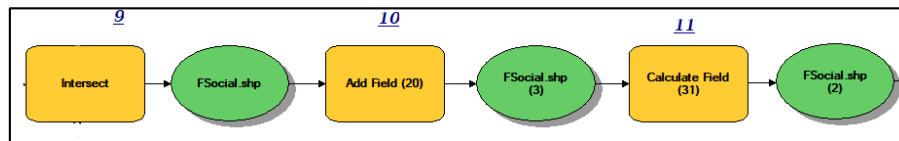
$$VFS = ([Pdesc_GrE] * [Ppar_GrE]) + ([Pdesc_Disc] * [Ppar_Disc]) + ([Pdesc_Tseg] * [Ppar_Tseg]) + ([Pdesc_SBas] * [Ppar_SBas]) + ([Pdesc_Ten] * [Ppar_Ten])$$

VFF = Valor de la fragilidad social.

Pdesc_GrE = Peso del descriptor de grupo etario.

- Ppar_GrE** = Peso del parámetro grupo etario.
- Pdesc_Disc** = Peso del descriptor de discapacidad.
- Ppar_Disc** = Peso del parámetro de discapacidad.
- Pdesc_Tseg** = Peso del descriptor de tipo de seguro.
- Ppar_Tseg** = Peso del parámetro de tipo de seguro.
- Pdesc_SBas** = Peso del descriptor de servicios básicos.
- Ppar_SBas** = Peso del parámetro de servicios básicos.
- Pdesc_Ten** = Peso del descriptor de tenencia.
- Ppar_Ten** = Peso del parámetro de tenencia.

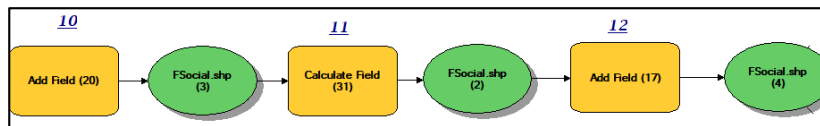
Imagen 73: Cálculo de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración Propia

- 11. Agregar el campo (NIVEL_VFS) en donde se insertarán los niveles de la fragilidad social. “Add Field” (12)

Imagen 74: Creación del campo Niveles de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración Propia

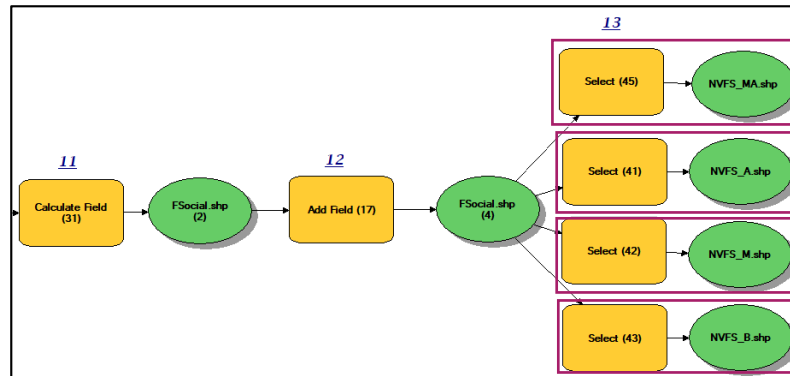
- 12. Agrupar los lotes con los valores de la fragilidad social de acuerdo al rango obtenido del proceso del análisis jerárquico (AHP). “Select” (13)

Cuadro 14: Nivel de la *Fragilidad Social*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq VFS \leq 0.478$
ALTO	$0.151 \leq VFS < 0.264$
MEDIO	$0.075 \leq VFS < 0.151$
BAJO	$0.033 \leq VFS < 0.075$

Fuente: Elaboración propia

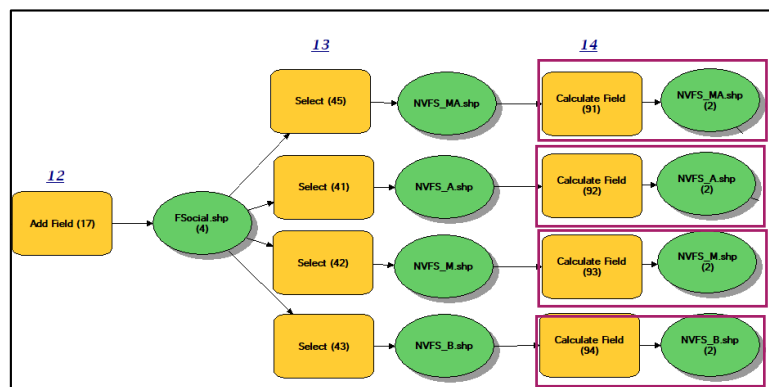
Imagen 75: Agrupación por rangos de la *Fragilidad Social*.



Fuente: Elaboración propia

13. Insertar el nivel correspondiente al rango del valor de la fragilidad social.
 “Calculate Field” (14)

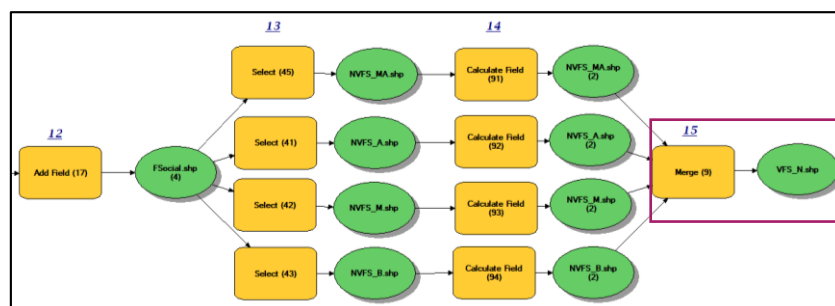
Imagen 76: Clasificación de los niveles de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración propia

14. Unir todos los lotes agrupados por niveles en un solo shapefile. “Merge” (15)

Imagen 77: Unión de los cuatro niveles de *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración propia

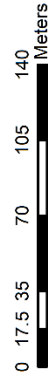
- El resultado de este submodelo es el mapa de fragilidad social.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

	Lotes vacíos
	Curvas de Nivel
Tipo de vía	
	Asfaltada
	Sin Asfaltar
	Escaleras
	Asentamiento Humano Juan Pablo II
Niveles	
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto



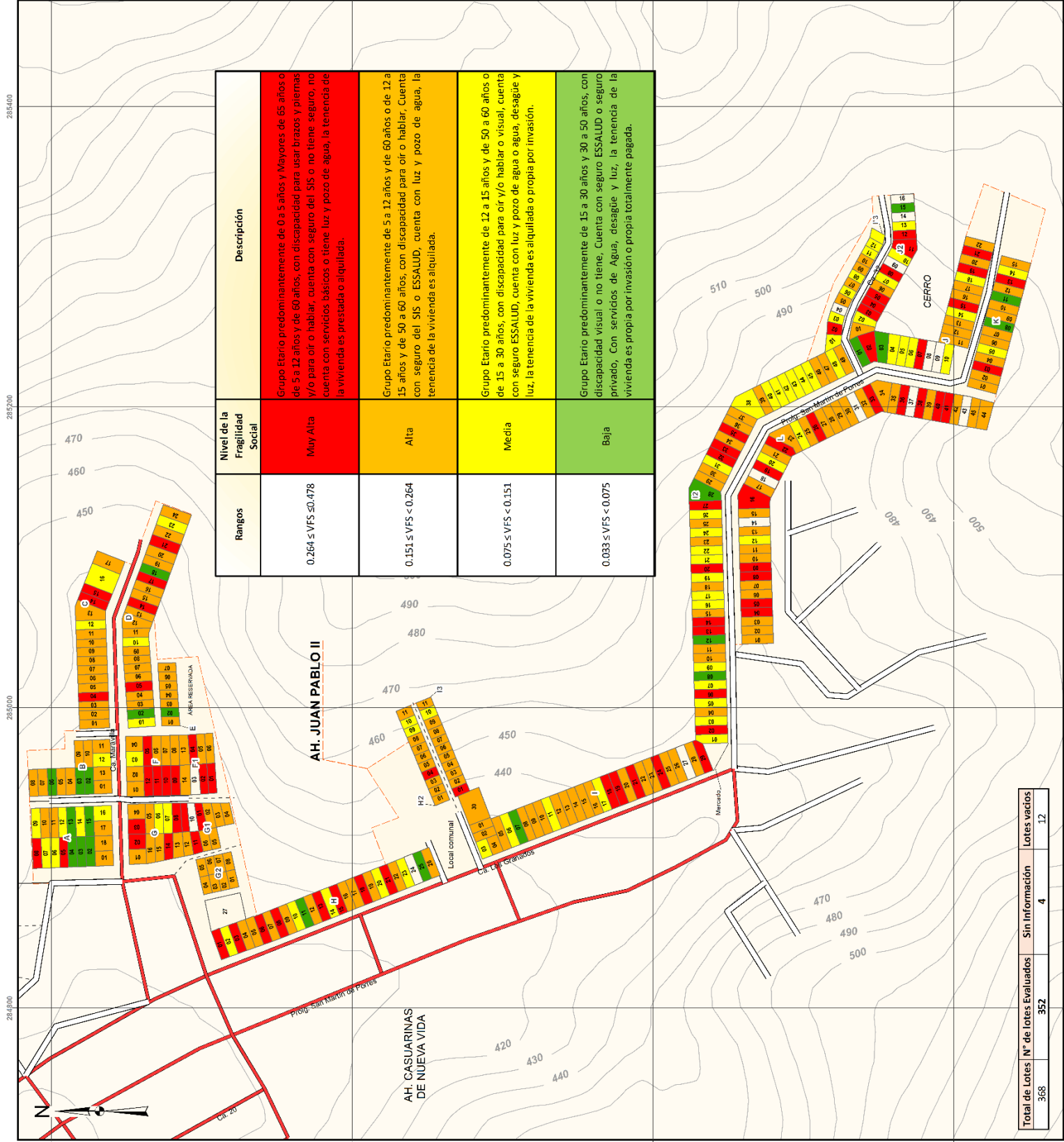
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL NIVEL DE FRAGILIDAD SOCIAL

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Bleth Catherine Frezza Campos Melitones
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
 Fecha: JULIO 2018
 Escala: 1 : 3 000
 Mapa N°: 19

Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INE y Elaboración Propia



Total de Lotes	368
N° de lotes Evaluados	352
Sin Información	4
Lotes vacíos	12

Nivel de la Fragilidad social

De acuerdo al Proceso de análisis jerárquico (AHP) se obtuvo los niveles de fragilidad social.

Baja

La mayoría de los descriptores expresan lo siguiente: Grupo etario predominantemente de 15 a 30 años y 30 a 50 años; con discapacidad visual o no tiene; cuenta con seguro ESSALUD o seguro privado; Con servicios de Agua, desagüe y luz; el tipo de tenencia de la vivienda, propia por invasión o propia totalmente pagada.

Se determina que son 22 los lotes en este nivel los cuales representan 6% del total. Son los menos vulnerables.

Medio

La mayoría de los descriptores expresan lo siguiente: Grupo etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años o de 15 a 30 años; con discapacidad para oír y/o hablar o visual; cuenta con seguro ESSALUD; cuenta con luz y pozo de agua o agua, desagüe y luz, el tipo de tenencia de la vivienda, alquilada o propia por invasión.

Se determina que son 70 los lotes en este nivel los cuales representan 20% del total. Son medianamente vulnerables.

Alta

La mayoría de los descriptores expresan lo siguiente: Grupo etario predominantemente de 5 a 12 años y de 60 años o de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con discapacidad para oír o hablar, Cuenta con seguro del SIS o ESSALUD, cuenta con luz y pozo de agua, el tipo de tenencia de la vivienda, alquilada.

Se determina que son 185 los lotes en este nivel los cuales representan 53% del total. Son altamente vulnerables.

Muy Alta

La mayoría de los descriptores expresan lo siguiente: Grupo etario predominantemente de 0 a 5 años y Mayores de 65 años y/o de 5 a 12 años y de 60 años; discapacidad para usar brazos y piernas y/o para oír o hablar; cuenta con seguro del SIS o no tiene seguro;

no cuenta con servicios básicos o tiene luz y pozo de agua; el tipo de tenencia de la vivienda, prestada o alquilada.

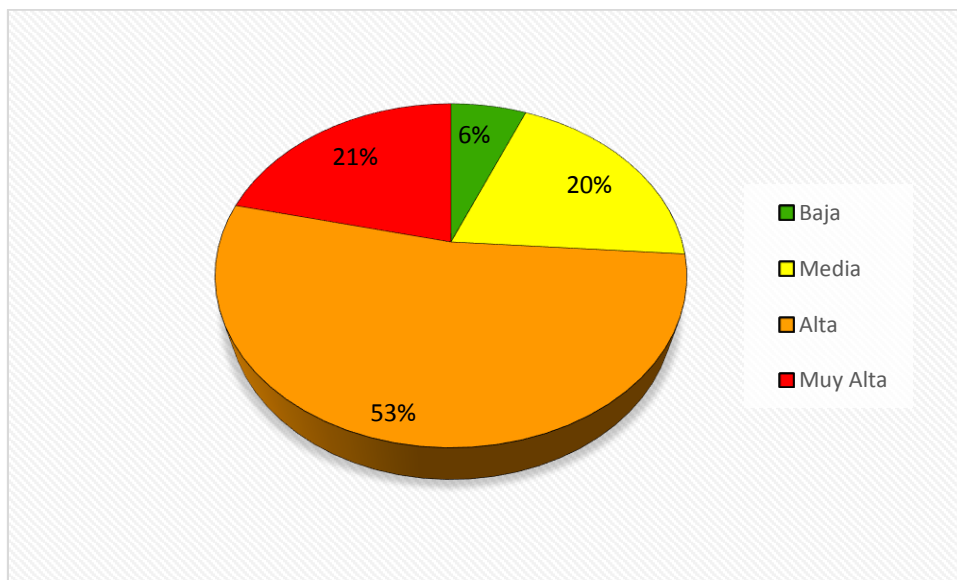
Se determina que son 75 los lotes en este nivel los cuales representan 21% del total. Son los más vulnerables.

Tabla 93: Niveles de la *Fragilidad social*

COLOR	NIVEL	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Baja	22	6
	Media	70	20
	Alta	185	53
	Muy Alta	75	21
TOTAL		352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 36: Porcentaje de lotes según el Nivel de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración Propia

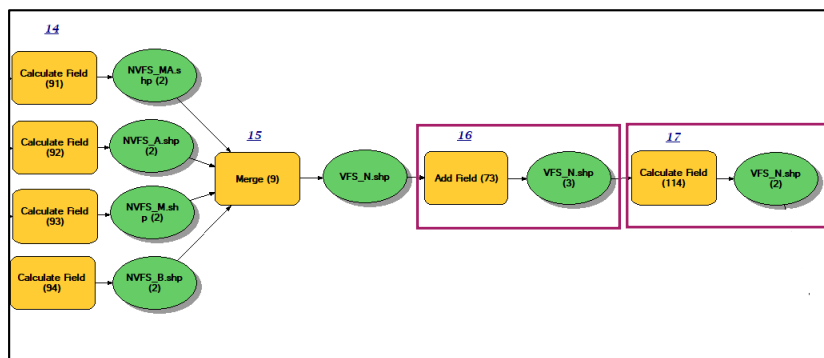
15. Para continuar con el geoproceso agregar un campo para colocar el peso que se le otorga al factor fragilidad social, se considera que el factor fragilidad y resiliencia pesan lo mismo así que a cada uno se le da el valor de 0.5.

Herramientas:

“Add Field” (16)

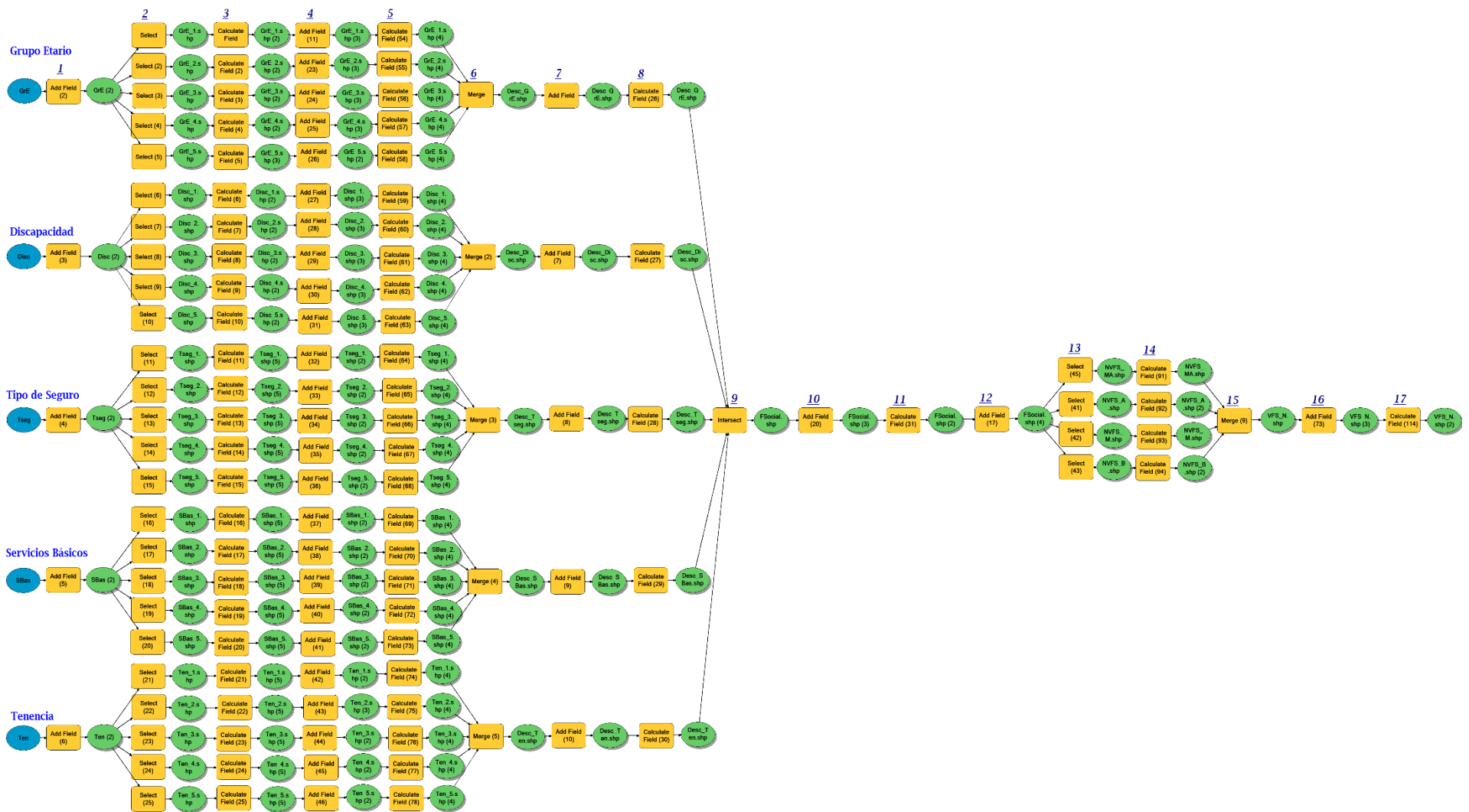
“Calculate Field” (17)

Imagen 78: Creación del campo para inserción del peso de la *Fragilidad Social*



Fuente: Elaboración propia

Imagen 79: Flujo del geoproceso para determinar los niveles de la fragilidad en la *Dimensión Social*



Fuente: Elaboración propia

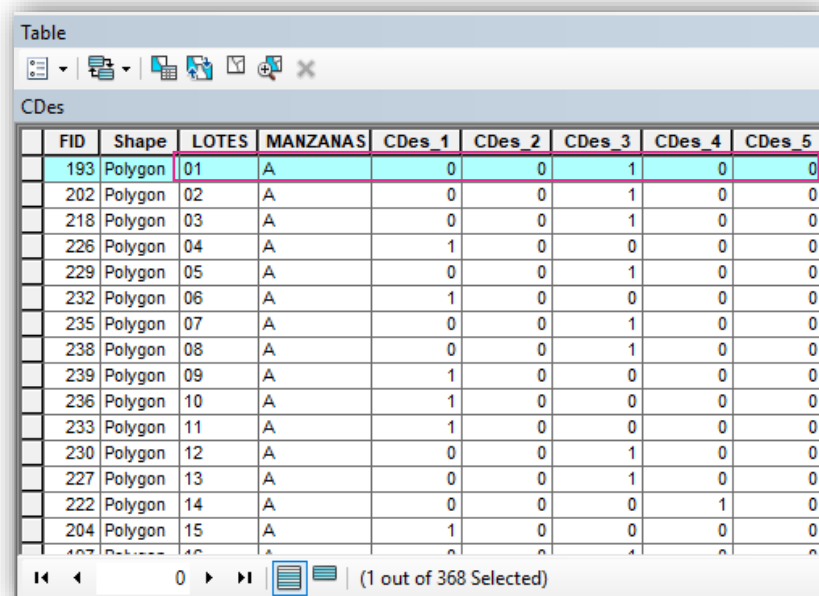
5. Factor Resiliencia Social:

Para la resiliencia social se consideraron 2 parámetros los cuales ingresan a la plataforma de ArcGIS como: CDes, OEmg. (ver cuadro 12).

