FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

INDICADORES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE NUEVAS VIVIENDAS, VINCULADAS A NIVELES DE RUINA FUNCIONAL EN ASENTAMIENTOS URBANOS NO CONTROLADOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar por al título de

INGENIERO CIVIL

Realizado por García K, Armando Oswaldo

Profesor Guía Ing. Ricardo Rivas V.

Fecha Julio 2017

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

INDICADORES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE NUEVAS VIVIENDAS, VINCULADAS A NIVELES DE RUINA FUNCIONAL EN ASENTAMIENTOS URBANOS NO CONTROLADOS

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:

_____

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma: _____ Firma: _____ Firma: _____

Nombre: _____ Nombre: _____ Nombre: _____

Realizado por García K, Armando Oswaldo

Profesor Guía Ing. Ricardo Rivas V.

Fecha Julio 2017

"Finalmente puesto que estoy convencido de que todo cambio necesita motivación hay un ***camino educativo;*** *propondré algunas líneas de maduración humana inspiradas en el tesoro de la experiencia cristiana"*
Número 15 de Encíclica Laudato Si

Dedicatoria

Quiero agradecer primero que nada a mi familia, por siempre darme ánimos y nunca dudar que podía lograr tan importante meta, la cual siempre para mí fue la más relevante de las prioridades. También quiero dedicar esto a mi mamá, papá y hermana por estar ahí incondicionalmente y darle gracias Dios por seguir unidos hasta el sol de hoy.

Quiero recordar a mi abuela Edith, con quien compartí gran parte de mi infancia y adolescencia. A mi tío Alfonzo quiero agradecerle por ser prácticamente como un padre para mí, sin duda alguna, mi ejemplo a seguir dentro de toda la familia. Sus buenos consejos, así como su incasable preocupación por el bienestar de la familia, sus principios y sus valores son de digna admiración. El mundo necesita sin duda alguna más personas como la que tú eres.

A todos mis amigos en general, los que conozco desde mi infancia, Dr. Carlos Fraga chan y Franco Avena, así como también aquellos nuevos que hice en mi camino por la Universidad.

También quiero agradecer a Daniela Rojas por siempre apoyarme incondicionalmente y nunca darme un no por respuesta cuando necesite de su ayuda, siempre animándome y diciéndome que todo iba a salir bien.

A mi tutor Ricardo Rivas te doy gracias porque eres un ejemplo digno de cómo debe ser el ejercicio de un tutor de la UCAB. Siempre atento, en la búsqueda insaciable de información que no paró de llegarme incluso hasta los últimos momentos de la entrega del TEG. Por hacer que este camino hacia la trascendencia del conocimiento haya valido totalmente la pena.

A las personas del Barrio Santa Ana, esto es para ustedes, por ser mi fuente de motivación. No pierdo la fe, ni la esperanza, ni me queda un ápice de duda que a pesar de las grandes adversidades que afrontamos todos los venezolanos, vamos a salir adelante hacia un futuro mejor y más próspero.

Agradezco también a Valentina Páez, por el aporte de información de calidad que me suministro durante el proceso de elaboración del TEG, así como también a todos los profesionales con los que pude compartir en las entrevistas relacionadas con el tema de riesgo de la vivienda informal.

Agradecimiento especial: a la Fundación Venezolana de investigaciones sismológicas (FUNVISIS) ya que, gracias a las investigaciones adelantadas por ellos, se pudo avanzar en el desarrollo y elaboración del TEG.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN XIV

CAPÍTULO I.- IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES 1

1.1 Consideraciones de la problemática actual 1

1.2 Antecedentes 3

1.2.1 Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) 7

1.2.2 Marco de acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Hyogo (2005-2015) ...7

1.2.3 Encuesta de Condiciones de Vida del venezolano "ENCOVI".....8

1.2.4 Marco de acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Sendai (2015-2030) ...9

1.2.5 "Proyecto Ávila", coordinado y desarrollado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) en el año 2003.....10

1.2.6 "Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela/Informe final" (JICA, 2005).....11

1.2.7 "Caracterización de factores de vulnerabilidad estructural presentes en viviendas de carácter utilitario desarrolladas por grupos de estratos sociales C y D", desarrollado en la Universidad Católica Andrés Bello por Miguel Gastelo y William Zambrano con la colaboración del tutor Guillermo Bonilla en el año 2012. 11

1.2.8 "Riesgo evaluado vs riesgo percibido y su relación con sociedades resilientes", desarrollado en la Universidad Católica Andrés Bello por María Goncalves con la colaboración del tutor Ricardo Rivas en el año 2013. 12

1.2.9 "Análisis de riesgo en viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante amenazas sísmicas" desarrollado por Kateherina Flores y Fabrizio Schiavo Ruiz con la tutoría de Vincenzo Bonadio en el año 2015.....12

1.2.10 “Amenaza sísmica sobre viviendas precarias pertenecientes a sectores populares”, desarrollado en la Universidad Metropolitana por Gabriela Toro con la colaboración del tutor Nicolás Labropoulos en el año 2015. 12

1.2.11 “El riesgo sísmico en Caracas desde una visión integral”, desarrollado en la Universidad Central de Venezuela por Óscar López y Gustavo Coronel en el año 2015. 13