- *Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres (CDes)*

Este shapefile contiene número del Lote, Manzana a la que corresponde y el código que representa los habitantes con conocimientos sobre ocurrencia pasadas de desastres expresado mediante 5 descriptores.

Imagen 80: Tabla de atributos del parámetro “Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres”



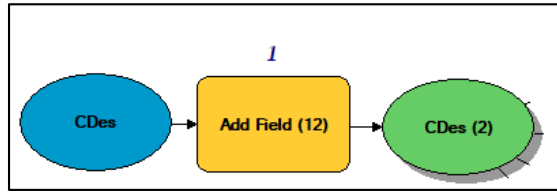
FID	Shape	LOTES	MANZANAS	CDes_1	CDes_2	CDes_3	CDes_4	CDes_5
193	Polygon	01	A	0	0	1	0	0
202	Polygon	02	A	0	0	1	0	0
218	Polygon	03	A	0	0	1	0	0
226	Polygon	04	A	1	0	0	0	0
229	Polygon	05	A	0	0	1	0	0
232	Polygon	06	A	1	0	0	0	0
235	Polygon	07	A	0	0	1	0	0
238	Polygon	08	A	0	0	1	0	0
239	Polygon	09	A	1	0	0	0	0
236	Polygon	10	A	1	0	0	0	0
233	Polygon	11	A	1	0	0	0	0
230	Polygon	12	A	0	0	1	0	0
227	Polygon	13	A	0	0	1	0	0
222	Polygon	14	A	0	0	0	1	0
204	Polygon	15	A	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Es necesario aclarar que se hizo la encuesta a todas las personas habitantes de cada lote y se colocó en la tabla el nivel de conocimiento que tienen en su mayoría los habitantes de la vivienda.

1. Crear un campo con la herramienta “Add Field” (1) para colocar los pesos de los descriptores del parámetro Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres (CDes).

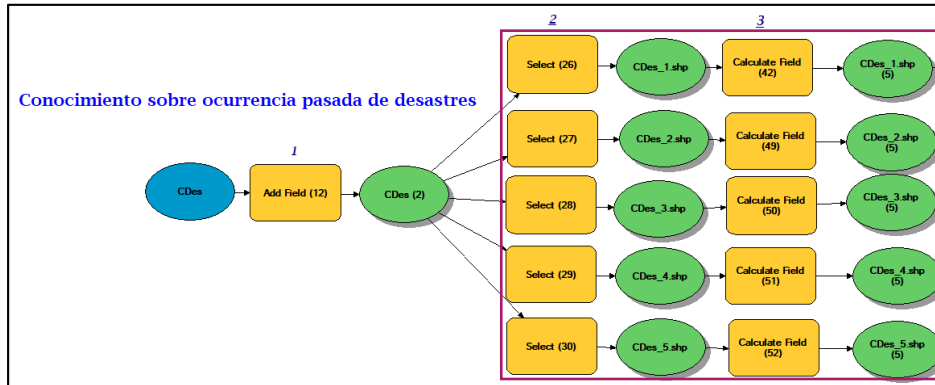
Imagen 81: Herramienta Add Field para la creación del campo peso del descriptor CDes.



Fuente: Elaboración propia

2. Para colocar el peso de cada descriptor del parámetro Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres (CDes) en el campo ya creado, es necesario agrupar los lotes con la herramienta “select”(2), por el descriptor en el que se clasifican con la finalidad de insertar por medio de la herramienta “Calculate Field” (3) el peso correspondiente a cada uno de los 5 descriptores.
 - El peso de cada descriptor del parámetro conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres (CDes) fue previamente calculado mediante el proceso de análisis jerárquico.

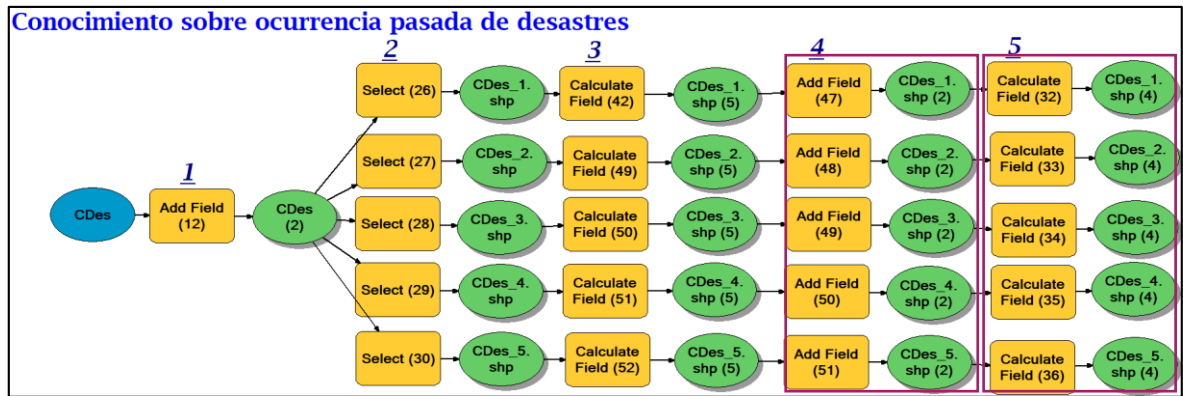
Imagen 82: Ingreso del peso de cada del descriptor de *Conocimiento Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres*



Fuente: Elaboración propia

3. Crear un campo para cada uno de los descriptores con “Add Field” (4) y con “Calculate Field” (5) colocar el nombre del descriptor correspondiente, como se señala.

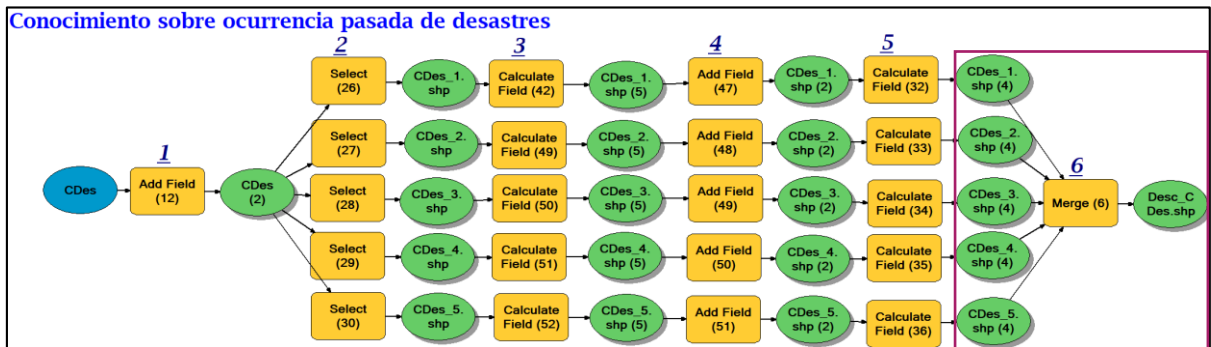
Imagen 83: Ingreso de la descripción de cada descriptor del parámetro *Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres*



Fuente: Elaboración propia

- Para finalizar se unen los 5 descriptores del parámetro conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres (CDes) con el uso de la herramienta “Merge” (6).

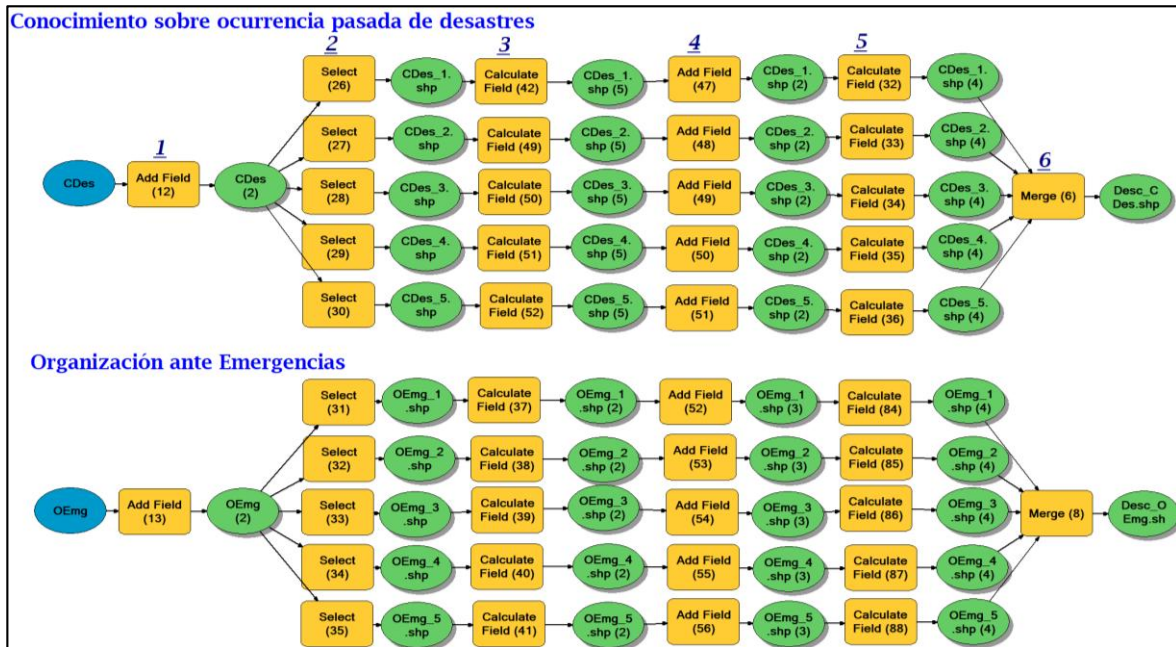
Imagen 84: Unión de los cinco descriptores del parámetro *Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres*



Fuente: Elaboración propia

- Este mismo procedimiento se aplica para el parámetro organización ante emergencias de la resiliencia social.

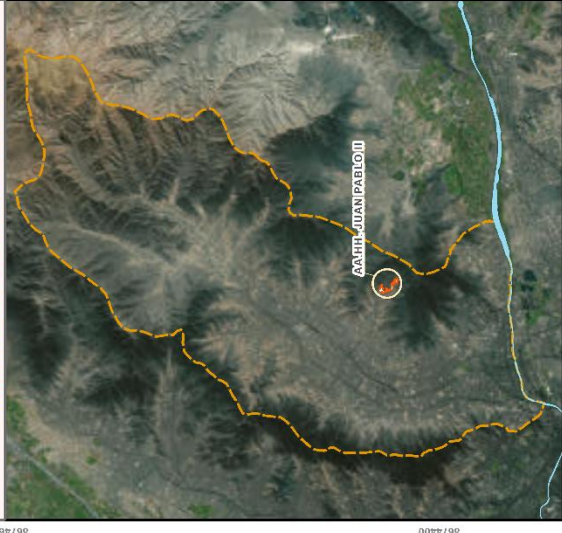
Imagen 85: Geoproceso para la aplicación de los parámetros de *Resiliencia Social*



Fuente: Elaboración propia

- El resultado de estos sub modelos son 2 mapas de los parámetros con sus respectivos descriptores.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



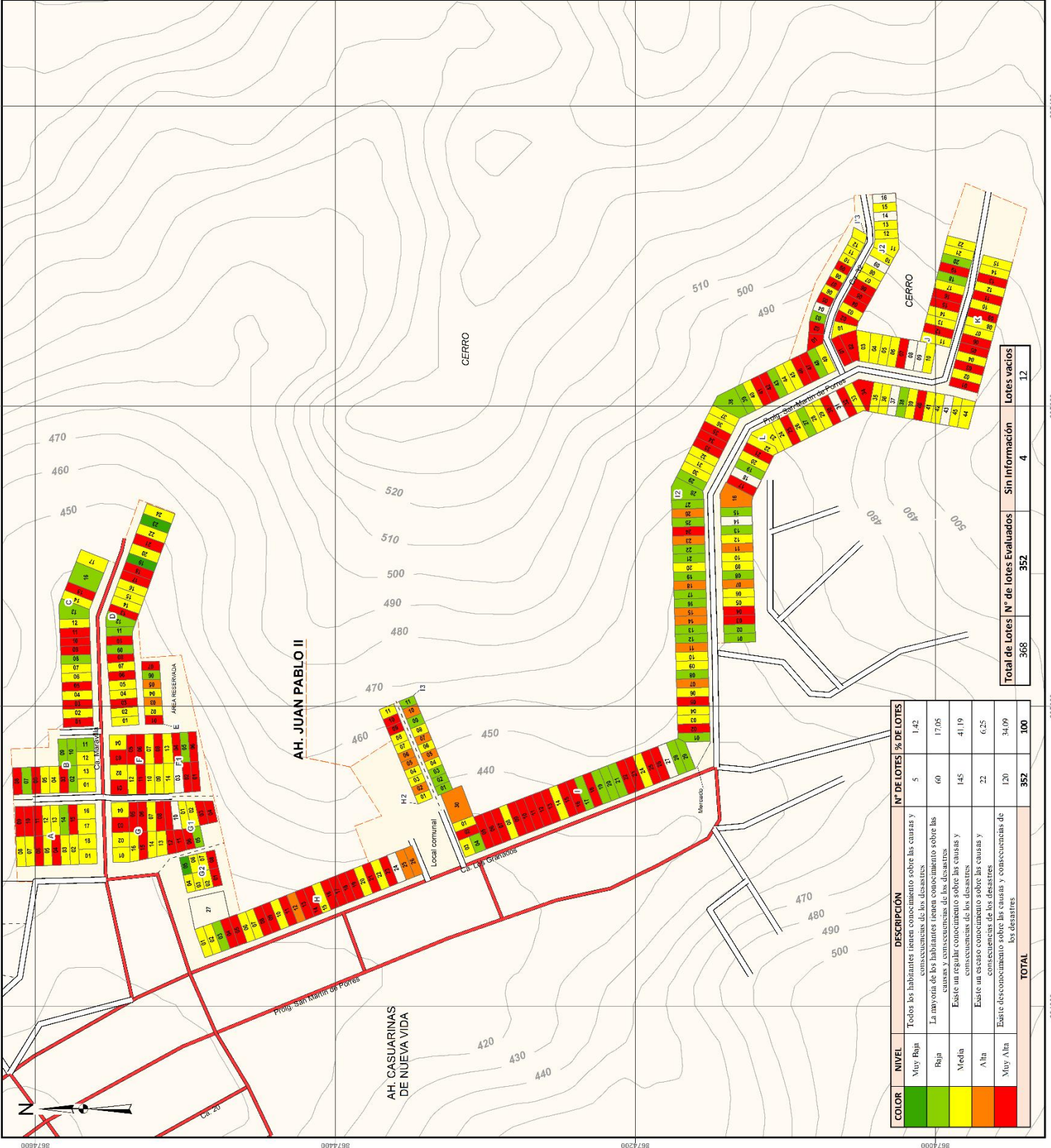
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL PARAMETRO "CONOCIMIENTOS SOBRE OCURRENCIAS PASADAS DE DESASTRES"

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth, Catherine Fransa, Campos Ildefonso. Escala: 1 : 3 900
 Proyeccion: UTM Zona 18 Sur WGS84. Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°: 20



COLOR	NIVEL	DESCRIPCION	N° DE LOTES	% DE LOTES
Verde	Muy Baja	Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	5	1,42
Verde claro	Baja	La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	60	17,05
Verde medio	Medio	Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	145	41,19
Verde oscuro	Alta	Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	22	6,25
Rojo	Muy Alta	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	120	34,09
TOTAL			352	100

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres

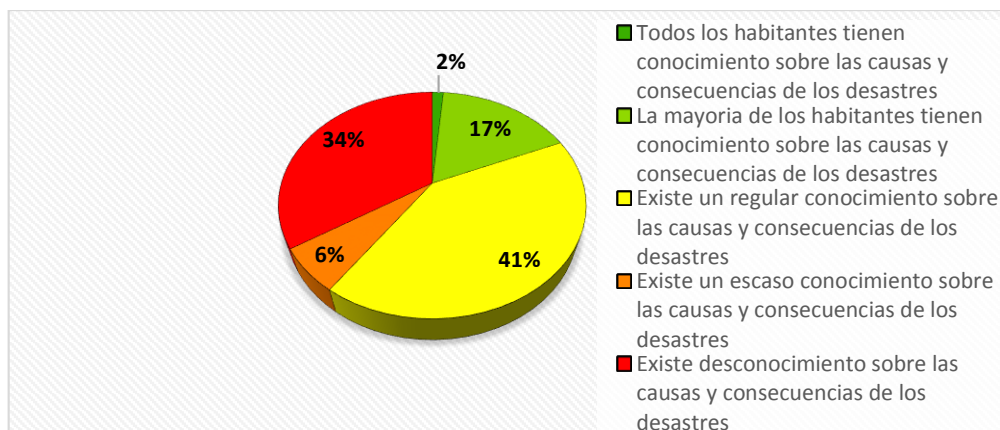
De las encuestas realizadas a nivel de lotes a la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017; se obtuvo que en el 1% de lotes todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, se consideran la población menos vulnerable; en el 17% de lotes la mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, la cual se considera poco vulnerable; el 41% le corresponde a lotes donde existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres esta población es medianamente vulnerable; en el 6% de lotes existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres esta población es altamente vulnerable y en el 34% de lotes existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres esta población es considerada la más vulnerable.

Tabla 94: Niveles del parámetro *Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	5	1.42
	Baja	La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	60	17.05
	Media	Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	145	41.19
	Alta	Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	22	6.25
	Muy Alta	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	120	34.09
TOTAL			352	100

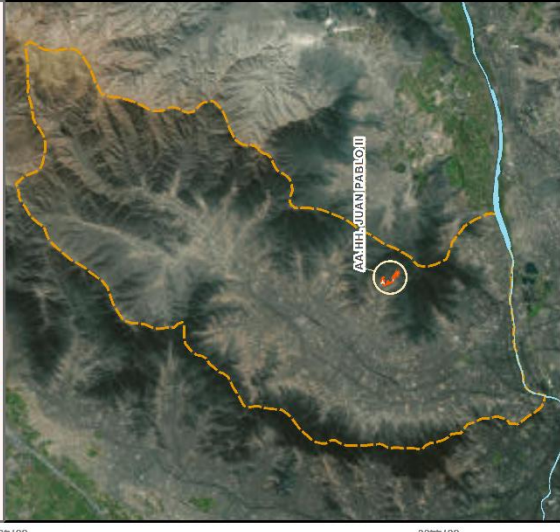
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 37: Porcentaje de lotes con población según el *Conocimientos Sobre Ocurrencia Pasada De Desastres*



Fuente: Elaboración Propia

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

- Curvas de Nivel: Lotes vacíos
- Tipo de vía:
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles:
 - Muy Bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto

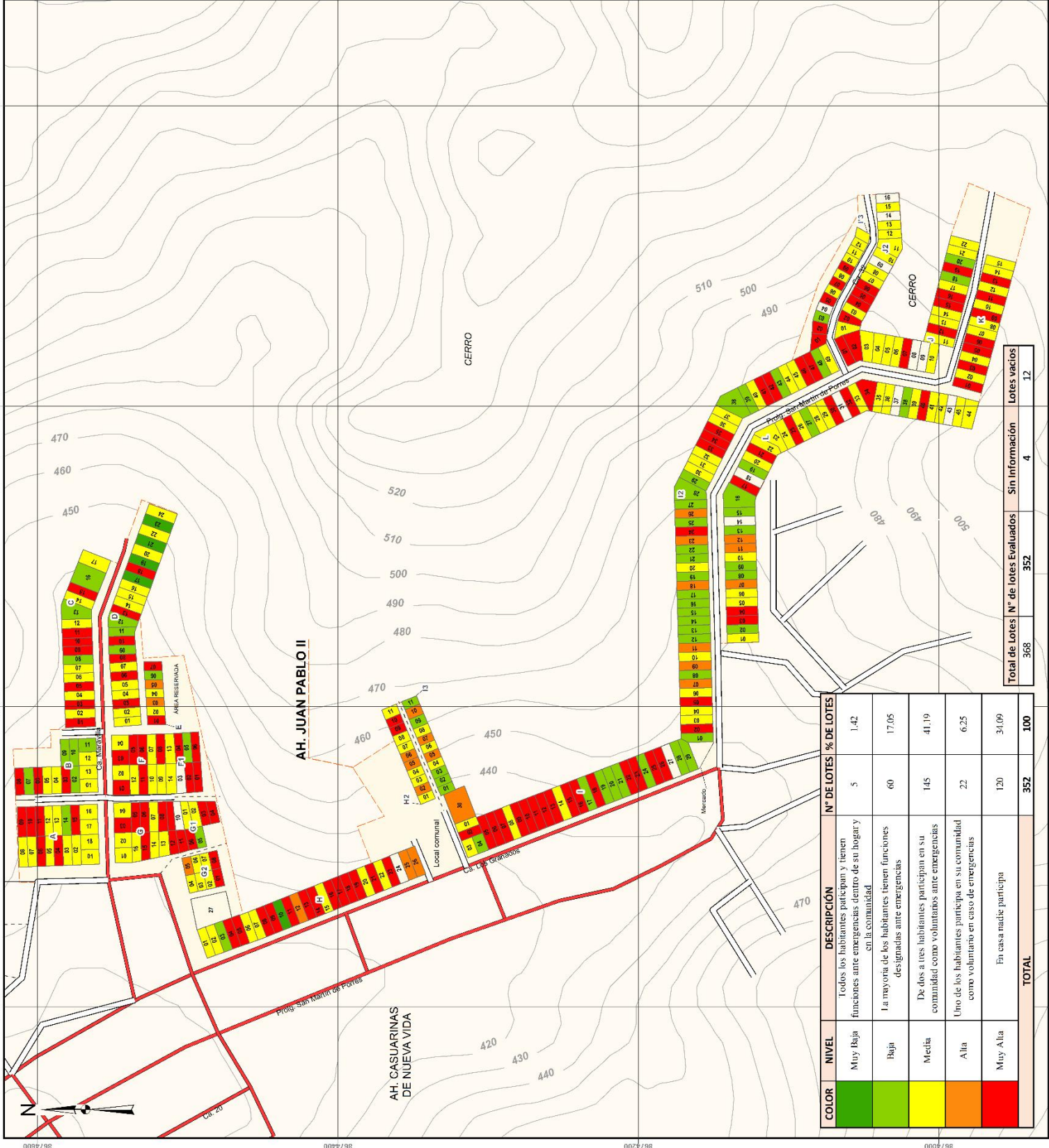


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

MAPA DEL PARÁMETRO "ORGANIZACIÓN ANTE EMERGENCIA"
 TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth Catherine Frosco Campos Martínez Escala: 1 : 3 000
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEY y Elaboración Propia

Mapa N.º: **21**



COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº DE LOTES	% DE LOTES
Verde	Muy Baja	Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	5	1.42
Verde claro	Baja	La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	60	17.05
Verde oscuro	Medio	De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	145	41.19
Amarillo	Alta	Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	22	6.25
Rojo	Muy Alta	En casa nadie participa	120	34.09
TOTAL			352	100

Total de Lotes	Nº de lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Organización ante emergencias

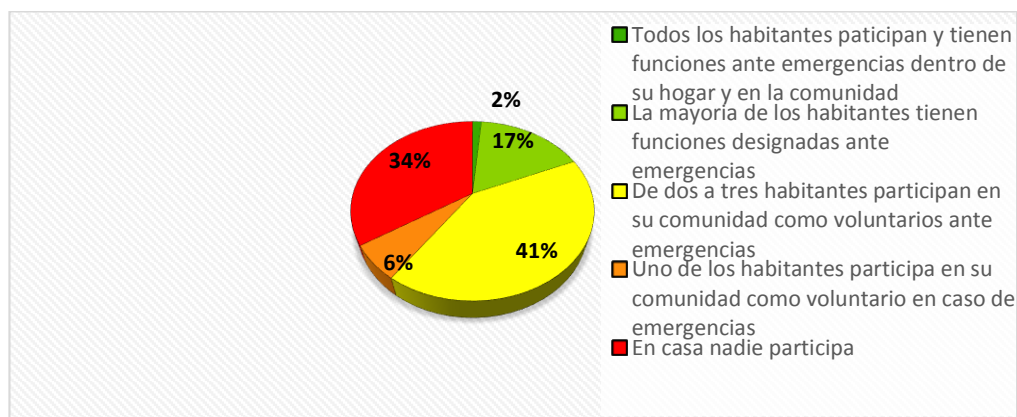
De las encuestas realizadas a nivel de lotes a la población habitante del Asentamiento Humano Juan Pablo II, en Julio del 2017; se obtuvo que en el 1% de lotes todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, se consideran la población menos vulnerable; en el 17% de lotes la mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, la cual se considera poco vulnerable; el 41% le corresponde a lotes donde existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres esta población es medianamente vulnerable; en el 6% de lotes existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres esta población es altamente vulnerable y en el 34% de lotes existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres esta población es considerada la más vulnerable.

Tabla 95: Niveles del parámetro *Organización Ante Emergencias*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Muy Baja	Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad	5	1
	Baja	La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias	62	17
	Media	De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias	143	41
	Alta	Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias	23	6
	Muy Alta	En casa nadie participa	119	34
TOTAL			352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 38: Porcentaje de lotes con población según la *Organización Ante Emergencias*



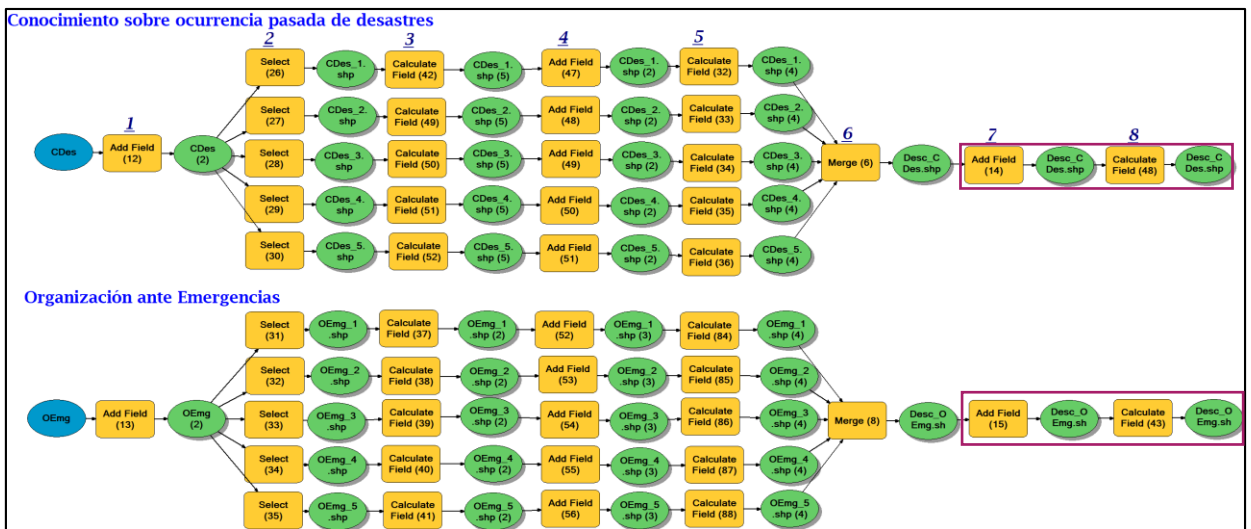
Fuente: Elaboración Propia

7. Para realizar la evaluación de la resiliencia social es necesario colocar el peso a cada uno de los parámetros, el peso que se le asigno fue: Ppar_CDes: 0.5; Ppar_OEmg: 0.5

Herramientas:

- “Add Field” (7)
- “Field Calculate” (8)

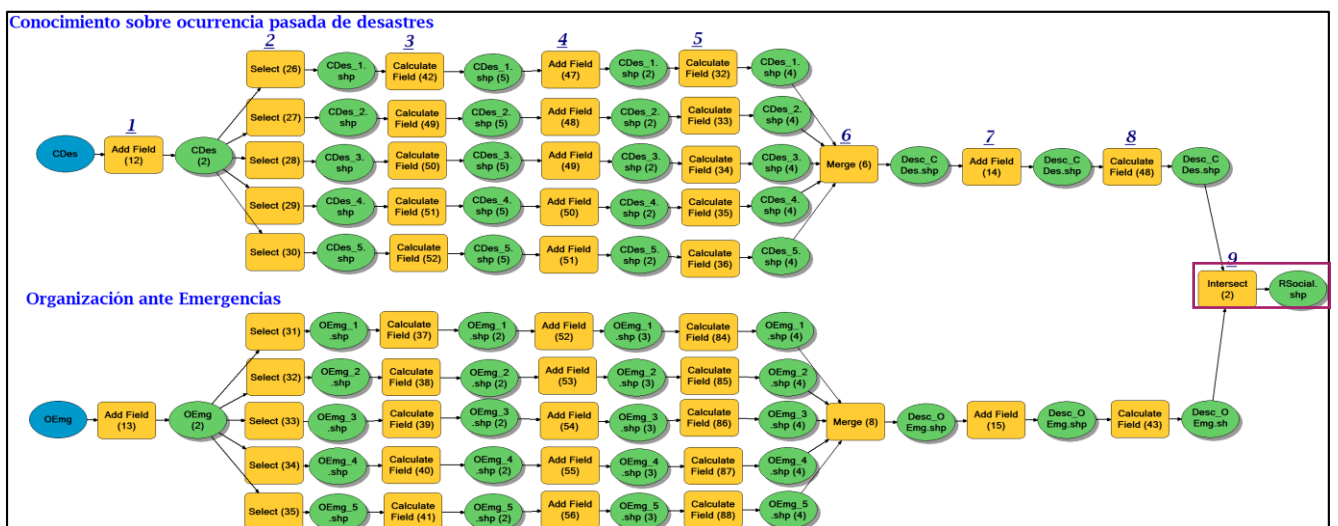
Imagen 86: Creación de campo para agregar el peso de cada parámetro de la *Resiliencia Social*.



Fuente: Elaboración Propia

8. Unir los dos parámetros conformantes de la resiliencia social con la herramienta “Intersect” (9).

Imagen 87: Unión los dos parámetros componentes de la *Resiliencia Social*



Fuente: Elaboración Propia

9. Con “Add Field” (10) crear el campo (VRS) e insertar el valor de la resiliencia social con “Calculate Field” (11)

Este valor se calcula mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{VRS} = ([Pdesc_CDes] * [Ppar_CDes]) + ([Pdesc_OEmg] * [Ppar_OEmg])$$

VRS = Valor de la resiliencia social.

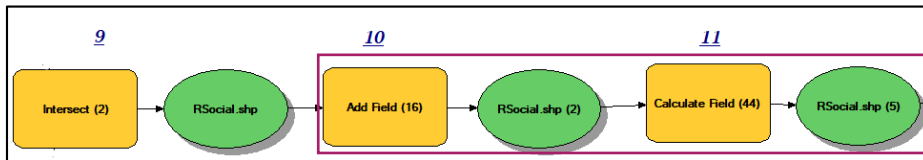
Pdesc_CDes = Peso del descriptor de conocimientos sobre ocurrencia pasadas de desastres.

Ppar_CDes = Peso del parámetro conocimientos sobre ocurrencia pasadas de desastres.

Pdesc_OEmg = Peso del descriptor de organización ante emergencias.

Ppar_OEmg = Peso del parámetro de organización ante emergencias.

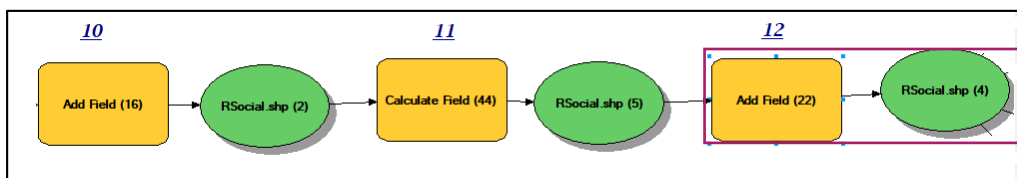
Imagen 88: Cálculo de la *Resiliencia Social*



Fuente: Elaboración Propia

10. Con la herramienta “Add Field” (12), agregar el campo (NIVEL_VRS) en donde se insertarán los niveles de la resiliencia social.

Imagen 89: Creación del campo Niveles de la *Resiliencia Social*



Fuente: Elaboración Propia

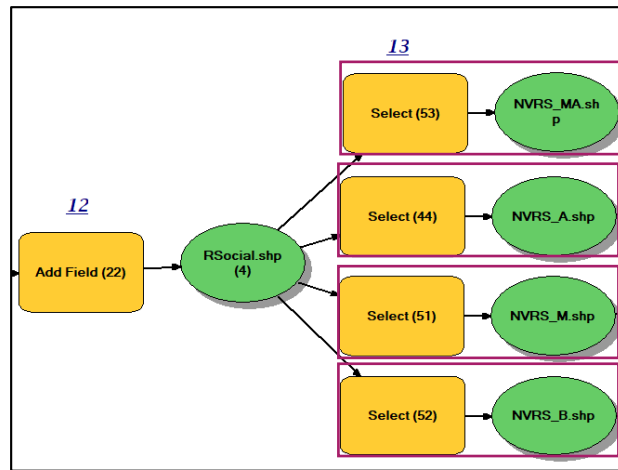
11. Se aplica la herramienta “Select” (13) para seleccionar de acuerdo a los rangos, el valor de la vulnerabilidad previamente determinado mediante el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro 15: Nivel de la *Resiliencia Social*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.254 \leq VRS \leq 0.515$
ALTO	$0.132 \leq VRS < 0.254$
MEDIO	$0.066 \leq VRS < 0.132$
BAJO	$0.034 \leq VRS < 0.066$

Fuente: Elaboración propia.

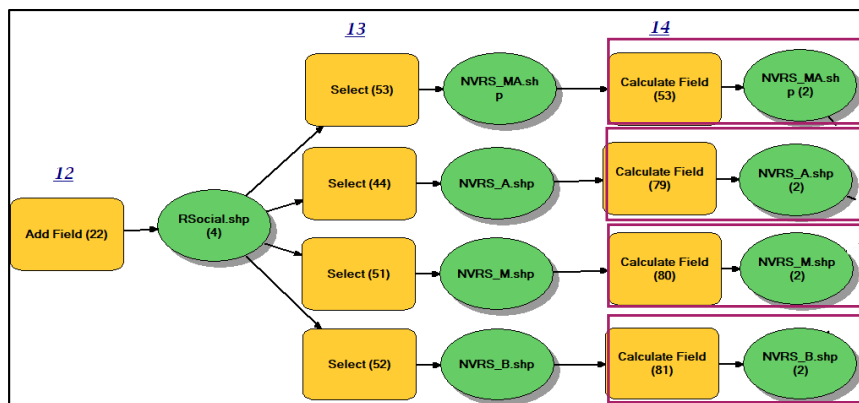
Imagen 90: Agrupación de la *Resiliencia Social* por rangos evaluados.



Fuente: Elaboración propia.

12. Insertar con “Calculate Field” (14) el nivel correspondiente al rango del valor de la resiliencia social.

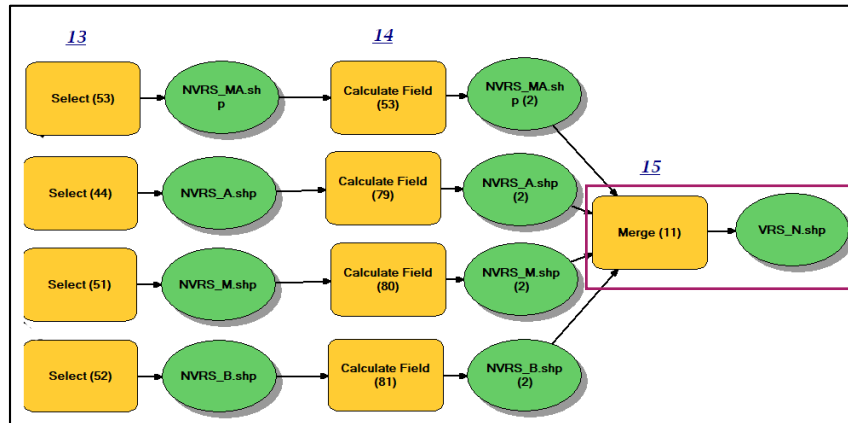
Imagen 91: Clasificación de los niveles de la *Resiliencia Social*



Fuente: Elaboración propia.

13. Unir todos los niveles clasificados en un solo shapefile con la herramienta “Merge” (15).

Imagen 92: Unión de los cuatro niveles de *Resiliencia Social*.