1.2.12 “Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas”, desarrollado por FUNVISIS (Estudio próximo a ser publicado por FUNVISIS a mediados de julio del 2017) 14

1.3 Alcance y limitaciones 14

1.4 Objetivos 15

1.4.1 Objetivo general 15

1.4.2 Objetivos específicos 15

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO 16

2.1 Introducción del marco teórico 16

2.2 Importancia del riesgo y su vinculación con los asentamientos urbanos no controlados 16

2.3 Factores generadores de “vulnerabilidad” en las infraestructuras individuales de los asentamientos urbanos no controlados 18

2.4 “La Amenaza” 22

2.5 “Confiabilidad y Resiliencia Estructural” 23

2.6 Glosario de primer orden. 26

CAPÍTULO III.- MOTIVACIÓN DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO. La naturaleza ofrece lecciones: “La Casuística” 30

3.1 ¿Por qué es importante la casuística en estudios de análisis de consecuencias? 30

3.1.1 Eventos nacionales 31

3.1.2 Eventos internacionales 33

3.2 El análisis del riesgo mediante el análisis de modos de fallo 36

CAPÍTULO IV.- METODOLOGÍA DE ABORDAJE. “Lo Social” y “Lo Científico”. ¿Cómo se organizan para lograr un solo riesgo a gestionar?.....40

4.1 Breve descripción de la zona de estudio. 40

4.2 Tipo de metodología 42

4.2.1 Elaboración del cuestionario de apoyo para zona de estudio. 42

4.2.2 El riesgo Percibido, según Encuesta de Condiciones de Vida (ENCOVI). 45

4.2.3 El riesgo Medido, según la valoración del riesgo sísmico integral. 45

CAPÍTULO V.- DESARROLLO Y RESULTADOS. Valoración del Riesgo por dos paradigmas: Lo Social y Lo Científico.....47

5.1 Riesgo percibido en el Barrio Santa Ana 47

5.2 Riesgo medido en Barrio Santa Ana. 50

5.2.1 Indicador de la amenaza 50

5.2.2 Indicador de vulnerabilidad físico-estructural (I_{VF}).....51

5.2.3 Indicador de vulnerabilidad socio-económica (I_{VS}).....56

5.2.4 Indicador de vulnerabilidad urbana (I_{VU}).....59

5.2.5 Indicadores del riesgo sísmico.....61

5.2.6 Cuantificación de la vulnerabilidad sísmica del Barrio Santa Ana 63

5.3 El índice de vulnerabilidad social y el riesgo percibido (ENCOVI) 69

5.3.1 Efectos de la pobreza 69

5.3.2 Factores de vulnerabilidad e insostenibilidad.....70

5.4 Resultados y su análisis.....73

CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES. 79

6.1 Indicadores de demanda de viviendas informales, como consecuencia de eventos sísmicos: resultados y conclusiones 79

6.2 Escenarios de consecuencias y el post-desastre.....79

6.3 Áreas de “coincidencia en el saber” para los índices de vulnerabilidad y la percepción de ENCOVI 80
6.4 Factores de seguridad versus análisis de confiabilidad 81
6.5 El riesgo incremental vinculado a la disminución constante de la resiliencia 82
6.6 La “Accademia se expresa en la barriada” e identifica el Riesgo Epistémico 85
6.7 La ingeniería civil requerida en actividades de “gobernanza técnica” 85
6.8 Cultura y Riesgo 87
CAPÍTULO VII.- RECOMENDACIONES 89
7.1 Reduciendo índices de vulnerabilidad ciudadana con más información del riesgo medido 89
7.2 El Riesgo de infraestructuras en la formación de los ingenieros civiles 90
7.3 Más esfuerzo ¿más trabajos de grado en riesgo de infraestructuras? 91
7.4 Las viviendas informales bajo consideraciones formales 91
CAPÍTULO VIII.- REFLEXIÓN FINAL 92
8.1 Los anillos urbanos de las metrópolis y el riesgo tolerable 92
8.2 Quizás son problemas con la escala 93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 95
ANEXO A 101
ANEXO B 117
APÉNDICE 124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de vulnerabilidad ciudadana vinculado a factores sociales. Producida por la Encuesta de Condiciones de Vida del venezolano "ENCOVI" 2
Tabla 2. Breve descripción de los trabajos mencionados en la línea de tiempo. Fuente: Elaboración Propia. 5
Tabla 3. Tabla de prioridades para los distintos marcos de acción para la Reducción del Riesgo de Desastres a través de los años, así como las prioridades la UNISDR. Fuente: Elaboración Propia 10
Tabla 4. Desastres naturales y pérdidas económicas representadas por el Producto Interno Bruto del país (ordenado por el % del PIB). Fuente: Elaboración propia. 31
Tabla 5.Cuadro resumen por año-lugar-amenaza-población-porcentaje de los eventos antes mencionado, ordenados por población afectada (ordenado por número de víctimas). Fuente: Elaboración Propia. 36
Tabla 6.Cuestionario de orden ingenieril del cuestionario. Aplicadas en Barrio Santa Ana43
Tabla 7.Cuestionario de orden social y económica del cuestionario. Aplicadas en Barrio Santa Ana.....44
Tabla 8. Refuerzos en los modelos de viviendas y sus impactos en costo. Fuente: Agencia de Cooperación Internacional del Japón.....50
Tabla 9. Indicador de Amenaza Sísmica (I_A). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015). 51
Tabla 10. Indicadores de vulnerabilidad física-estructural y sus pesos (αi). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).....52
Tabla 11. Caracterización y valores del indicador de vulnerabilidad relacionado con el tipo de vivienda (I_{F1}). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015). 52
Tabla 12. Cálculo del indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado al tipo de vivienda. Fuente: Elaboración propia. 52
Tabla 13.Indicador de vulnerabilidad relacionado al material predominante en la pared (IF2). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).....53
Tabla 14. Cálculo del indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado al tipo de material. Fuente: Elaboración Propia. 53

Tabla 15. Indicador de vulnerabilidad asociado al Año de Construcción o Antigüedad (IF3). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).....54
Tabla 16.Indicador asociado a las irregularidades en planta y en elevación (I_{F4}). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).....54
Tabla 17. Cálculo del Indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado con la irregularidad en la planta y elevación. Fuente: Elaboración Propia.....54
Tabla 18. Indicador de vulnerabilidad asociado al efecto de la topografía del terreno (I_{F6}). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015). 55
Tabla 19. Cálculo del indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado con la topografía del terreno. Fuente: Elaboración Propia. 56
Tabla 20. Indicadores de vulnerabilidad socio-económica. Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López. 57
Tabla 21. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de pobreza. Fuente: Elaboración Propia.....57
Tabla 22. Cálculo del indicador socio-económico asociado a los grupos de edades. Fuente: Elaboración Propia. 58
Tabla 23. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de discapacidad. Fuente: Elaboración Propia.....58
Tabla 24. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de dependencia. Fuente: Elaboración Propia.....59
Tabla 25. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de hacinamiento. Fuente: Elaboración Propia.....59
Tabla 26. Servicios disponibles en un radio de 500m. Fuente: ENCOVI 2014. 60
Tabla 27. Cálculo de los indicadores de vulnerabilidad urbana (Ivu). Fuente: Elaboración Propia.....60
Tabla 28. Resultados correspondientes a indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo del Barrio Santa Ana. Fuente: Elaboración Propia. 62
Tabla 29 Resultados correspondientes a indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo en comunidad supuesta No vulnerable. Fuente: Elaboración Propia. 62
Tabla 30. Tabla 29 Resultados correspondientes a indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo en comunidad supuesta altamente vulnerable. Fuente: Elaboración Propia. 63

Tabla 31. Índices de Vulnerabilidad específica y pesos relativos.....64
Tabla 32. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural. 64
Tabla 33. Descripción y distribución porcentual de las tipologías estructurales en el Barrio Santa Ana. Fuente: Elaboración Propia.....66
Tabla 34. Distribución porcentual del número de pisos. Fuente: Elaboración Propia. 66
Tabla 35. Pérdidas humanas para un estado de daño Completo por el ATC-13 (ATC,1985) para una eventual repetición del sismo de 1967. Fuente: “Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas".....69
Tabla 36. Evolución de la pobreza en Venezuela para los años 2014,2015 y 2016.Fuente: Elaboración Propia con datos de ENCOVI. 69
Tabla 37.Características de los escenarios sísmicos a evaluar. Fuente Propia 77
Tabla 38. Resumen de los resultados obtenidos en cuando al número de víctimas, fallecidos y heridos.....79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Marco geodinámico simplificado del límite sur de la Placa del Caribe. Leyenda: FB Falla de Boconó, FSS: Falla de San Sebastián, FEP: Falla El Pilar. Fuente: (Audermard, et al. 2000) 1
Figura 2. Encuesta de hogares por muestreo. 1989-1992 y 1997-2013 (Fuente: Instituto Nacional de Estadística "INE") / 2014-2015 (Fuente: ENCOVI. UCAB-UCV-USB).....3
Figura 3. Línea de tiempo de trabajos profesionales (publicaciones), tesis doctorales y trabajos especiales de grado (TEG) y principales organizaciones que promueven el movimiento mundial para la reducción del riesgo Fuente: Elaboración Propia 6
Figura 4. Valores básicos generales de la UNISDR. Tomado de la página web oficial de UNISDR 7
Figura 5. Logo del Marco de Acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Hyogo. Fuente: UNISDR.....8
Figura 6. Logo de ENCOVI. Fuente: (Pagina web de la Universidad Católica Andrés Bello, 2017).....9
Figura 7. Logo del Marco de Acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Sendai. Fuente: UNISDR. 9
Figura 8. Caratula de la guia preventiva elaborada por Gabriela Toro en el TEG "Amenaza sísmica sobre viviendas precarias pertenecientes a sectores populares" 13
Figura 9. Asentamiento no controlado en la ciudad de Caracas conocido como "Barrio Santa Cruz". Municipio Baruta. Fuente: Fotografía Propia. 18
Figura 10. Plano de exposición solar. Fuente: Página web del Departamento de planificación de NY.....19
Figura 11. Vivienda informal con escalonamiento en la parte superior. Fuente: TEG: Análisis de riesgo en viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante amenazas sísmicas (Flores, K y Ruiz, F. 2015).....20
Figura 12. Vivienda informal con irregularidad en la planta de una edificación de Barrio Santa Ana. Fuente: Fotografía Propia 21
Figura 13. Representación esquemática de la convexidad. Fuente: Libro de Teresa Guevara "Configuraciones urbanas contemporáneas en zonas sísmicas".....22