Fuente: Elaboración Propia

- El resultado de este submodelo es el mapa de resiliencia social.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Leyenda

- Curvas de Nivel Lotes vacíos
- Tipo de vía**
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asestamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles**
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto



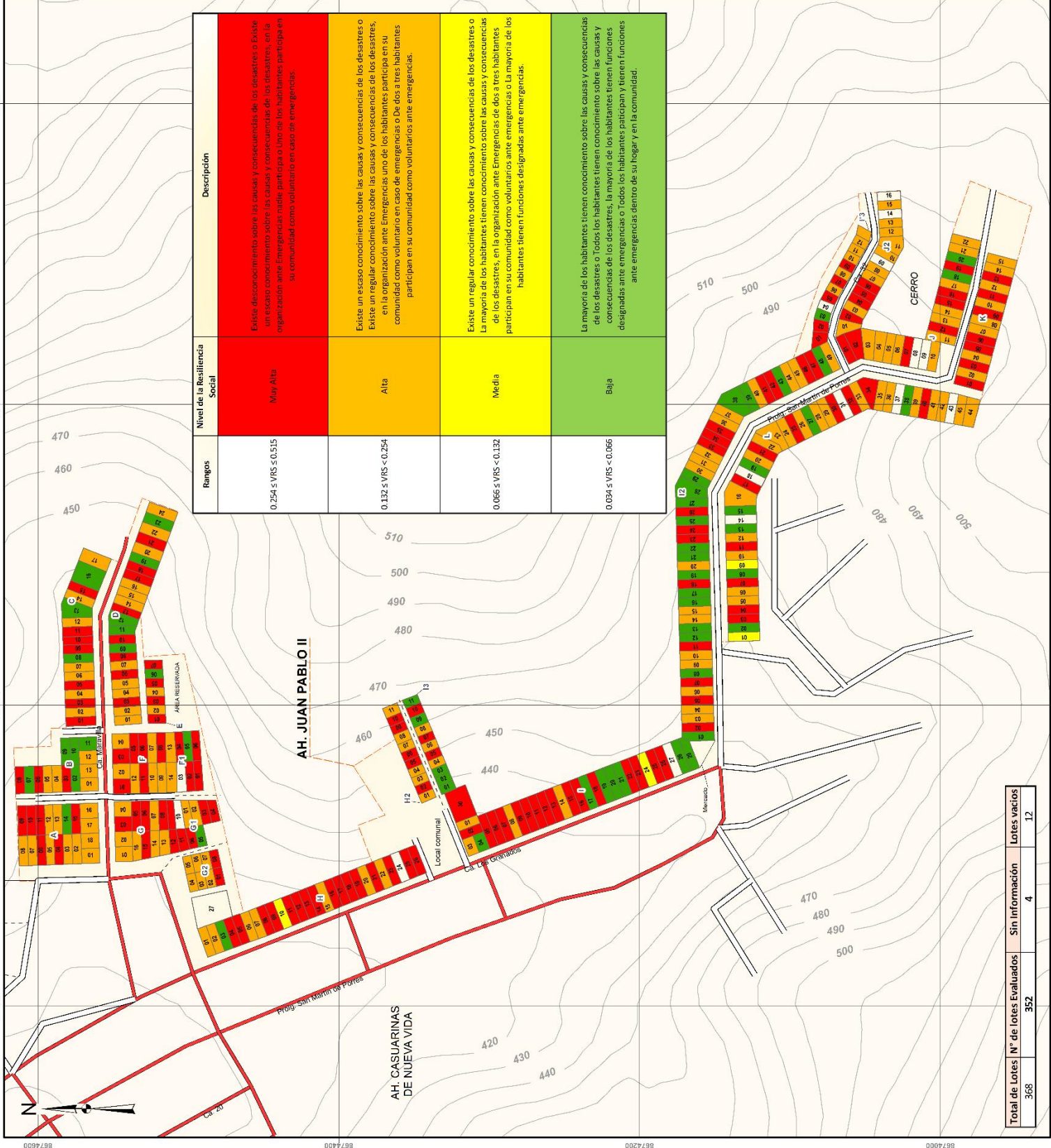
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL NIVEL DE RESILIENCIA SOCIAL

TESIS: DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborado por: Beth, Catherine, Francisca, Campos, Ildefonso, Escabi: 1 : 3 900
 Proyeccion: UTM Zona 18 Sur WGS84 Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°.: **22**



Nivel de la Resiliencia social

De acuerdo al Proceso de análisis jerárquico (AHP) se obtuvo los niveles de resiliencia social.

Bajo

La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, la mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias o Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad.

Los lotes que tienen estas características son 57, los cuales representan el 16% del total. Están clasificados como los menos vulnerables.

Medio

Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, en la organización ante Emergencias de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias o La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias.

Los lotes que tienen estas características son 4, los cuales representan el 1% del total. Están clasificados como los medianamente vulnerables.

Alto

Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, en la organización ante Emergencias uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias o de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias.

Los lotes que tienen estas características son 150, los cuales representan el 43% del total. Están clasificados como altamente vulnerables.

Muy Alta

Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, en la organización ante Emergencias nadie participa o Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias.

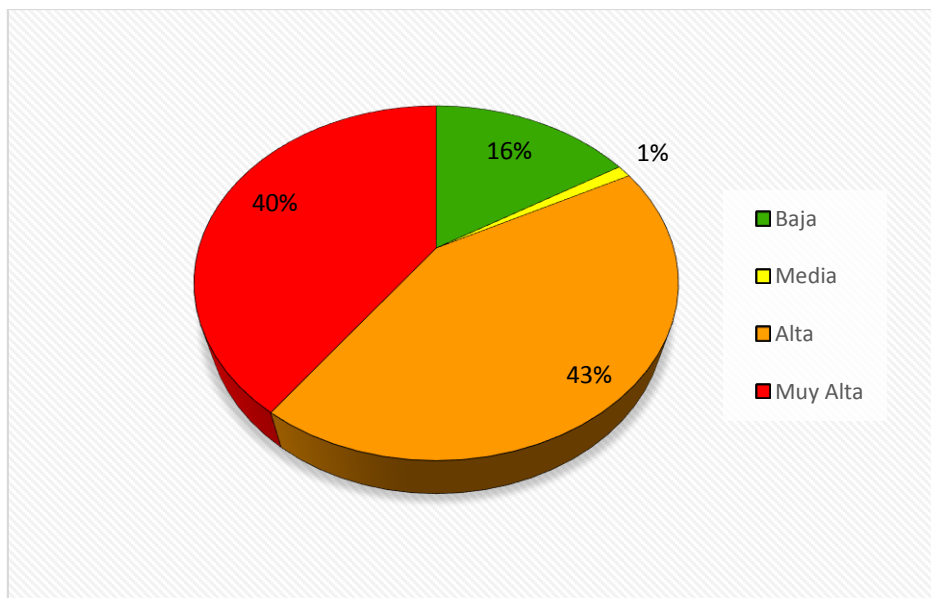
Los lotes que tienen estas características son 141, los cuales representan el 40% del total. Están clasificados como los más vulnerables.

Tabla 96: Niveles de la *Resiliencia Social*

COLOR	NIVEL	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Baja	57	16
	Media	4	1
	Alta	150	43
	Muy Alta	141	40
TOTAL		352	100

Fuente: Elaboración Propia

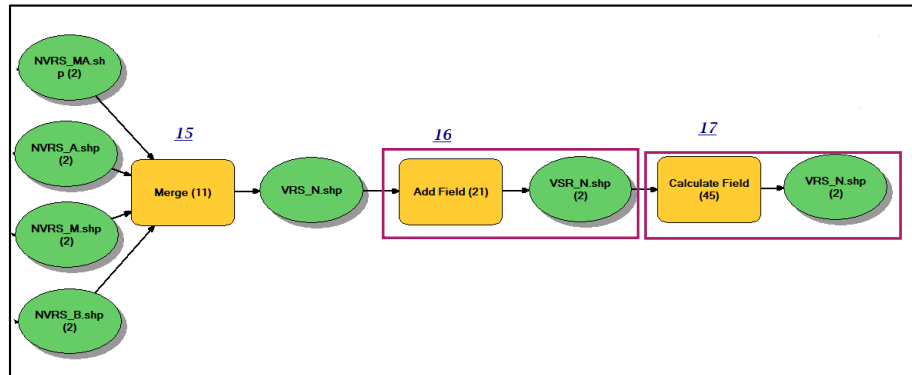
Gráfico 39: Porcentaje de lotes según el Nivel de la *Resiliencia Social*



Fuente: Elaboración Propia

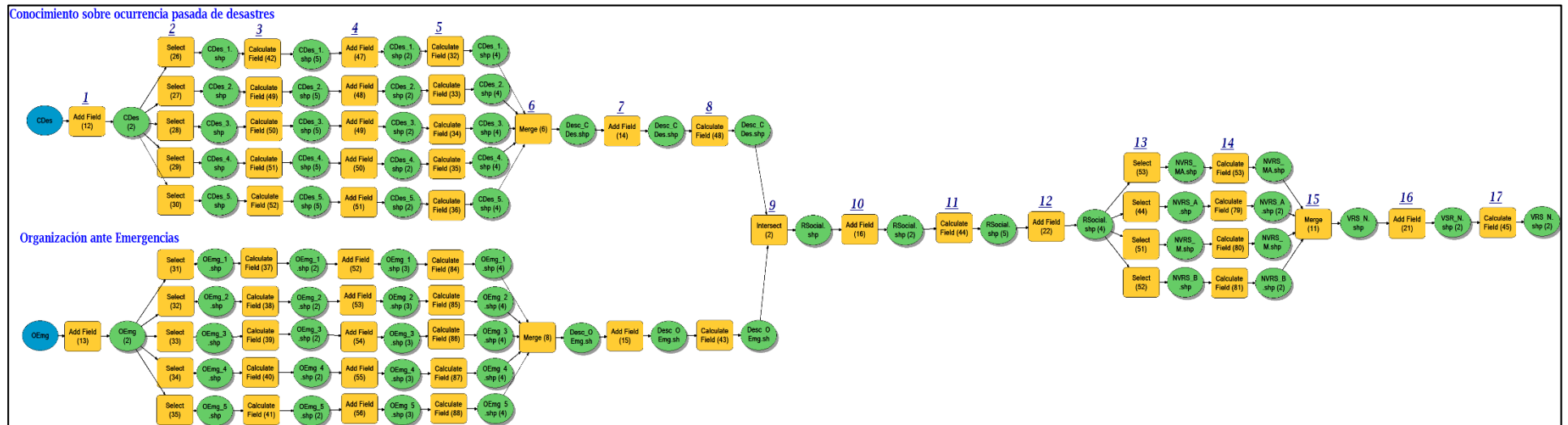
16. Para continuar con el geoprocenso aplicar la herramienta “Add Field” (16) para agregar un campo y con “Calculate Field” (17) colocar el peso que se le otorga al factor fragilidad social, se considera que el factor fragilidad y resiliencia pesan lo mismo, a cada uno se le da el valor de 0.5.

Imagen 93: Creación del campo para inserción del peso de la *Resiliencia Social*



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 94 Flujo del geoproceso para determinar los niveles de la resiliencia en la *Dimensión Social*.



Fuente: Elaboración Propia

Vulnerabilidad Dimensión Social

1. Mediante la herramienta “Intersect” (18), intersectar los factores: fragilidad social y la resiliencia social.
2. Con “Add Field” (19) agregar un campo para calcular la dimensión social se realiza el Cálculo por medio de “Calculate Field” (20) usando la siguiente formula:

$$DS = VFS * PFS + VRS * PRS$$

DS = Dimensión social

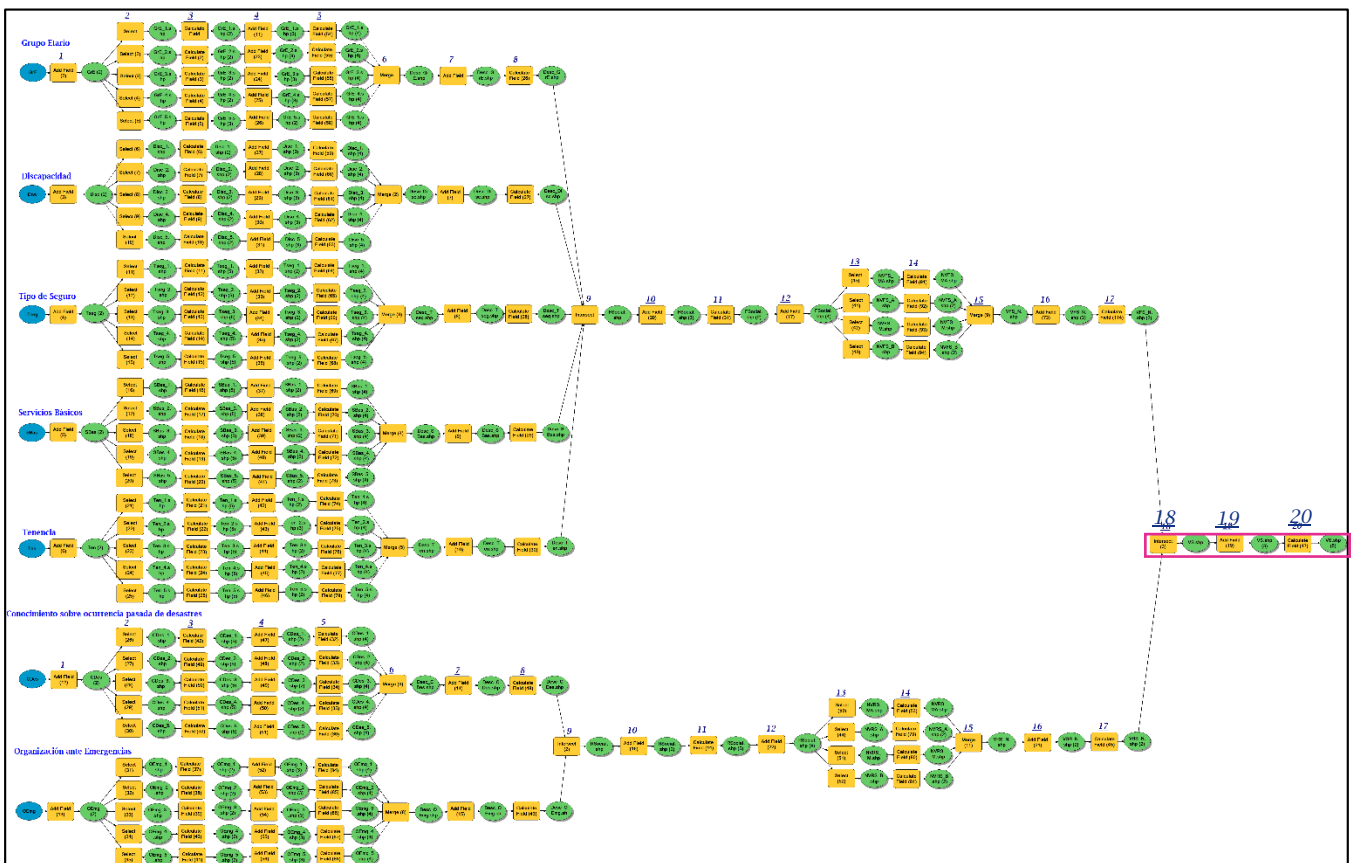
VFS = Valor de fragilidad social

PFS = Peso de fragilidad social

VRS = Valor de resiliencia social

PRS = Peso de resiliencia social

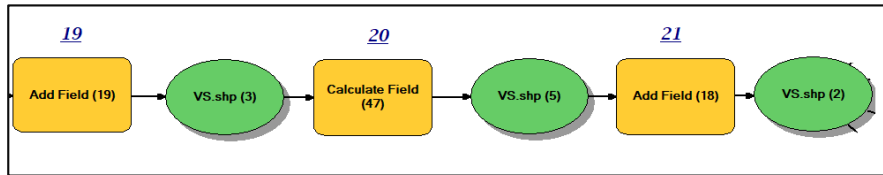
Imagen 95: Cálculo de la *Dimensión Social*



Fuente: Elaboración Propia

3. Agregar con la herramienta “Add Field” (21) el campo nivel de vulnerabilidad social (NIVEL_VS).

Imagen 96: Creación del campo para insertar el nivel de la *Dimensión Social*



Fuente: Elaboración Propia

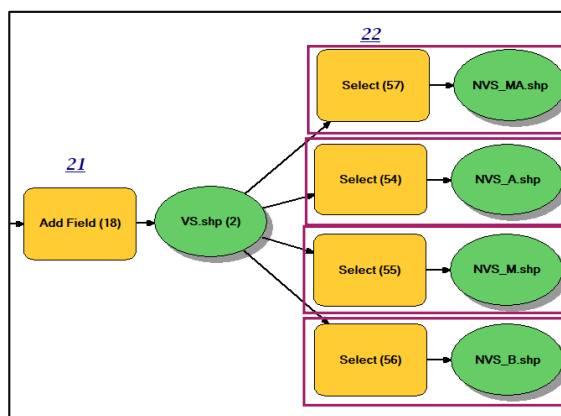
4. Se aplica la herramienta “select” (22) para seleccionar de acuerdo a los rangos, el valor de la vulnerabilidad social, previamente determinado mediante el proceso de analisis jerarquico.

Cuadro 16: Nivel de la *Dimensión Social*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.260 \leq DS \leq 0.503$
ALTO	$0.134 \leq DS < 0.260$
MEDIO	$0.068 \leq DS < 0.134$
BAJO	$0.035 \leq DS < 0.068$

Fuente: Elaboración Propia

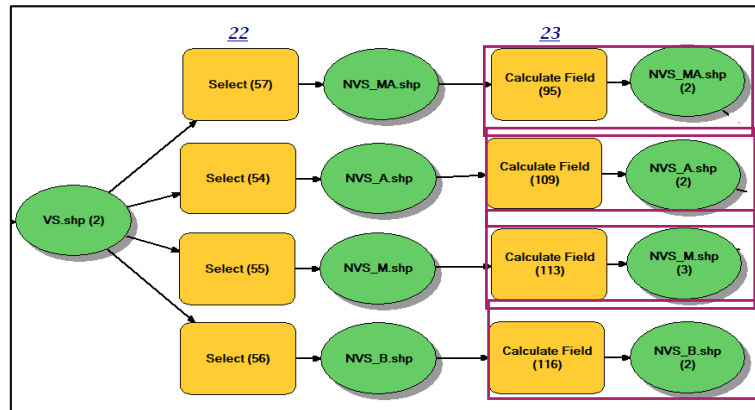
Imagen 97: Agrupación según rangos de la *Dimensión Social*



Fuente: Elaboración Propia

5. Con “Calculate Field” (23) insertar el nivel correspondiente al rango del valor de la resiliencia social.

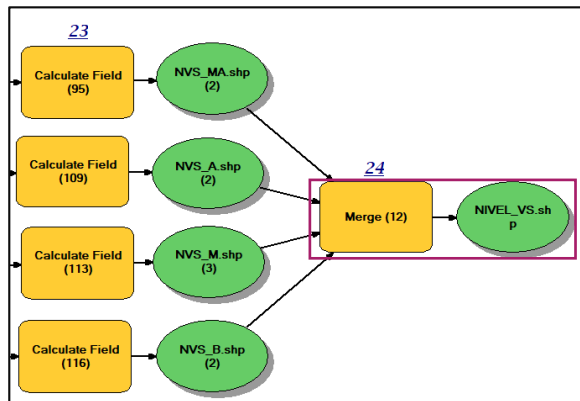
Imagen 98: Ingreso de los niveles de la *Dimensión Social* correspondientes según a los rangos



Fuente: Elaboración Propia

6. Unir todos los niveles clasificados en un solo shapefile con la herramienta “Merge” (15).

Imagen 99: Unión de los niveles de la *Dimensión Social*



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se obtiene el mapa de la *Dimensión Social*.