Figura 14. Mapa de Zonificación sísmica. Fuente: Norma Venezolana Covenin 1756:2001-1. 23
Figura 15. Comparación entre las Curvas de Fragilidad para dos Sistemas Aporticados de Concreto Reforzado, con Detalles de Armado según la Norma MOP 1955 y la Norma COVENIN 2006. Se ilustra también el Desempeño de una Edificación hecha a Base de Grandes Paneles de Concreto Reforzado con Uniones Insuficientemente Reforzadas. Tomado de "Maestría en Gestión Integral Riesgos en Infraestructuras" por J. Grases, 2011, Borrador. 25
Figura 16. Inundación en Antímano. Municipio Libertador. Venezuela. Fuente: Diario EL Universal. 32
Figura 17. Deslave de Vargas en 1999. Edo Vargas. Venezuela. Fuente: Diario EL Universal. 33
Figura 18.Efectos dejados por el fuerte terremoto. Japón. Fuente: Diario CNN. 33
Figura 19. Basílica de Norcia en la Provincia de Perugia, devastada por terremoto. Italia. Fuente: Diario CNN. 34
Figura 20. Vista satelital de las Islas Salomón. Fuente: Mapa de Data de Google 2016. 34
Figura 21. Vista satelital de la población de Mocoa, donde se observa la cercanía del Rio Mocoa. Colombia. Fuente: Mapas de Google. 35
Figura 22.Proceso GIR (Gestión Integral de Riesgo en infraestructuras). Proyecto de solicitud de autorización para Programa de Maestría en gestión Integral de Riesgos en Infraestructura. Tomado de "Proceso GIR": Universidad Católica Andrés Bello,2010. 37
Figura 23. Plano de la Ubicación Geográfica de la parroquia Antímano en la ciudad de Caracas. Fuente: GoogleEarth 2017. 40
Figura 24. Cuadro metodológico de análisis del riesgo. Fuente: Elaboración Propia. 41
Figura 25. Diagrama del cálculo del indicador del riesgo sísmico integral. Fuente: Gustavo Coronel (2016) 46
Figura 26. Modelos construidos. Fuente: Agencia de Cooperación Internacional del Japón 49
Figura 27. Mapa de pendientes del AMC: en verde se encuentran las pendientes menores a 25°; en amarillo las pendientes entre 25° y 45° y pendientes mayores a 45° en rojo. Fuente (Hernández, A y Puerta, M. 2016). 55

Figura 28. Hogares en condición de pobreza. Fuente: ENCOVI.....57
Figura 29. Distribución porcentual de los habitantes del Barrio Santa Ana por grupo de edades. Fuente: Elaboración Propia. 58
Figura 30. Vivienda de mampostería confinada. Fuente Fotografía Propia. 65
Figura 31. Vivienda de mampostería no confinada. Fuente: Fotografía Propia. 65
Figura 32. Sistema mixto de pórticos de mampostería de baja calidad Barrio Santa Ana. Fuente: Fotografía Propia. 65
Figura 33. Sistema mixto de pórticos de mampostería de baja calidad Barrio Santa Ana. Fuente: Fotografía Propia 65
Figura 34. Ubicación del sector de estudio en mapa de microzonificación sísmica de caracas. Fuente: Elaboración propia.....66
Figura 35. Espectros de aceleraciones para cuatro condiciones de sitio distintas. Fuente: “Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López, O et al. 2017).....67
Figura 36.Curva de fragilidad para las viviendas en terreno en pendiente (R3-T2). Fuente: “Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López et al, 2017).....68
Figura 37. Curva de capacidad para viviendas de dos niveles en terreno inclinado. Fuente: “Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López et al, 2017).....68
Figura 38. Índice de vulnerabilidad ciudadana vinculado a factores económicos ante las amenazas naturales. Fuente: ENCOVI 2014. 70
Figura 39. Vivienda informal ubicada en Barrio Santa Ana. Antímano. Fotografía Propia. 71
Figura 40. Empleos informales vs empleos formales en el ámbito laboral de Venezuela. Fuente: ENCOVI 2015. 73
Figura 41.Impactos globales de sismos en las parroquias del AMC. Fuente: Elaboración Propia.....77
Figura 42. Gestión Integral del Riesgo o Gobernanza Interna del Riesgo 84
Figura 43. Fotografía de un asentamiento urbano no controlado de Venezuela. Fuente: Alfredo Cilento Sarli. 94

ABREVIATURAS

AMC: Área Metropolitana de Caracas.

ATC: Consejo de Tecnología Aplicada

CAF: Banco de Desarrollo de América Latina

CEPREDENAC: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central.

COVENIN: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

CVC: Cámara Venezolana de la Construcción.

DRR: Reducción de Riesgo de Desastre.

CRED: Centro de Investigaciones sobre Epidemiología de Catástrofes.

EIRD: Estrategia internacional de Reducción de Desastres.