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

- Curvas de Nivel
- Tipo de via
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Lotés vacíos
- Niveles
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto

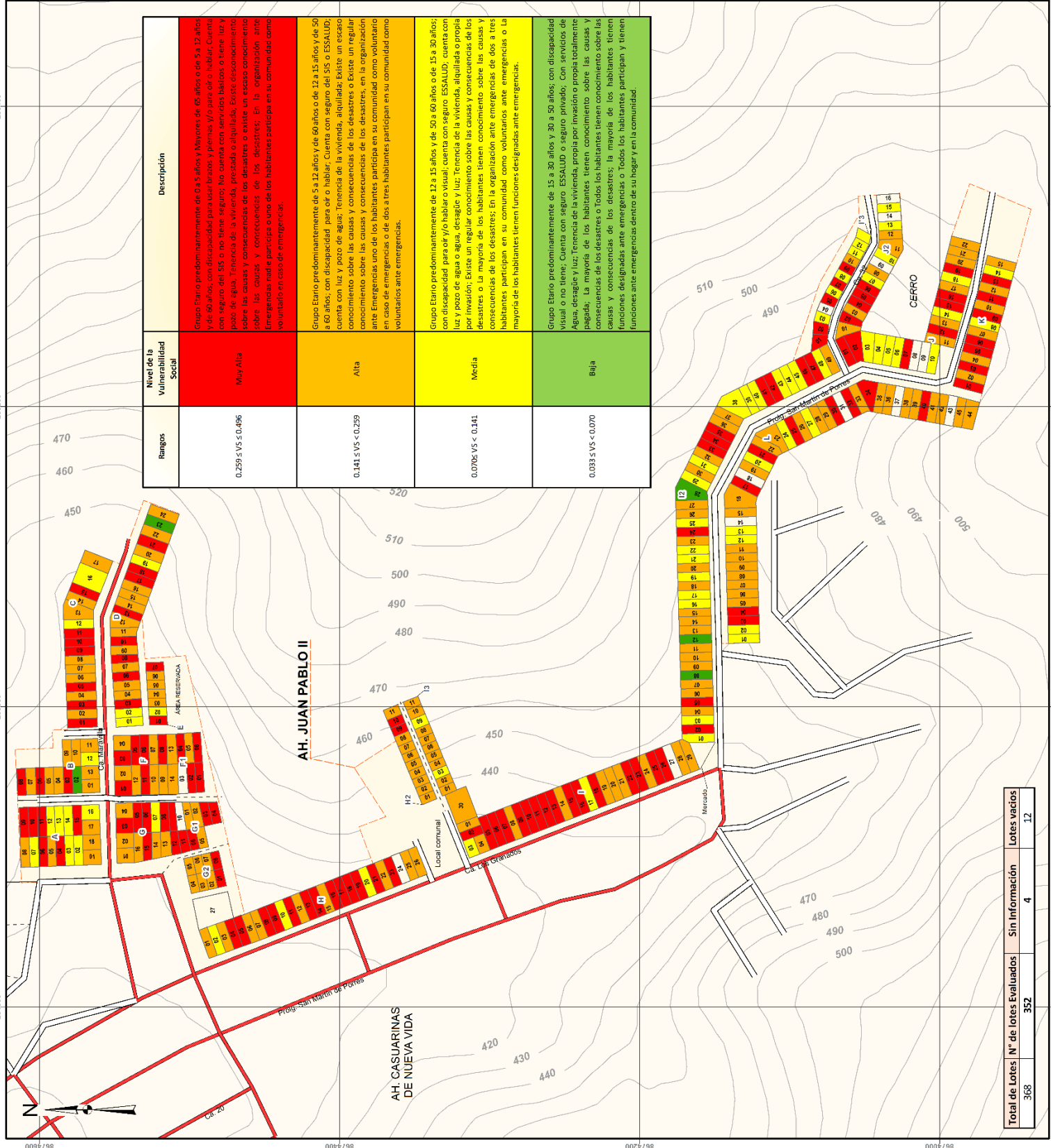


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA

MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIAL

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Elaborada por: Bethi Catherine Feresia Campos Martinez
Escala: 1 : 3 500
Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
Fecha: JULIO 2018
Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurigancho, INEI y Elaboración Propia



Rangos	Nivel de la Vulnerabilidad Social	Descripción
0.259 <math>VS <= 0.496</math>	Muy Alta	Grupo Etario predominantemente de 0 a 5 años y Mayores de 65 años o de 5 a 12 años y de 60 años, con discapacidad para usar brazos y piernas y/o para oír o hablar; Cuenta con seguro del SIS o no tiene seguro; No cuenta con servicios básicos o tiene luz y pozo de agua; Tenencia de la vivienda, prestada o alquilada; Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; En la organización ante Emergencia nadie participa o uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias.
0.141 <math>VS <= 0.259</math>	Alta	Grupo Etario predominantemente de 5 a 12 años y de 60 años o de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con discapacidad para oír o hablar; Cuenta con seguro del SIS o ESSALUD; cuenta con luz y pozo de agua; Tenencia de la vivienda, alquilada; Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; En la organización ante Emergencias uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias o de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias.
0.0706 <math>VS <= 0.141</math>	Media	Grupo Etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años o de 15 a 30 años; con discapacidad para oír y/o hablar o visual; cuenta con seguro ESSALUD; cuenta con luz y pozo de agua o agua, desagüe y luz; Tenencia de la vivienda, alquilada o propia por inversión; Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; o La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; En la organización ante emergencias de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias o la mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias.
0.0233 <math>VS <= 0.0706</math>	Baja	Grupo Etario predominantemente de 15 a 30 años y 30 a 50 años; con discapacidad visual o no tiene; Cuenta con seguro ESSALUD o seguro privado; Con servicios de Agua, desagüe y luz; Tenencia de la vivienda, propia por inversión o propia totalmente pagada; La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; la mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias o Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad.

Total de Lotés	N° de lotés Evaluados	Sin Información	Lotés vacíos
368	352	4	12

Nivel de la Dimensión Social

De acuerdo al Proceso de análisis jerárquico (AHP) se obtuvo los siguientes niveles de la vulnerabilidad social o dimensión social:

Bajo

Grupo Etario predominantemente de 15 a 30 años y 30 a 50 años; con discapacidad visual o no tiene; Cuenta con seguro ESSALUD o seguro privado; Con servicios de Agua, desagüe y luz; Tenencia de la vivienda, propia por invasión o propia totalmente pagada; La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; la mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias o Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad.

Los lotes que tienen estas características son 5, los cuales representan el 1% del total. Están clasificados como los menos vulnerables.

Medio

Grupo Etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años o de 15 a 30 años; con discapacidad para oír y/o hablar o visual; cuenta con seguro ESSALUD; cuenta con luz y pozo de agua o agua, desagüe y luz; Tenencia de la vivienda, alquilada o propia por invasión; Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; En la organización ante emergencias de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias o La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias.

Los lotes que tienen estas características son 65, los cuales representan el 18% del total. Clasificados como los medianamente vulnerables.

Alto

Grupo Etario predominantemente de 5 a 12 años y de 60 años o de 12 a 15 años y de 50 a 60 años; con discapacidad para oír o hablar; Cuenta con seguro del SIS o ESSALUD; cuenta con luz y pozo de agua; Tenencia de la vivienda, alquilada; Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, en la organización ante Emergencias uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias o de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias.

Los lotes que tienen estas características son 160, los cuales representan el 45% del total. Clasificados como altamente vulnerables.

Muy Alta

Grupo Etario predominantemente de 0 a 5 años y Mayores de 65 años o de 5 a 12 años y de 60 años; con discapacidad para usar brazos y piernas y/o para oír o hablar; Cuenta con seguro del SIS o no tiene seguro; No cuenta con servicios básicos o tiene luz y pozo de agua, Tenencia de la vivienda, prestada o alquilada; Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; En la organización ante Emergencias nadie participa o uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias.

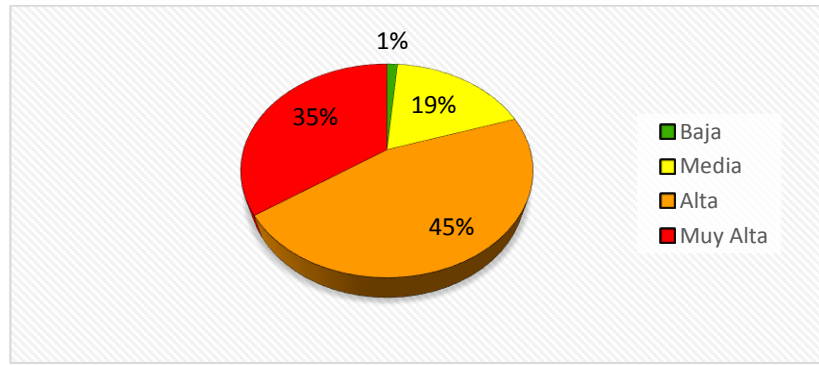
Los lotes que tienen estas características y se encuentran en este nivel son 122 los cuales representan el 35% del total. Son las más vulnerables.

Tabla 97: Niveles de la *Dimensión Social*

COLOR	NIVEL	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Baja	5	1
	Media	65	18
	Alta	160	45
	Muy Alta	122	35
TOTAL		352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 40: Porcentaje de lotes según el Nivel de la *Dimensión Social*

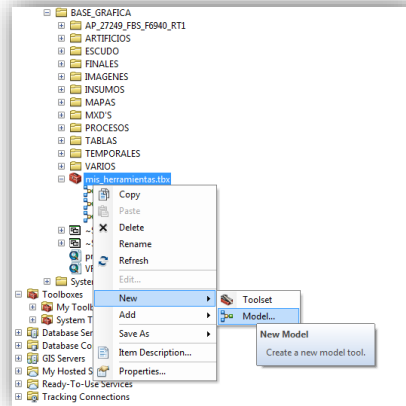


Fuente: Elaboración Propia

6.1.5. Creación del modelo para determinar los niveles de vulnerabilidad

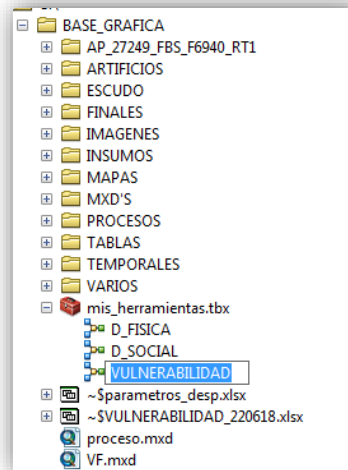
1. Crear un nuevo modelo “Vulnerabilidad”

Imagen 101: Crear el modelo dentro del ToolBox



Fuente: Elaboración Propia

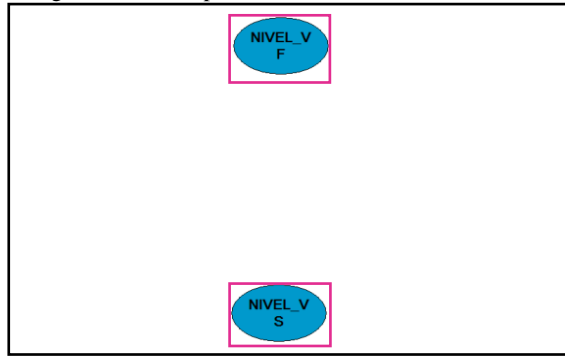
Imagen 102: Nombrar al modelo "Vulnerabilidad"



Fuente: Elaboración Propia

2. Insertar los shapefile “Nivel_VF” (obtenido en el modelo Dimensión Física) y “Nivel_VS” (Obtenido en el modelo Dimensión Social).

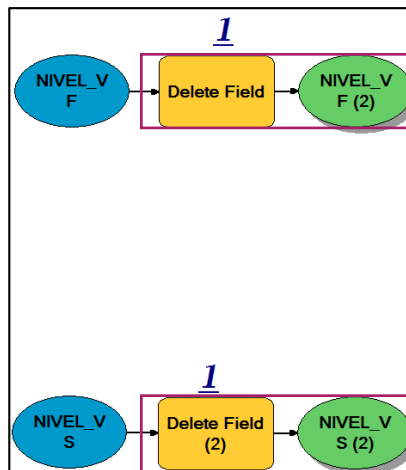
Imagen 103: Ingreso de los shapefile resultantes de *Dimensión Física y Social*



Fuente: Elaboración Propia

3. Aplicar en ambos shapefile (Nivel_VF y Nivel_VS), la herramienta “Delete Field” (1) , quedando solo con los siguientes campos:
 - Nivel_VF: Manzanas, lotes, VF (Resultados en números), Nivel_VF (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo).
 - Nivel_VS: Manzanas, lotes, VS (Resultados en números), Nivel_VS (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo).

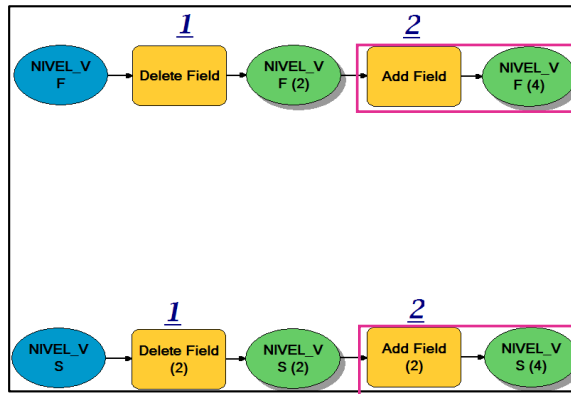
Imagen 104: Eliminación de campos innecesarios para la evaluación



Fuente: Elaboración Propia

4. Agregar un campo con la herramienta “Add Field” (2)
 - Para Dimensión Física (VF): P_DF
 - Para Dimensión Social (VS): P_DS

Imagen 105: Creación del campo para insertar los pesos de las Dimensiones

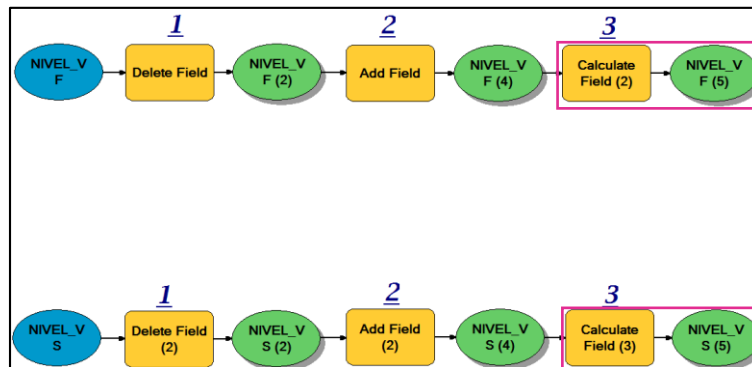


Fuente: Elaboración Propia

5. Utilizar la herramienta “Calculate Field” (3), para agregar a los campos ya creados en el punto anterior, el peso que se le dará a cada una de las dimensiones de la vulnerabilidad:

- $P_{VF} = 0.5$
- $P_{VS} = 0.5$

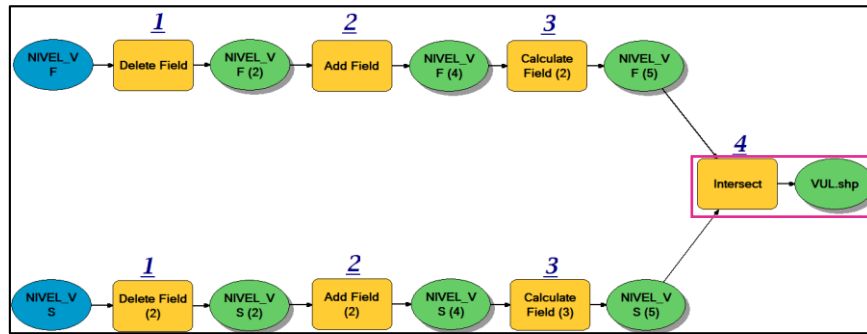
Imagen 106: Aplicación de los pesos de cada Dimension



Fuente: Elaboración Propia

6. Se utilizó la herramienta “Intersect” (4), para unir ambas dimensiones (Física y Social) teniendo como resultado el shapefile llamado “VUL”.

Imagen 107: Diagrama de flujo de la intersección de la *Dimensión Física y Social*

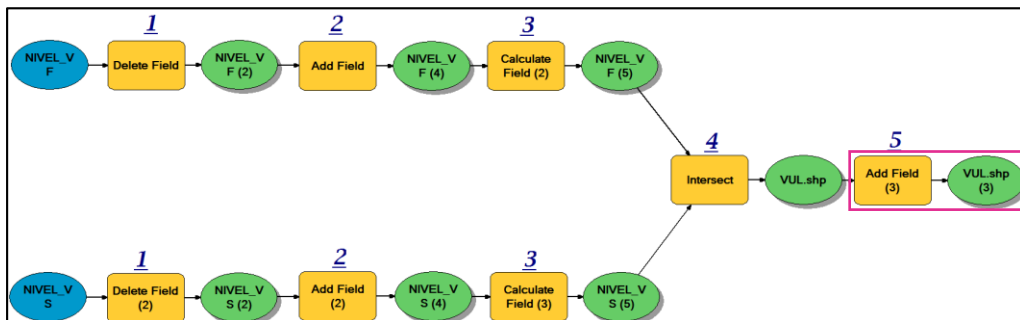


Fuente: Elaboración Propia

Observación: Se pudo aplicar también la herramienta “Unión”, ya que en este caso ambas capas ocupan el mismo espacio.

7. Con la herramienta “Add Field” (5), se agrega el campo valor de la vulnerabilidad (VV) al Shapefile “VUL”.

Imagen 108: Creación del campo para insertar los el valor de la *Vulnerabilidad*



Fuente: Elaboración Propia

8. La herramienta “Calculate Field” (6), se aplica para obtener el valor de la vulnerabilidad:

$$VV = VF * P_VF + VS * P_VS$$

VV = Valor de la vulnerabilidad

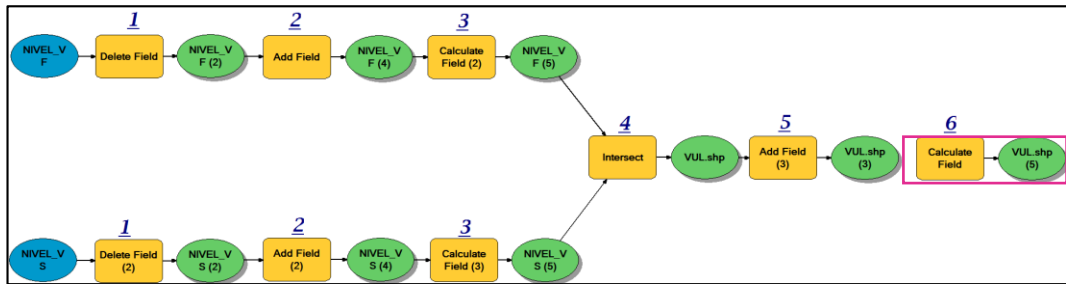
VF = Valor de la dimensión física

P_VF = Peso de la dimensión física

VS = Valor de la dimensión social

P_VS = Peso de la vulnerabilidad social

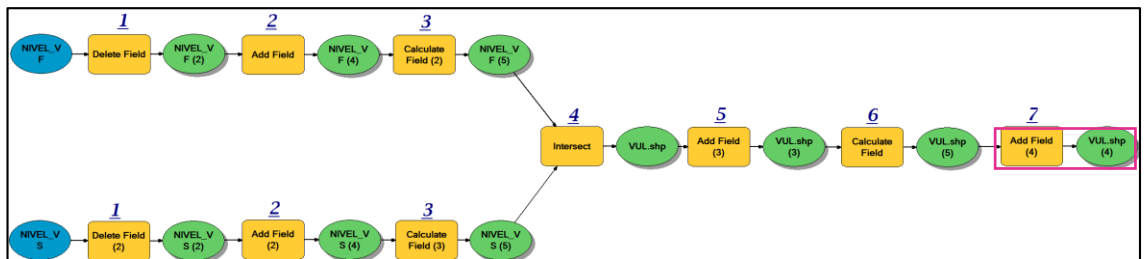
Imagen 109: Cálculo del valor de la *Vulnerabilidad*



Fuente: Elaboración Propia

- Utilizar nuevamente la herramienta “Add Field” (7), para agregar ahora el campo para colocar los niveles de vulnerabilidad “N_VUL”.

Imagen 110: Creación del campo para insertar el nivel de la *Vulnerabilidad*



Fuente: Elaboración Propia

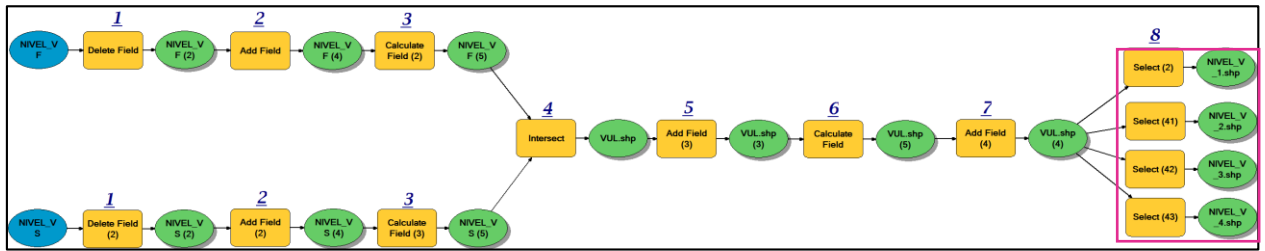
- Se aplica la herramienta “select” (8), para seleccionar de acuerdo a los rangos, el valor de la vulnerabilidad previamente determinado mediante el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro 17: Nivel de la *Vulnerabilidad*

<i>NIVEL DE VULNERABILIDAD</i>	
NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.263 \leq V \leq 0.494$
ALTO	$0.139 \leq V < 0.263$
MEDIO	$0.070 \leq V < 0.139$
BAJO	$0.034 V < 0.070$

Fuente: Elaboración Propia

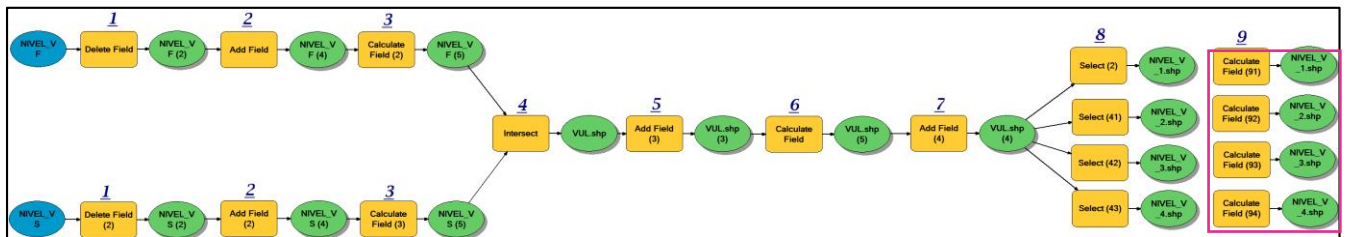
Imagen 111: Agrupación según rangos de la *Vulnerabilidad*



Fuente: Elaboración Propia

11. Con la herramienta “Calculate Field” (9), en el campo “N_VUL” se coloca el nivel que le corresponde de acuerdo a los rangos.

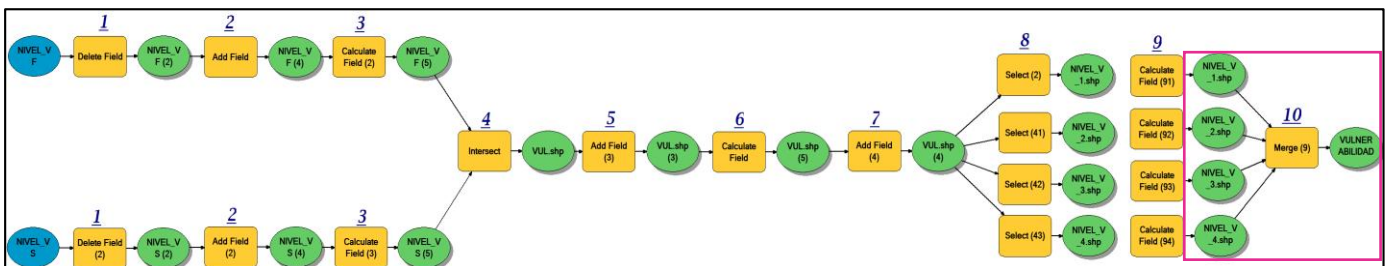
Imagen 112: Ingreso de los niveles de *Vulnerabilidad* según los rangos



Fuente: Elaboración Propia

12. Unir los 4 rangos con sus respectivos niveles mediante la herramienta “Merge” (10).

Imagen 113: Diagrama de flujo de la unión de los niveles



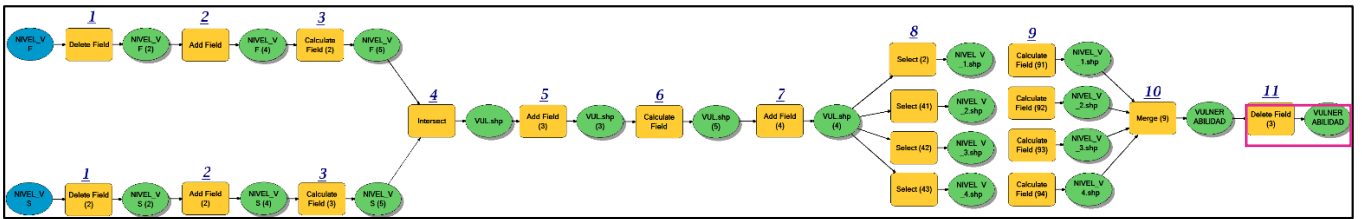
Fuente: Elaboración Propia

13. Finalmente aplicar la herramienta “Delete Field” (11), para eliminar campos que ya no son necesarios.

Quedando:

Vulnerabilidad: Manzanas, Lotes y Nivel de la vulnerabilidad.

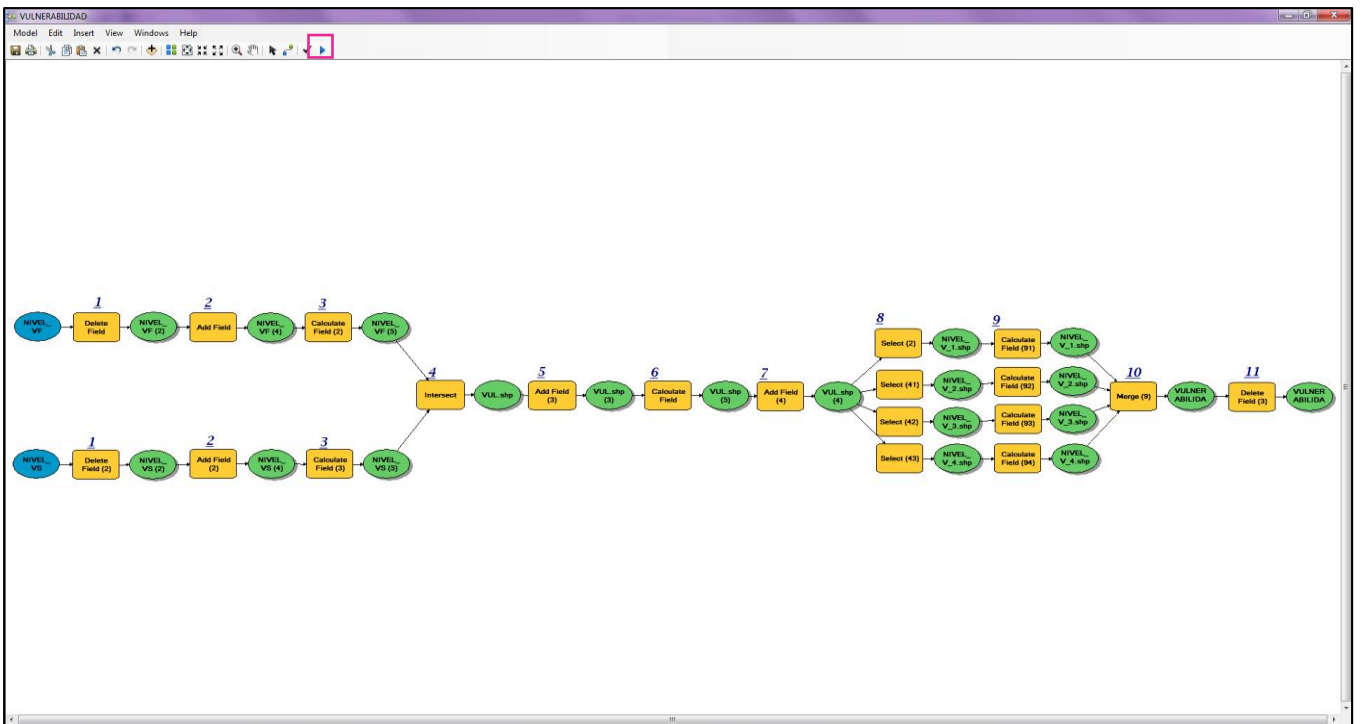
Imagen 114: Eliminación de campos innecesarios



Fuente: Elaboración Propia

- Correr el geoprocreso con el botón “Run”

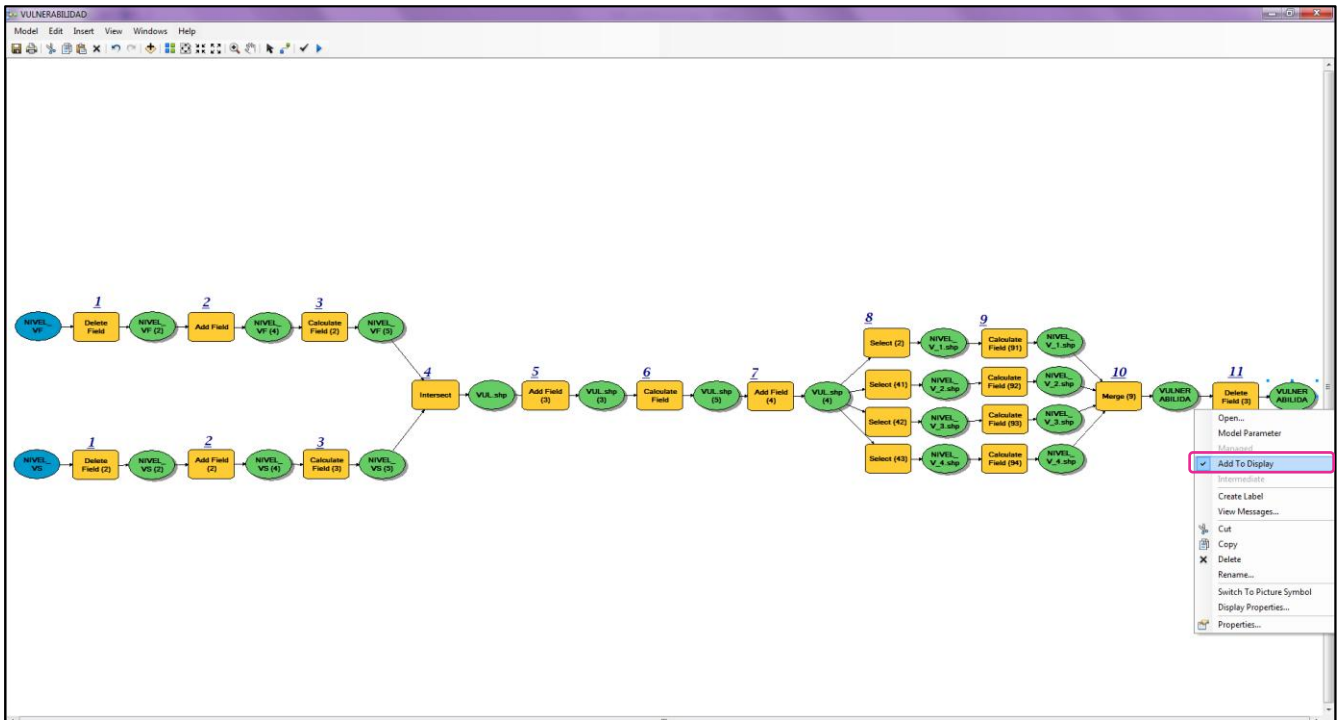
Imagen 115: Aplicación del modelo para la obtención de la Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración Propia

- Colocar click derecho sobre el ultimo shapefile creado llamado “Vulnerabilidad” y seleccionar “Add to display”

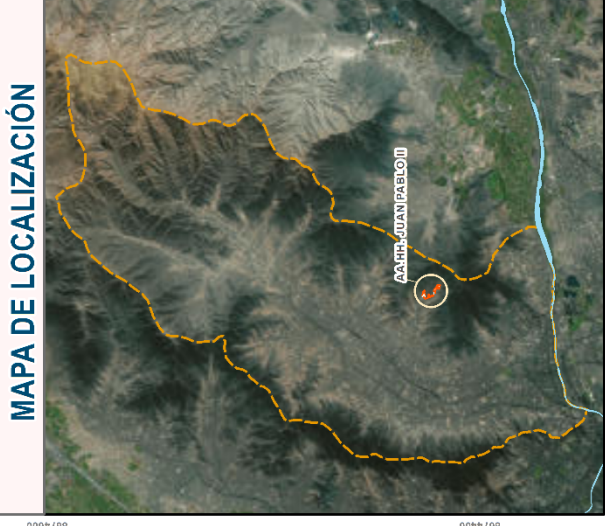
Imagen 116: Agregar el mapa creado mediante la activación del Shapefile "Vulnerabilidad"



Fuente: Elaboración Propia

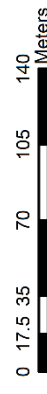
- Finalmente se obtiene el mapa de vulnerabilidad

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Legenda

- Curvas de Nivel
- Tipos de Nivel
 - Asfaltada
 - Sin Asfaltar
 - Escaleras
 - Asentamiento Humano Juan Pablo II
- Niveles
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy Alto
- Lotes vacíos



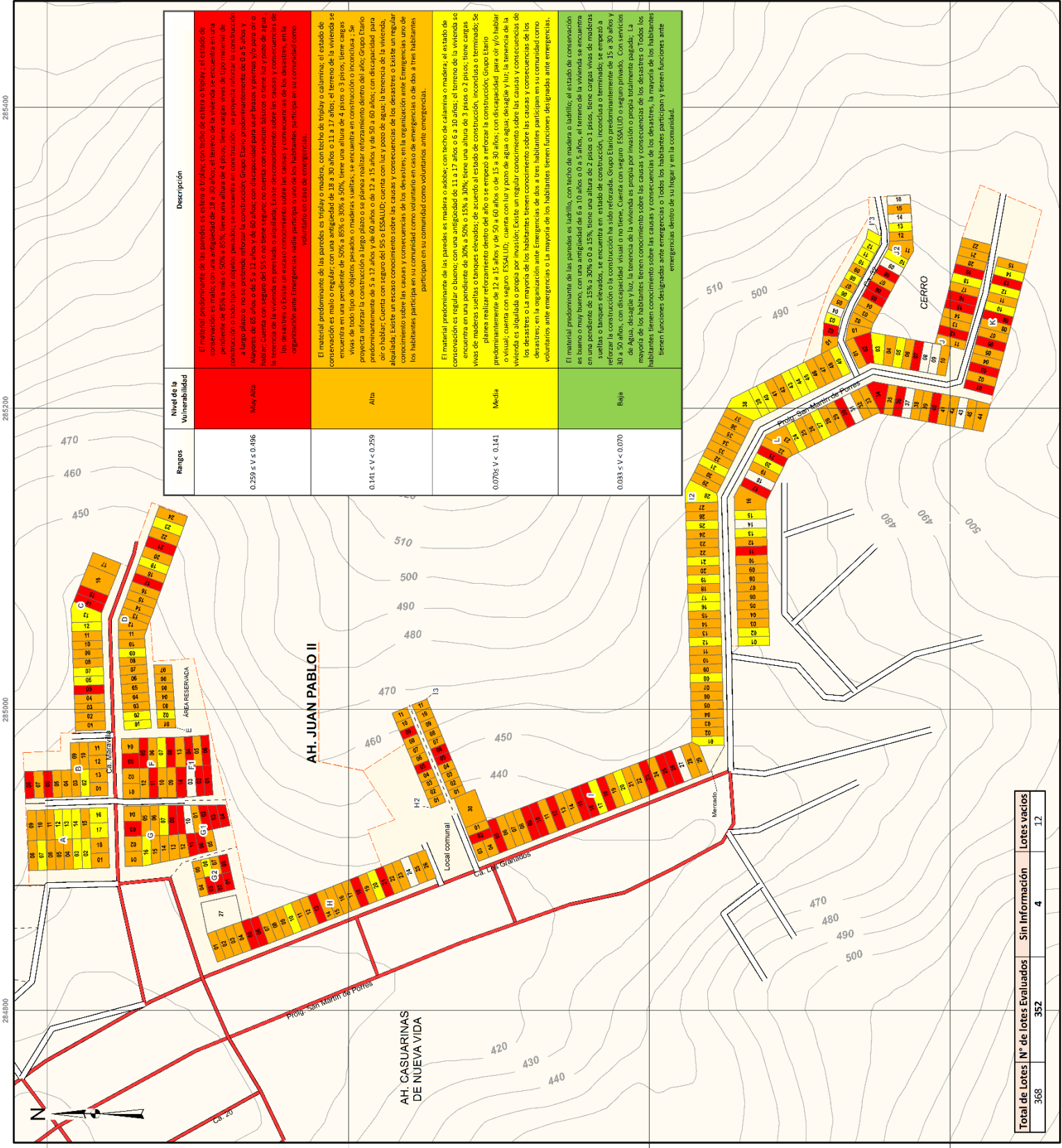
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEODÉSICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEODÉSICA

MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

TESIS: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEODÉSICA EN CASO DE SISMO DE GRAN MAGNITUD, SAN JUAN DE LURRIGANCHU

Elaborado por: Bach. Catherine Fresca Campos Martínez
 Escala: 1 : 3 500
 Proyección: UTM Zona 18 Sur WGS84
 Fecha: JULIO 2018
 Fuente: Municipalidad de San Juan de Lurriganchu, INEI y Elaboración Propia

Mapa N°: 24



Rangos	Nivel de la Vulnerabilidad	Descripción
0.259 ≤ V ≤ 0.496	Muy Alto	El material predominante de las paredes es estera o trapay, con techo de estera o trapay. El estado de conservación es malo con una antigüedad de 18 a 30 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 85% a más o 85%; tiene una altura de 4 pisos; tiene cargas vivas de tipo material de construcción o todo tipo de objetos pesados; se encuentra en construcción. Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o no se pretende reforzar la construcción; Grupo Etario predominantemente de 0 a 5 años y mayores de 65 años o de 5 a 12 años y de 60 años; con discapacidad para usar brazos y piernas y/o para oír o hablar. Cuenta con seguro del 95 o no tiene seguro; no cuenta con servicios básicos o tiene muy poco de agua, la tenencia de la vivienda es prestada o alquilada. Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, en la mayoría de los habitantes no participan en la comunidad como voluntarios ante emergencias.
0.141 ≤ V < 0.259	Alta	El material predominante de las paredes es trapay o madera, con techo de trapay o calamina; el estado de conservación es malo o regular, con una antigüedad de 18 a 30 años o 11 a 17 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 50% a 85% o 30% a 50%; tiene una altura de 4 pisos o 3 pisos; tiene cargas vivas de todo tipo de objetos, pesados o muebles sueltos; se encuentra en construcción o inculada; se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o se planea realizar reforzamiento dentro del año; Grupo Etario predominantemente de 3 a 12 años y de 60 años o de 12 a 15 años y de 30 a 60 años; con discapacidad para usar brazos y/o para oír o hablar; cuenta con seguro del 50 o no tiene seguro; no cuenta con luz y poco de agua, la tenencia de la vivienda es prestada o alquilada. Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, en algunos habitantes no participan en la comunidad como voluntarios ante emergencias.
0.070 ≤ V < 0.141	Medio	El material predominante de las paredes es madera o adobe; con techo de calamina o madera; el estado de conservación es regular o bueno, con una antigüedad de 11 a 17 años o 6 a 10 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 30% a 50% o 15% a 30%; tiene una altura de 3 pisos o 2 pisos; tiene cargas vivas de maderas sueltas o tanques elevados; de acuerdo al estado de construcción, inculada o terminada; Se planea realizar reforzamiento dentro del año o se empezó a reforzar la construcción; Grupo Etario predominantemente de 12 a 15 años y de 20 a 60 años o de 15 a 30 años; con discapacidad para oír y/o hablar o visual; cuenta con seguro ESSALUD; cuenta con luz y poco de agua o agua; desagüe y luz; la tenencia de la vivienda es: alquilada o propia por inversión; existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o la mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; en la mayoría de los habitantes no participan en la comunidad como voluntarios ante emergencias.
0.033 ≤ V < 0.070	Baja	El material predominante de las paredes es ladrillo, con techo de madera o ladrillo; el estado de conservación es bueno o muy bueno, con una antigüedad de 6 a 10 años o 0 a 5 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 15% a 30% o 0 a 15%; tiene una altura de 2 pisos o 1 piso; tiene cargas vivas de maderas sueltas o tanques elevados; se encuentra en estado de construcción, inculada o terminada; se empezó a reforzar la construcción o la construcción ha sido reforzada; Grupo Etario predominantemente de 15 a 30 años y de 30 a 50 años, con discapacidad visual o no tiene. Cuenta con seguro ESSALUD o seguro privado. Con servicios de Agua, desagüe y luz. La tenencia de la vivienda es propia por inversión o propia totalmente pagada. La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; la mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias o todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su lugar y en la comunidad.