ENCOVI: Encuesta de Condiciones de Vida.

ENSO: Encuesta Social según ENCOVI.

FUNVISIS: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas.

IGVSB: Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

JICA: Agencia de cooperación del Japón.

La RED: Red Latinoamericana para el Estudio Social de los Desastres.

NBI: Necesidades básicas Insatisfechas.

NZU: Norma de Zonificación Urbana.

TEG: Trabajo Especial de Grado.

UCAB: Universidad Católica Andrés Bello.

UCV: Universidad Central de Venezuela.

UDO: Universidad de Occidente.

UNISDR: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.

USB: Universidad Simón Bolívar.

INTRODUCCIÓN

Ulrich Beck (Alemania,1944 – Alemania, 2015) fue uno de los más importantes sociólogos contemporáneos. Define a la Sociedad del Riesgo *"como la fase de desarrollo de la nueva sociedad moderna donde los riesgos sociales, políticos, económicos e industriales tienden cada vez más a escapar a las instituciones de control y protección de la sociedad industrial"* (Beck, Ulrich. 2002). En Venezuela mucho se ha debatido en cuanto al riesgo y sus consecuencias; sin embargo, la discontinuidad en las políticas públicas aplicadas por los gobiernos de turno, lejos de mejorar las condiciones socioeconómicas de las personas, exacerban la problemática y acercan al país cada vez más a una situación de crítica precariedad.

Para el año 2020, según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), la población venezolana se estima alcance los 32.605.423 habitantes. Aunado a esto, si se analiza con detenimiento a la historia contemporánea venezolana, se podría verificar que Venezuela puede ser catalogada como un "país mono productor de petróleo"; incentivando la movilización y asentamiento de una parte importante de la población a las principales ciudades del país, las cuales no poseen las condiciones urbanísticas ni de servicios públicos necesarias para recibir dicha movilización de personas. Las grandes ciudades del territorio nacional en estos momentos no cuentan con planes de planificación urbana que permitan un crecimiento sustentable de las ciudades. Por esta razón, los "Asentamientos Urbanos No Controlados", se han convertido en un problema de urgencia para la realidad venezolana y para el mundo entero[1].

Actualmente, la mayor parte de la población venezolana habita en dichos asentamientos, usualmente ubicados alrededor de las grandes ciudades. Según datos de la Encuesta de Condiciones de Vida del venezolano (UCAB-UCV-USB. 2015), del total de hogares encuestados para el año 2015, el 64,3% de las viviendas han sido auto producidas y gestionadas por la propia gente que habita en los barrios; donde viven más de 17 millones de personas (cifra que representa a la mitad de la población). Esto sin contar que las grandes ciudades venezolanas se ubican en las zonas de mayor amenaza sísmica del país: la zona norte y la zona andina, incrementando así las posibilidades de vulnerabilidad para las familias que viven bajo estas condiciones. En Caracas, por ejemplo, más del 50% de la población vive en barrios, donde la mayoría de las viviendas son autoconstruidas, sin mínimos principios de ingeniería.

Partiendo que Venezuela es un país en vías de desarrollo, es necesario atender el hecho de que la brecha entre los países en desarrollo y desarrollados no solo persiste, sino que se amplía cada vez más. A pesar de estas dificultades, existe un abanico de herramientas y conocimientos en el mundo actual vinculado a los desastres, pero la

[1] Según datos recuperados por la Organización de las Naciones Unidas en las grandes megalópolis habitan actualmente más de la mitad de la población del mundo entero y para el año 2050 esta cifra habrá aumentado a dos tercios. Son 1000 millones de personas viviendo en asentamientos urbanos no controlados actualmente.

pregunta que surge es: *¿De qué nos sirven todos esos conocimientos*? Si cada día es más notorio que la sociedad se ve afectada considerablemente en materia de infraestructura, generando consecuencias negativas, que quizás con la debida atención que el tema amerita, pudiesen haber sido mitigadas.

El Riesgo en este trabajo se trabajará desde dos enfoques, siendo este el tema central y cómo se relaciona con la vulnerabilidad, la amenaza y la resiliencia de la sociedad actual. Veremos cómo se enfrentan estas dos valoraciones del riesgo, las cuales, con el fin último de la búsqueda del *Desarrollo Sostenible*, debe ser reducida de manera significativa la brecha existente entre ellas. Una será la valoración científica y la otra, relacionada con la sociedad en sí misma.

Dicho esto, este trabajo busca entonces, reducir la distancia que existe entre el riesgo real y el riesgo percibido, vinculado con el desarrollo de la ingeniería de los tiempos actuales, mediante el estudio y análisis del Barrio Santa Ana de la Parroquia Antímano, así como la cuantificación del riesgo a través de publicaciones de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Todo esto con el fin de ayudar y contribuir con un aporte que incremente la seguridad de las infraestructuras y evite las víctimas fatales ante la ocurrencia de amenazas naturales, que podrían tener consecuencias catastróficas y pérdida súbita de hogares.

Los ingenieros actuales, más allá de su rol tradicional de planificadores, proyectistas, programadores y constructores de infraestructuras, deben introducirse en el ámbito de la gestión del riesgo (Rivas, Grases, et al. 2010). En la "Visión Para la Ingeniería Civil en 2025 de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE)" con respecto a esto se menciona que:

> *El mundo de 2025 presenta un medio ambiente de alto riesgo, con la amenaza permanente de los desastres naturales a gran escala y los posibles atentados terroristas. Los ingenieros civiles están a la vanguardia del desarrollo de planteamientos y diseños apropiados para gestionar y mitigar los riesgos, conscientes de que un beneficio elevado puede proceder de soluciones de alto riesgo. Las decisiones de riesgos específicas de cada proyecto se toman a múltiples niveles mientras los ingenieros devienen líderes de la gestión corporativa de los riesgos, e incluso algunos ostentan el cargo de responsable jefe de riesgos.* (ASCE, 2010)

Es por esta razón que muchos países alrededor del mundo, toman en consideración la gestión del riesgo en su marco legal. En Venezuela existe actualmente la "Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos", Gaceta Oficial N° 39.095 del 09 de Enero de 2009, de la República Bolivariana de Venezuela, la cual tiene por objetivo conformar y regular la gestión integral de riesgos socio naturales y tecnológicos, estableciendo los principios rectores y lineamientos que orientan la política nacional, hacia

la armonía y ejecución de las competencias concurrentes del Poder Público Nacional, Estatal y Municipal, en materia de gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos.

Así pues, en el Capítulo I se presentan los Asentamientos Urbanos No Controlados, desde un amplio marco histórico de estudios hechos en Venezuela desde la década de los '80. No es sino hasta el año 2011 que el tema del riesgo, cobra un auge transcendental en el país, ya que a partir de ahí se empezaron a realizar los trabajos de tipo investigativo anualmente y de forma ininterrumpida hasta el año 2016.

El término "confiabilidad" es mencionado con mayor profundidad en el capítulo II. Por otro lado, modernamente, los métodos probabilísticos se han convertido en una herramienta importante, pero una de las cosas más importantes de definir es el instrumento novedoso denominado "Diseño Por Desempeño", es decir, ¿Cuál es el comportamiento esperado del sistema, según la jerarquización de uso? Naturalmente si es un hospital la estructura debe quedar intacta, una estación de policía o de bomberos puede tener grietas, pero no puede colapsar. El diseño por desempeño está caracterizado por las *curvas de fragilidad*, las cuales se construyen a partir de cálculos de probabilidades de excedencia para distintas aceleraciones máximas del terreno y para diferentes estados límites de la estructura.

El Capítulo II aborda, conceptualiza y profundiza los términos más relevantes para una correcta gestión integral del riesgo según visiones y metodologías contemporáneas. Se detallan en los elementos que facilitan un mejor y más amplio entendimiento del fenómeno de los asentamientos urbanos no controlados y su impacto en las sociedades.

El Capítulo III, se refiere a la casuística y su importancia para la consideración del riesgo, a través de eventos y desastres de gran impacto, como lo son el Terremoto de Haití en el año 2010 y el Deslave de Vargas en Venezuela a finales del año 1999. También se revelan estudios que abordan de manera inquietante las pérdidas materiales y humanas ocasionadas por la transformación de amenazas naturales en catástrofes.

El Capítulo IV aborda la metodología con que se llevó a cabo este estudio, haciendo énfasis en el sector de estudio, configurado por una pequeña comunidad llamada Barrio Santa Ana, en la cual, a través de visitas de campo, se pudieron levantar datos de gran importancia para el estudio tomando en cuenta las siguientes publicaciones profesionales: i) "El riesgo sísmico en Caracas desde una visión integral" (Coronel & Lopez, 2015) y ii) "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López, Páez, & Coronel, 2017).

Se inspeccionaron 20 viviendas populares en la parroquia de Antímano de un total de 195 (10% del total) viviendas con los fines de determinar sus características estructurales y evaluar la vulnerabilidad ante la ocurrencia de sismos. El tipo estructural más común (70%) fue la vivienda de mampostería confinada, mientras que el sistema mixto de pórticos de concreto reforzado y mampostería de baja calidad fue del 20%; el

10% restante fue de mampostería no confinada. Se hace uso del análisis de modelos de plasticidad basado en rótulas incluido en estudio de “Ensayos a escala real de viviendas informales típicas de los barrios caraqueños” (Safina, S et al. 2005). Se determinan las vulnerabilidades vinculadas a las configuraciones estructurales. Se utilizan las curvas de fragilidad y curvas de capacidad adaptadas para el desarrollo del capítulo V.

Por último, el Capítulo V se desarrolla a través de una combinación entre los datos levantados en el campo, los estudios de carácter profesional: “El riesgo sísmico en Caracas desde una visión integral” (Coronel & Lopez, 2015), “Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas” (López, Páez, & Coronel, 2017), “El riesgo sísmico en viviendas populares de Caracas” (Páez & López, 2016), “Ensayos a escala real de viviendas informales típicas de los barrios caraqueños” (Safina, S et al. 2005) y el análisis que hace ENCOVI .Este Trabajo Especial de Grado titulado “Indicadores para la estimación de la demanda de nuevas viviendas, vinculadas a niveles de ruina funcional en asentamientos urbanos no controlados”, si bien no es de estructuras propiamente dicho, se conforma a modo de análisis comparativo entre los estudios de carácter profesional antes mencionados para calcular la demanda que pueda surgir por la pérdida de viviendas debido a la ocurrencia de eventos naturales inesperados, los cuales se caracterizan a través de tres eventos destructores.