Total de Lotes	N° de lotes Evaluados	Sin Información	Lotes vacíos
368	352	4	12

Nivel de la Vulnerabilidad

De acuerdo al Proceso de análisis jerárquico (AHP) se obtuvo los siguientes niveles de vulnerabilidad:

Medio

El material predominante de las paredes es madera; con techo de calamina o madera; el estado de conservación es regular o bueno; con una antigüedad de 11 a 17 años o 6 a 10 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 30% a 50% o 15% a 30%; tiene una altura de 3 pisos o 2 pisos; tiene cargas vivas de maderas sueltas o tanques elevados; de acuerdo al estado de construcción, inconclusa o terminado; Se planea realizar reforzamiento dentro del año o se empezó a reforzar la construcción; Grupo Etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años o de 15 a 30 años; con discapacidad para oír y/o hablar o visual; cuenta con seguro ESSALUD; cuenta con luz y pozo de agua o agua; desagüe y luz; la tenencia de la vivienda es alquilada o propia por invasión; Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; en la organización ante Emergencias de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias o La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias.

Se determina que son 66 los lotes en este nivel los cuales representan 19% del total. Son medianamente vulnerables.

Alto

El material predominante de las paredes es triplay o madera, con techo de triplay o calamina; el estado de conservación es malo o regular; con una antigüedad de 18 a 30 años o 11 a 17 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 50% a 85% o 30% a 50%, tiene una altura de 4 pisos o 3 pisos; tiene cargas vivas de todo tipo de objetos pesados o maderas sueltas; se encuentra en construcción o inconclusa ; Se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o se planea realizar reforzamiento dentro del año; Grupo Etario predominantemente de 5 a 12 años y de 60 años o de 12 a 15 años y de 50 a 60 años; con discapacidad para oír o hablar; Cuenta con seguro del SIS o

ESSALUD; cuenta con luz y pozo de agua; la tenencia de la vivienda, alquilada; Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres; en la organización ante Emergencias uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias o de dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias.

Se determina que son 216 los lotes en este nivel los cuales representan 61% del total. Son altamente vulnerables.

Muy Alto

El material predominante de las paredes es estera o triplay; con techo de estera o triplay ; el estado de conservación es malo; con una antigüedad de 18 a 30 años; el terreno de la vivienda se encuentra en una pendiente de 85% a más o 50% a 85%; tiene una altura de 4 pisos; tiene cargas vivas de tipo material de construcción o todo tipo de objetos pesados; se encuentra en construcción; se proyecta reforzar la construcción a largo plazo o no se pretende reforzar la construcción; Grupo Etario predominantemente de 0 a 5 años y Mayores de 65 años o de 5 a 12 años y de 60 años; con discapacidad para usar brazos y piernas y/o para oír o hablar; Cuenta con seguro del SIS o no tiene seguro; no cuenta con servicios básicos o tiene luz y pozo de agua , la tenencia de la vivienda es prestada o alquilada; Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres o Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres, en la organización ante Emergencias nadie participa o uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias.

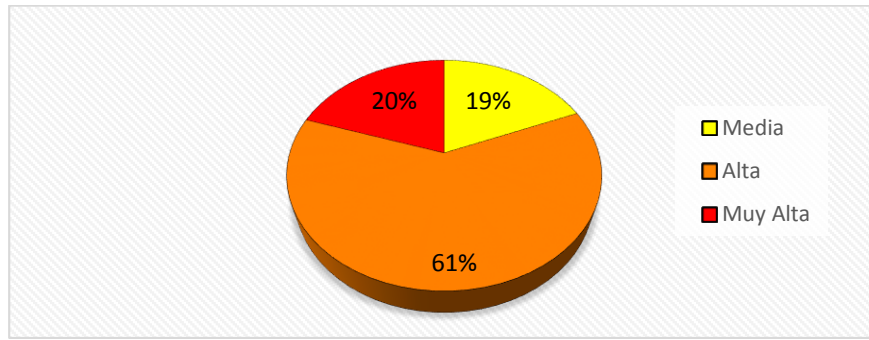
Se determina que son 70 los lotes en este nivel los cuales representan 20% del total. Son los más vulnerables.

Tabla 98: Niveles de la vulnerabilidad

COLOR	NIVEL	N° DE LOTES	% DE LOTES
	Media	66	19
	Alta	216	61
	Muy Alta	70	20
TOTAL		352	100

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 41: Porcentaje de los niveles de vulnerabilidad en lotes



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VII

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Un sismo de gran magnitud en el departamento de Lima afectaría los medios de vida de población, causaría daños en la infraestructura de sus viviendas y más aún pondría en riesgo la vida de los habitantes. El grado de afección dependerá de cuan vulnerable sea la población y la infraestructura, por tal motivo se realizan diversos estudios en diferentes distritos de Lima.

En el “Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un gran sismo de gran Magnitud: Distrito de San Juan de Lurigancho” realizado por INDECI en el 2011, se evalúa la vulnerabilidad física ante un evento sísmico de gran magnitud de las viviendas con material precario, los parámetros fueron evaluados de forma cualitativa por observación simple. La información cartográfica y base de datos del distrito tuvo contenido referente a la cantidad de viviendas precarias por manzanas el cual fue solicitado al Instituto nacional de estadística e informática – INEI con base 2007, se establecieron los niveles de vulnerabilidad para las edificaciones de acuerdo a su estado de conservación.

- A diferencia, la presente investigación plantea un criterio metodológico para evaluar la vulnerabilidad ante un gran evento sísmico mediante la dimensión física y dimensión social, ya que no solo se enfoca en la infraestructura de la vivienda sino también en la población, el estudio realizado por INDECI enfocándonos en la dimensión física, carece de análisis profundo ya que solo evalúa el estado de conservación de las edificaciones construidas con material precario, es importante para evaluar la vulnerabilidad física considerar otros indicadores como el material predominante en paredes, el material predominante en techo, la antigüedad de la vivienda, la pendiente en que se encuentra, el número de pisos de la vivienda, si posee cargas vivas en la parte superior de la vivienda y además el estado de construcción en el que se encuentra.
- Otra diferencia es que la presente investigación, evalúa la vulnerabilidad mediante los factores (Exposición, fragilidad y resiliencia), ya que es necesario diferenciar las debilidades como la fragilidad y las fortalezas como representa la resiliencia,

ya que al disminuir la fragilidad y aumentar la resiliencia podemos disminuir la vulnerabilidad. Es así que se considera que se obtienen resultados más apegados a la realidad, a diferencia de solo evaluar la fragilidad que es en lo que se enfoca implícitamente el estudio realizado por INDECI.

- Finalmente la evaluación se realizó a nivel de lotes de todo el Asentamiento Humano Juan Pablo II, sin discriminación para tener una información mucho más real. Ya que el estudio realizado por INDECI nos presenta la evaluación por manzanas lo que evita que se pueda realizar una comparación de acuerdo a resultados obtenidos.

El “Estudio de microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima” realizado por CISMID – UNI en el 2011, comprende dos tipos de información resultante, el estudio de microzonificación sísmica y la evaluación de vulnerabilidad, centrándonos en la evaluación de la vulnerabilidad, esta se analiza solo como vulnerabilidad física, se aplicó el método “ Por criterio”, el cual se basa en simplificaciones dadas por las experiencias desarrolladas por expertos a través de listas de verificación de parámetros como : material de edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros. Para la evaluación de la vulnerabilidad se identificó las manzanas representativas y dentro de ellas a un lote representativo, utilizando el SIG para interpolar la información.

- A diferencia, la presente investigación realizó el análisis de la vulnerabilidad mediante dos dimensiones física y social, la cuales se consideran complementos para caracterizar la vulnerabilidad.
- Se aplicó la metodología del “Proceso de Análisis jerárquico” la cual es empleada para resolver problemas complejos de criterios múltiples, presenta un sustento matemático es considerado metodología compleja.
- La presente investigación es a nivel de lotes, ya que se considera que los valores obtenidos son mucho más precisos que realizar una interpolación para poder obtener los resultados de vulnerabilidad.
- El sistema de información tuvo un importante papel en la determinación de la vulnerabilidad por ser el medio de geoprocusamiento para obtener el nivel de

vulnerabilidad por cada lote, a diferencia de lo aplicado por CISMID, ya que lo utiliza como base de datos y realizar interpolaciones.

- No se puede realizar una comparación de resultados ya que CISMID no evaluó al Asentamiento Humano Juan Pablo II.

La tesis “Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana”, realizado por Ochoa Zamalloa Ángel Jair – 2012. En el análisis de la vulnerabilidad se aplicaron los factores (exposición, fragilidad y resiliencia), compuesta solamente por la vulnerabilidad física se aplicó el método del AHP, las variables analizadas no necesariamente constaban de 5 descriptores y se obtuvo los mapas de fragilidad, exposición y resiliencia. Finalmente, el mapa de vulnerabilidad.

- A diferencia, la presente investigación realizó el análisis de la vulnerabilidad mediante dos dimensiones física y social, la cuales se consideran complementos para caracterizar la vulnerabilidad.
- De la misma manera, la presente investigación utilizó la metodología del “Proceso de Análisis jerárquico” pero se evaluaron dentro de cada parámetro 5 descriptores en concordancia con lo que explica y aplica CENEPRED 2015, con el motivo de que, al finalizar la evaluación, los niveles de la vulnerabilidad sean 4 (Muy Alta, Alta, Medio y Bajo).
- La aplicación del SIG además de ayudar al procesamiento para obtener los mapas y con esto identificar los niveles de vulnerabilidad para cada lote, fue aplicado para la creación de tres modelos de geoprocésamiento los cuales ayudan a automatizar y documentar el proceso para poder aplicarlo en ámbitos similares.

Como base de la presente investigación se utilizó los manuales de CENEPRED y de INDECI, a diferencia de los manuales ya existentes, se propone nuevos parámetros para determinar la vulnerabilidad.

En el caso de la dimensión física, se separa la evaluación del “material predominante en paredes” del “material predominante en techos”, ya que se considera que ambos parámetros tienen una respuesta distinta ante evento sísmico. Además se agrega la variable denominada “Cargas vivas”, se considera necesario tener en cuenta esta variable

ya que muchas de las viviendas en la actualidad presentan toda clase de materiales sobre el techo de sus viviendas, generando un peso agregado, también se genera un tipo de peligro ante un movimiento sísmico por considerarse que este puede afectar a lotes aledaños de menos número de pisos (si el material se encuentra próximo al lote contiguo por efecto del sacudimiento) y se plantea como resiliencia física el “reforzamiento en la vivienda” como parte de contrarrestar las fragilidades que pueda tener la estructura de la vivienda.

En el caso de la dimensión social, se agregó la variable discapacidad ya que se considera importante conocer si en la vivienda existe alguna persona con discapacidad ya que la fragilidad ante evento sísmico crece por los límites que una persona con discapacidad presenta, la variable servicios básicos se determina como indicador de la parte social y económica, el tipo de seguro como parte social, tenencia de la vivienda como parte económica y el grupo etario como indicador social.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES

- **Criterio metodológico para determinar la vulnerabilidad ante evento sísmico de gran magnitud aplicando Sistema de Información Geográfica.**

La aplicación del criterio metodológico para determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, utilizando el sistema de información geográfica, propone el análisis de la vulnerabilidad mediante la dimensión física y la dimensión social, para poder caracterizar la suma de estas dos como Vulnerabilidad total.

Los niveles de la vulnerabilidad Total son los siguientes

- Muy Alto: Representa el 20% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
 - Alto: Representa el 61% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
 - Medio: Representa el 19% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
- Se observa que existe un alto porcentaje de vulnerabilidad en nivel alto y muy alto, los que sumados son el 81% del total de las viviendas. Tanto la infraestructura de las viviendas como la población son altamente vulnerables.

- **El criterio metodológico para determinar la dimensión Física ante evento sísmico de gran magnitud aplicando Sistema de Información Geográfica.**

La aplicación del criterio metodológico para determinar la dimensión física ante un evento sísmico de gran magnitud en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, aplicando el sistema de información geográfica, propone analizar la exposición física (Todas las viviendas del AA.HH. Juan Pablo II), La fragilidad física (Material Predominante en Paredes, Material Predominante en Techos, Estado de conservación, Antigüedad,

Pendiente del terreno, Número de pisos, Cargas Vivas y Estado de construcción) y la resiliencia física (reforzamiento de la vivienda).

Los niveles resultantes de la dimensión física son los siguientes:

- Muy Alto: Representa el 16% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
 - Alto: Representa el 31% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
 - Medio: Representa el 52% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
 - Bajo: Representa el 2% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
- Existe casi un 50% de viviendas que se encuentran entre los niveles alto y muy alto y otro 50% en nivel medio, lo cual es también alarmante de acuerdo la infraestructura de las viviendas.
- **El criterio metodológico para determinar la dimensión Social ante evento sísmico de gran magnitud aplicando Sistema de Información Geográfica.**

La aplicación del criterio metodológico para determinar la dimensión social ante un evento sísmico de gran magnitud en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, aplicando el sistema de información geográfica, propone analizar la exposición social (Toda la población habitante del AA.HH. Juan Pablo II), La fragilidad social (Grupo etario, Discapacidad, Tipo de seguro, Servicios básicos, Tenencia de viviendas) y la resiliencia social (Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres y Organización ante Emergencias).

Los niveles resultantes de la dimensión social son los siguientes:

- Muy Alto: Representa el 35% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

- Alto: Representa el 45% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
- Medio: Representa el 18% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
- Bajo: Representa el 1% del total de los lotes evaluados del Asentamiento Humano Juan Pablo II.

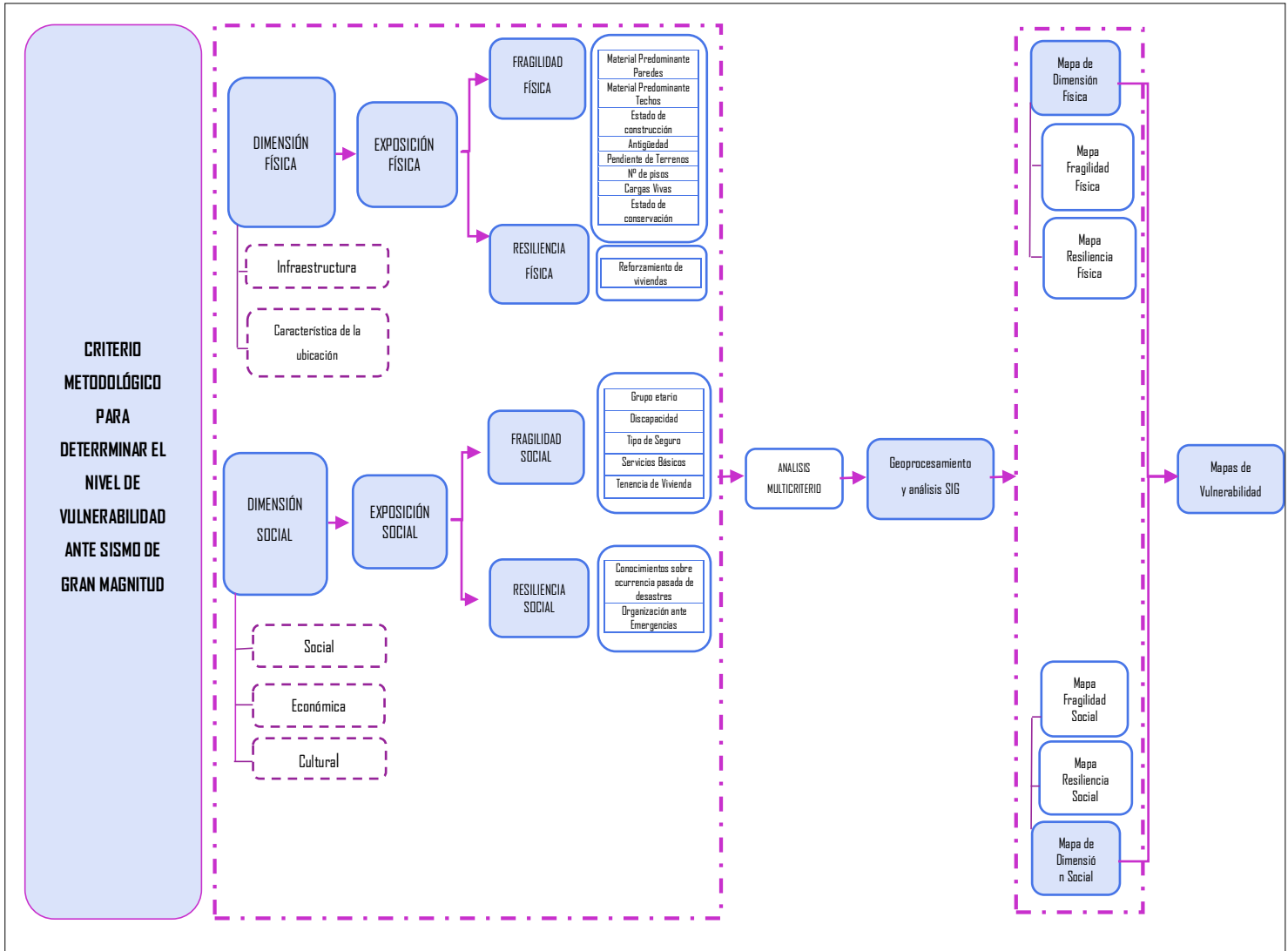
➤ Existe aproximadamente 80% de viviendas que se encuentran entre los niveles Alto y Muy alto de acuerdo a la parte social, lo cual indica que la población no se organiza ante una probable emergencia y desconoce lo que genera un desastre, así como carencia de seguro, servicios básicos, entre otros.

- **Realización o creación de los Modelos de Geoprocesamiento**

La realización o creación de los Modelos de Geoprocesamiento con el Sistema de Información Geográfica para determinar los niveles de la dimensión física, dimensión social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho, permitieron obtener 3 modelos de geoprocesamiento (Model Builder), el primero para procesar la dimensión física, el segundo para la dimensión social y el tercero para la determinación de los niveles de la vulnerabilidad, los cuales además pueden ser utilizados y aplicados en ámbitos similares al estudiado, ser mejorados y complementados.

A continuación el diagrama 10, presenta el desarrollo que se realizó para la obtención del mapa de vulnerabilidad, a modo de conclusión del desarrollo y aplicación del criterio metodológico.