CAPÍTULO I.- IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

1.1 Consideraciones de la problemática actual

Venezuela se encuentra ubicada en una zona de actividad sísmica de elevada importancia, esto se debe al contacto entre la Placa del Caribe y la Placa Suramericana. La historia sísmica venezolana relata que a lo largo del periodo entre 1530 y 2004 han ocurrido más de 130 eventos sísmicos, de los cuales destacan en Caracas los de los años 1812, 1900 y 1967 (Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas "FUNVISIS", 2017).

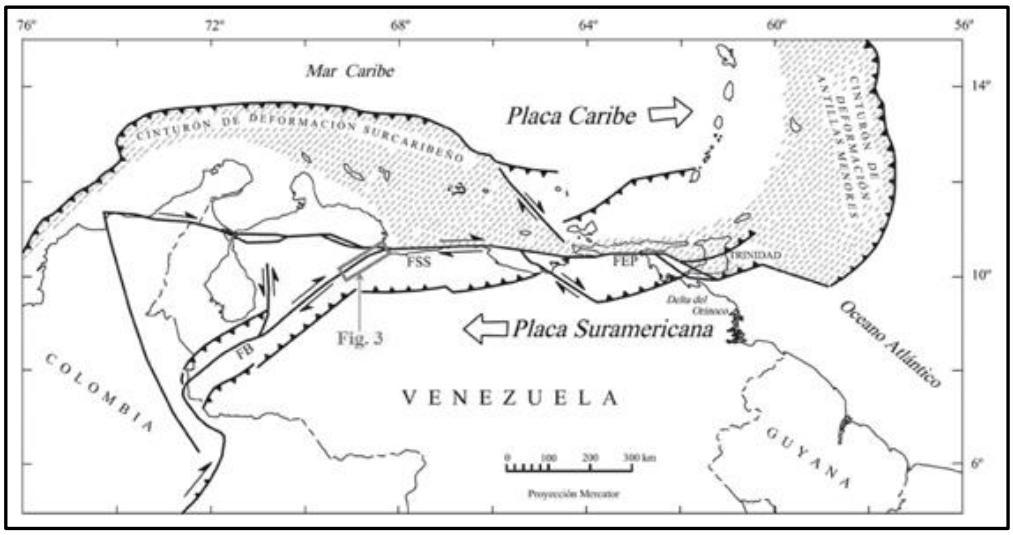


Figura 1.Marco geodinámico simplificado del límite sur de la Placa del Caribe. Leyenda: FB Falla de Boconó, FSS: Falla de San Sebastián, FEP: Falla El Pilar. Fuente: (Audermard, et al. 2000)

Este Trabajo Especial de Grado denominado "***Indicadores para estimación de la demanda de nuevas viviendas, vinculadas a niveles de ruina funcional en asentamientos urbanos no controlados"*** surge dada la presunción que ante la ocurrencia de amenazas naturales que se conviertan posiblemente en catastróficas, la demanda actual de viviendas; registrada para el año 2015, aumente considerablemente.

Asociado a esto, el desarrollo urbanístico de las principales ciudades del país está vinculado a viviendas informales, construidas sin los fundamentos en las normas sismorresistentes, lo cual lleva inevitablemente a las comunidades a estar poco capacitadas para enfrentar un evento sísmico de gran magnitud. Adicionalmente a la información ya suministrada, en el año 2017 se cumplirán los 50 años[2] del terremoto de Caracas, situación que colocaría a la ciudad de Caracas en alerta ante la posible ocurrencia de un nuevo

[2] Terremoto de Caracas de 1967: el 29 de Julio de 1967 se produce en Caracas, Venezuela un movimiento sísmico que duró 35 segundos. El mismo afectó mayormente las zonas de Altamira, Palos Grandes y el Litoral Central. Su magnitud estuvo comprendida entre 6.5-6.7 M_W y dejó un balance de 236 muertos, 2000 heridos y daños materiales de más de 10 millones de dólares estadounidenses.

evento sísmico que afectaría gravemente a la ciudad. Dicho evento generaría un eventual aumento en la demanda de viviendas en la ciudad, la cual ya se encuentra estimada por la Cámara Venezolana de la Construcción (CVC[3]) en 2.442.987 viviendas.

¿Cómo afecta la vulnerabilidad ciudadana a las personas ante las amenazas naturales?

La vulnerabilidad ciudadana pareciera responder a aquellos elementos que hacen que un sistema, en este caso la sociedad, se presente como susceptible o indefensa ante la ocurrencia de alguna catástrofe, devenida de la transformación de una amenaza natural. Para responder esta pregunta, ENCOVI[4] vincula el "***Índice de vulnerabilidad ciudadana ante las amenazas naturales*** "con los factores sociales, económicos y físico-ambientales dónde se toma en cuenta la incidencia directa en la capacidad de los ciudadanos para anticiparse, afrontar y reaccionar de manera segura ante las amenazas, logrando el éxito en las acciones de *Reducción del Riesgo de Desastres.* De esta forma se observa que el 86% de la población venezolana, se encuentra ubicada en la escala media y muy alta en el índice de vulnerabilidad social de la Tabla 1. Entre estos factores, los que más se destacan son la percepción del riesgo ante amenazas naturales, las cuales comprenden: i) percepción del riesgo de incendios; ii) sismos: iii) lluvias, iv) inundaciones y v) deslizamientos. Actualmente el 94 % de la población no tiene información sobre prevención y actuaciones convenientes ante situaciones de Riesgo y/o Desastres Naturales.