Diagrama 10: Flujoograma del Criterio metodológico para determinar la vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud



Fuente: Elaboración Propia

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios complementarios para poder determinar los riesgos de la población del Asentamiento Humano Juan Pablo II.
- Fomentar y concientizar a la población sobre los peligros que puede desencadenar un evento sísmico en una vivienda muy altamente, alta y medianamente vulnerable.
- Después de proporcionar los mapas de vulnerabilidad a la población evaluada: Identificar los lotes con mayor vulnerabilidad (Muy Alta y Alta) y empezar por los reforzamientos de la construcción. Especialmente en la manzana F, F1, G, G1, G2 e I.
- Municipalidad de San Juan de Lurigancho, Prohibir la construcción de más viviendas en laderas de cerros (pendientes altas) las cuales se ven en mayor vulnerabilidad ante un movimiento sísmico de gran magnitud.
- Municipalidad de San Juan de Lurigancho, desarrollar programas permanentes de verificación de seguridad estructural de viviendas.
- Municipalidad de San Juan de Lurigancho, Promover el uso de procedimientos constructivos antisísmicos adecuados y con asesoría de profesionales especializados en concordancia con el reglamento nacional de edificaciones para los procesos de reconstrucción y/o reforzamiento o rehabilitación de las viviendas precarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ArcGIS Resource center (2014). Biblioteca de ayuda de ArcGIS. Recuperado de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/002s00000001000000/>
- Buzai G. y Humacata L. (2016). Implementación de tecnologías de la información geográfica en la enseñanza de la geografía. Buenos Aires – Argentina. 191 pp.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2009). Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao. Lima – Perú. 95 pp.
- Castro, R. (2014). Evaluación de riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del Distrito de Punta Hermosa. Lima – Perú. 212 pp.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2017). Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos. Lima – Perú. 106 pp.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2015). Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales. 2º Edición. Lima – Perú. 256 pp.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2015). Guía metodológica para la evaluación de los efectos socioeconómicos y ambientales e impacto de los desastres. Lima – Perú. 312 pp.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres – CENAPRED. (2004). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. México DF. 386 pp.
- Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres- universidad nacional de ingeniería, CISMID - UNI (2011). Informe microzonificación sísmica del distrito de San Juan de Lurigancho. Lima-Perú, 30-32 pp
- Flores, R. (2016). Modelamiento geoespacial para la determinación del grado de vulnerabilidad, distrito Leimebamba-Amazonas. Lima –Perú. 171 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (2006) Los Sistemas de Información Geográfica. Geoenseñanza pp. 107-116. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012424010>

- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Lima – Perú. 73 pp
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2010). Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el distrito de Lurigancho – Chosica. Lima – Perú. 55 pp.
- Kuroiwa J. (2016). Manual para la reducción del riesgo sísmico de vivienda en el Perú. Lima – Perú. 110 pp.
- Lozano O. (2008). Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos de las edificaciones en centros urbanos. Lima – Perú. 30 pp.
- Ochoa, A. (2012). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana. Lima –Perú. 204 pp.
- Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Catalunya- España.
- Municipalidad de San Juan de Lurigancho (2015). Plan de desarrollo concertado 2015 – 2021. Lima – Perú. 24-26pp
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la Cultura – UNESCO. (2014). Gestión del riesgo de desastres. París – Francia. 76 pp.
- Saaty, T. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw- Hill Book Co., N.Y. 287 pp.
- Sánchez, R. (2003). Vulnerabilidad sísmica de edificaciones en el distrito de San Juan de Lurigancho: Comportamiento sísmico de las construcciones de tierra. Lima-Perú. 206 pp.
- Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres. (2014). Plan nacional de gestión del riesgo de desastres – PLANAGERD 2014 - 2021. Lima – Perú. 62 pp.
- Silgado, E. (1978). Historia de Los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974). Lima – Perú. 130 pp.
- Tavera, H. y Buforn, E. (1998) Sismicidad y sismo tectónica de Perú. Universidad Complutense de Madrid. Lima -Perú.188- 192pp.
- Tavera, H., Bernal, I. y Salas, H. (2007). El Terremoto de Pisco del 15 de agosto de 2007: Aspectos Sismológicos. Lima- Perú. 13-22pp.
- Tavera, H. (2014). Escenario de Sismo y Tsunami en el Borde Occidental de la Región Central del Perú. Lima- Perú. 30 pp.

- Tavera, H. (2014). Evaluación del Peligro Asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú. Lima- Perú. 3pp, 15pp, 48 pp.
- Toskano, G. (2005). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Lima – Perú. 100 pp.
- Valderrama,S . (2016). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, cualitativa y mixta.Lima – Perú. 163-182pp.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha para información de vulnerabilidad por dimensión física

FICHA PARA INFORMACIÓN DE VULNERABILIDAD POR DIMENSIÓN FÍSICA							
UBICACIÓN DEL PREDIO							
Asentamiento		Calle		Mz		Lt	
FRAGILIDAD FÍSICA							
Material predominante en paredes							
Estera		Triplay		Madera		Adobe	Ladrillo
Material predominante en techos							
Estera		Triplay		Calamina		Madera	Ladrillo
Estado de conservación							
Muy Malo		Malo		Regular		Bueno	Muy Bueno
Antigüedad en la construcción							
31 años a más		18-30 años		11-17años		6-10 años	0-5 años
Topografía del Terreno							
85% <		50 - 85%		30 - 50%		15 - 30 %	0 - 15 %
Número de pisos							
5 pisos a más		4 pisos		3 pisos		2 pisos	1 piso
Cargas Vivas en el techo							
Materiales de construcción		Todo tipo de objetos pesados		Maderas sueltas		Tanques elevados	Libre de carga
Estado de construcción							
En ruinas		En construcción		Inconclusa		Terminado	Sin construcción
RESILIENCIA FÍSICA							
Reforzamiento de la Vivienda							
No se quiere reforzar la edificación		Se proyecta reforzar la vivienda a futuro.		Se está pensando en realizar reforzamiento dentro del año.		Se está empezando a reforzar la edificación	La edificación ha sido reforzada
Fotografía							

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Cuestionario para información de vulnerabilidad por dimensión social

CUESTIONARIO PARA INFORMACIÓN DE VULNERABILIDAD POR DIMENSIÓN SOCIAL							
UBICACIÓN DEL PREDIO							
Asentamiento		Calle		Mz		Lt	
Total de Habitantes							
FRAGILIDAD SOCIAL							
SOCIAL							
Grupo etario		Cantidad de habitantes	Discapacidad			Cantidad de habitantes	
De 0 a 5 años y mayores de 65			Para usar brazos y piernas				
De 5 a 12 años y de 60 a 65			para oír o hablar				
De 12 a 15 años y de 50 a 60			visual				
De 15 a 30 años			mental o intelectual				
De 30 a 50 años			no tiene				
Tipo de seguro		Cantidad de habitantes	Observaciones:				
no tiene							
SIS							
ESSALUD							
FFAA-PNP							
Seguro privado/otro							
ECONOMICA							
Servicios Básicos		Marcar con (x)	Tenencia			Marcar con (x)	
No tiene			Prestada				
Luz			Cedida por el trabajo o institución				
Pozo de agua			Alquilada				
Luz y Pozo de agua			Propia por invasión				
Agua, desagüe y luz			Propia totalmente pagada				
RESILIENCIA SOCIAL							
CULTURAL							
Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres		Marcar con (x)	Organización ante Emergencias			Marcar con (x)	
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres			En casa nadie participa				
Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres			Uno de los habitantes participa en su comunidad como voluntario en caso de emergencias				
Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres			De dos a tres habitantes participan en su comunidad como voluntarios ante emergencias				
La mayoría de los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres			La mayoría de los habitantes tienen funciones designadas ante emergencias				
Todos los habitantes tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres			Todos los habitantes participan y tienen funciones ante emergencias dentro de su hogar y en la comunidad				

Anexo 3: Hoja de Calculo

Proceso de Análisis Jerárquico

Matriz de 5 x 5 (05 parámetros)

Paso 01: En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Paso 02: El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

Matriz de Comparación de Pares

PARAMETRO	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SUMA	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
1/ SUMA	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200

Paso 03: La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado).

Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno

Matriz de Normalización

PARAMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A2	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A3	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A4	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A5	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200

PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS

PORCENTAJE
20.000
20.000
20.000
20.000
20.000

Paso 04: Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

RESULTADIS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	1.000

Hallando El λ max

	VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN
	5.000
	5.000
	5.000
	5.000
	5.000
SUMA	25.000
PROMEDIO	5.000

Índice de consistencia relación de consistencia < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	0.000

Anexo 4: Análisis de la vulnerabilidad AHP

DIMENSIÓN FÍSICA																								Valor dimensión física	Peso dimensión física
FRAGILIDAD FÍSICA																Valor Fragilidad Física	Peso Fragilidad Física	RESILIENCIA FÍSICA		Valor Resiliencia Física	Peso Resiliencia Física				
Material Paredes		Material Techos		Conservación		Antigüedad		Pendiente del Terreno		N° de pisos		Cargas Vivas		Estado de construcción				Reforzamiento de viviendas							
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc						
0.342	0.466	0.218	0.443	0.150	0.503	0.105	0.503	0.074	0.526	0.051	0.532	0.035	0.521	0.025	0.513	0.481	0.5	1.000	0.503	0.503	0.5	0.492	0.5		
0.342	0.300	0.218	0.269	0.150	0.260	0.105	0.260	0.074	0.246	0.051	0.239	0.035	0.245	0.025	0.246	0.273	0.5	1.000	0.260	0.260	0.5	0.266	0.5		
0.342	0.130	0.218	0.165	0.150	0.134	0.105	0.134	0.074	0.132	0.051	0.127	0.035	0.133	0.025	0.145	0.139	0.5	1.000	0.134	0.134	0.5	0.137	0.5		
0.342	0.068	0.218	0.090	0.150	0.068	0.105	0.068	0.074	0.064	0.051	0.067	0.035	0.067	0.025	0.058	0.072	0.5	1.000	0.068	0.068	0.5	0.070	0.5		
0.342	0.035	0.218	0.033	0.150	0.035	0.105	0.035	0.074	0.033	0.051	0.034	0.035	0.034	0.025	0.038	0.034	0.5	1.000	0.035	0.035	0.5	0.035	0.5		

DIMENSIÓN SOCIAL																Valor dimensión social	Peso dimensión social	VALOR DE LA VULNERABILIDAD			
FRAGILIDAD SOCIAL										Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	RESILIENCIA SOCIAL							Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social	
Grupo etario		Discapacidad		Tipo de seguro		Servicios Básicos		Tenencia de vivienda				Conocimientos sobre ocurrencia pasada de desastres		Organización ante Emergencias							
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc						
0.406	0.503	0.254	0.383	0.184	0.545	0.101	0.526	0.055	0.412	0.478	0.5	0.500	0.508	0.500	0.521	0.515	0.5	0.496	0.5	0.494	
0.406	0.260	0.254	0.288	0.184	0.229	0.101	0.263	0.055	0.298	0.264	0.5	0.500	0.263	0.500	0.245	0.254	0.5	0.259	0.5	0.263	
0.406	0.134	0.254	0.205	0.184	0.126	0.101	0.118	0.055	0.164	0.151	0.5	0.500	0.131	0.500	0.133	0.132	0.5	0.141	0.5	0.139	
0.406	0.068	0.254	0.096	0.184	0.066	0.101	0.061	0.055	0.088	0.075	0.5	0.500	0.064	0.500	0.067	0.066	0.5	0.070	0.5	0.070	
0.406	0.035	0.254	0.027	0.184	0.034	0.101	0.033	0.055	0.038	0.033	0.5	0.500	0.034	0.500	0.034	0.034	0.5	0.033	0.5	0.034	

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla se genera después de obtener los pesos parámetro (Ppar) y los pesos descriptores (Pdes).

Anexo 5: Fotografías de viviendas evaluadas



Fotografía 4. Mz G Lt 12 – Vivienda altamente vulnerable



Fotografía 5. Mz G2 Lt 07- Vivienda altamente vulnerable



Fotografía 6. Mz C Lt 08 – Vivienda altamente vulnerable



Fotografía 7. Mz L Lt 12 - Vivienda altamente vulnerable



Fotografía 9. Mz L Lt 10 – Vivienda altamente vulnerable

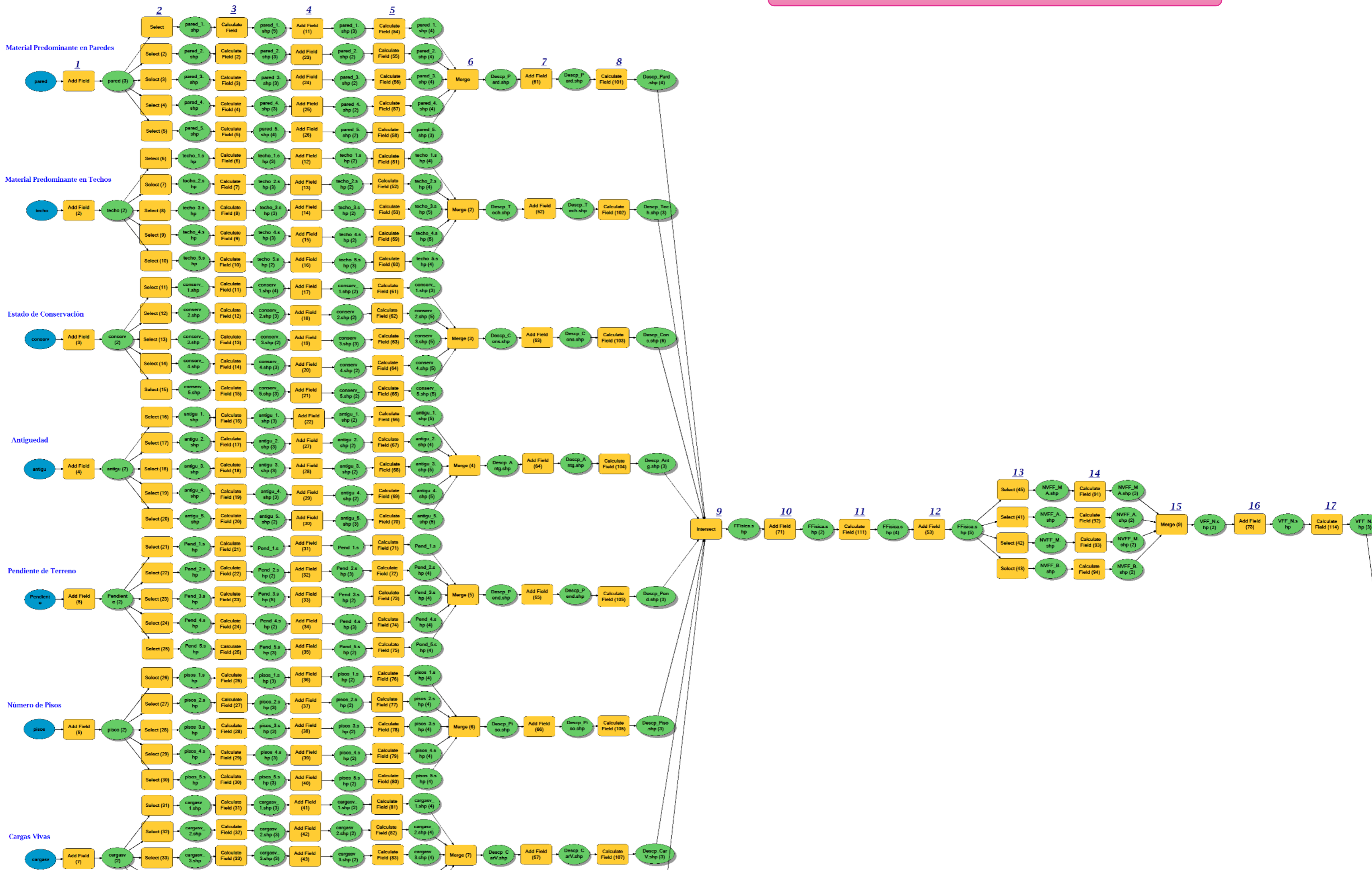


Fotografía 8. Mz B Lt 06 - Vivienda muy altamente vulnerable

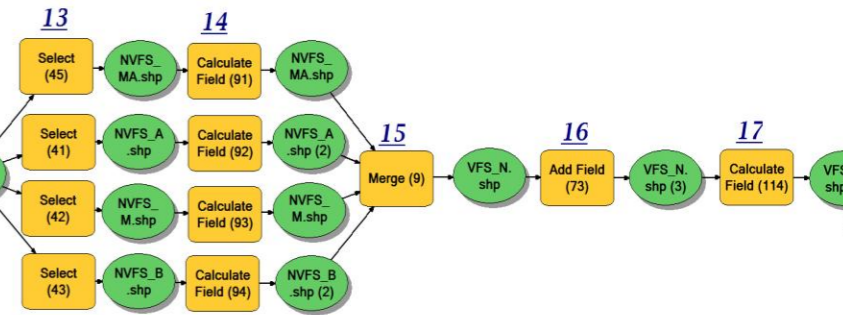
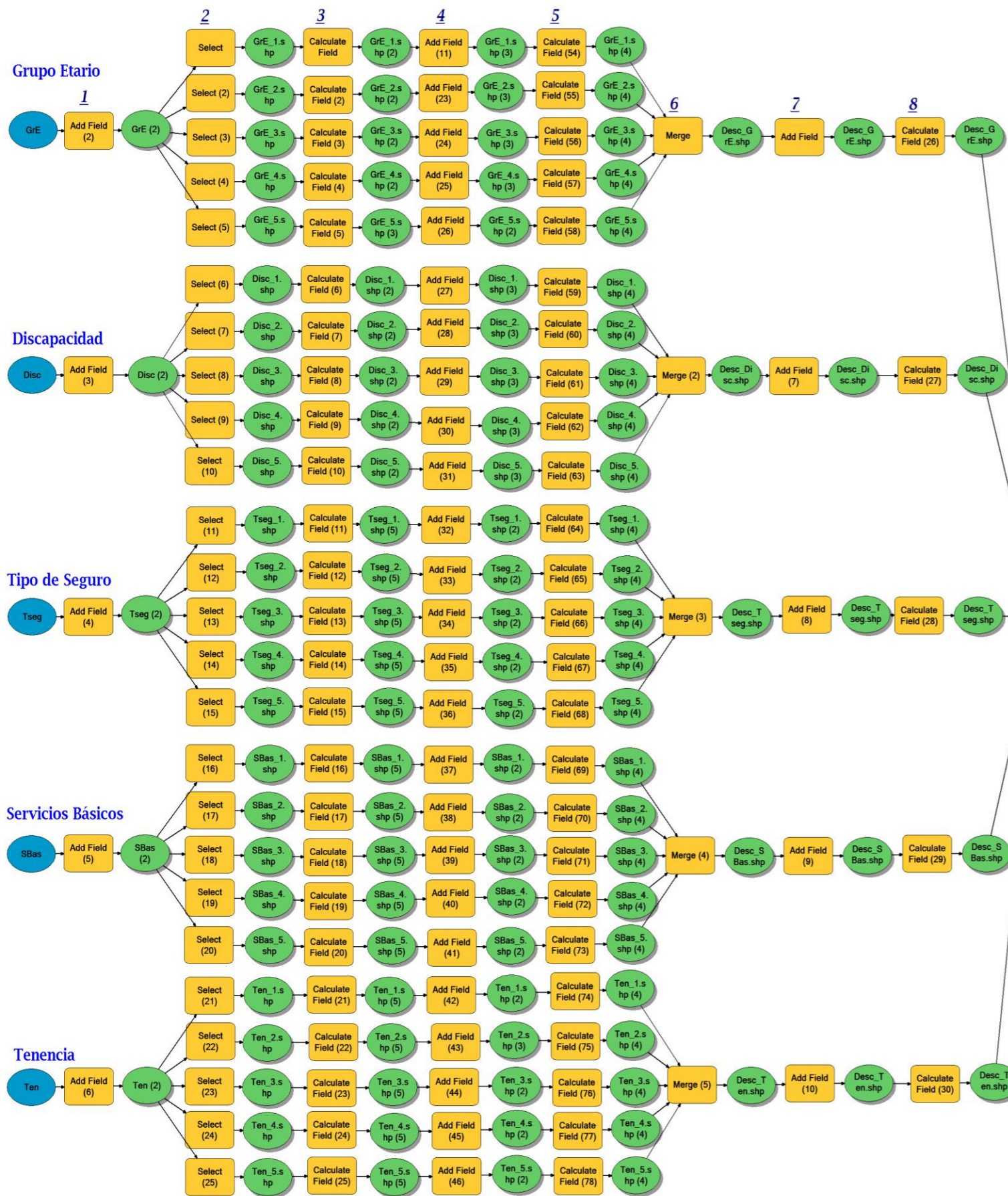
Anexo 6. Flujo de diagrama Model Builder

- Modelo de Dimensión Física
- Modelo Dimensión Social
- Modelo de Vulnerabilidad

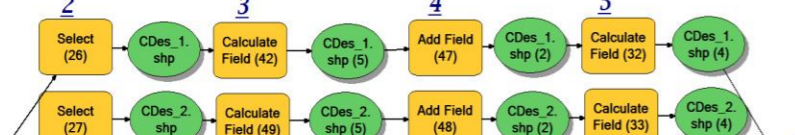
MODELO DE LA DIMENSIÓN FÍSICA



MODELO DE LA DIMENSIÓN SOCIAL



Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres



MODELO DE LA VULNERABILIDAD