Tabla 1. Índice de vulnerabilidad ciudadana vinculado a factores sociales. Producida por la Encuesta de Condiciones de Vida del venezolano "ENCOVI"

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VINCULADO A FACTORES SOCIALES ANTE LAS AMENAZAS NATURALES		
Personas Expuestas	% Población	Escala/ Índice VS
3.926.820	13%	Muy Alto
12.082.523	40%	Alto
9.968.081	33%	Medio
3.322.694	11%	Bajo
906.189	3%	Muy Bajo

Todo esto produce efectos sobre el crecimiento cuantitativo y cualitativo de las mediciones de los índices de pobreza, ya que un ingreso precario, hace que desaparezca la posibilidad de acceso a una vivienda adecuada en caso de un eventual desastre natural.

[3] La Cámara Venezolana de la Construcción fundada el 17 de agosto de 1943, es una Asociación Civil de interés colectivo sin fines de lucro, que tiene por objeto fomentar, desarrollar y proteger la industria de la construcción en el país, así como defender los intereses profesionales de sus miembros y propender a su mejoramiento social, económico y moral.

[4] La Encuesta de Condiciones de Vida del venezolano es desarrollada por la academia a través de las universidades: Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), Universidad Simón Bolívar (USB). Es conocida en el ambiente académico y social como: "*el estudio ENCOVI de las universidades."*

En las últimas dos décadas (1997-2017) el país ha estado afectado por una severa crisis económica que ha complicado el complejo cuadro que se tenía debido a la crisis institucional y la conflictividad política. En este contexto no cabe duda que las condiciones de vida de la población venezolana tienden a deteriorarse, especialmente en los hogares más necesitados y entre los grupos más vulnerables. Hasta hoy las diferentes rutas de acción han sido excluyentes, se han tratado como políticas de Gobierno y no como políticas de Estado; el sector privado no ha sido convocado en toda su capacidad y se usa como subcontratistas pudiendo participar como promotores y constructores propiamente dichos (Cámara Venezolana de la Construcción. 2017)

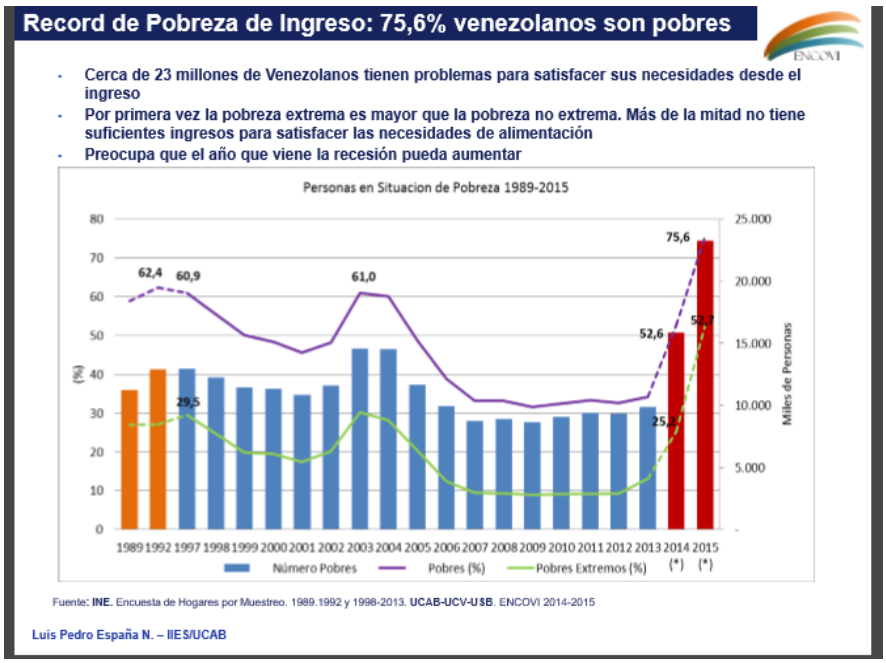


Figura 2. Encuesta de hogares por muestreo. 1989-1992 y 1997-2013 (Fuente: Instituto Nacional de Estadística "INE") / 2014-2015 (Fuente: ENCOVI. UCAB-UCV-USB)

1.2 Antecedentes

El perfil del Ingeniero Civil moderno apunta cada vez más a su participación hacia una sociedad más sustentable y de mejor calidad de vida. En su rol tradicional de planificador, proyectista, constructor, operador de infraestructuras y académico se introduce ahora, la necesidad de formar individuos que puedan actuar como Gestores del Riesgo. (Rivas, Grases, et al. 2010). La Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) se refiere a esto de la siguiente forma:

> *"El Ingeniero Civil está involucrado con la sociedad para crear un mundo sostenible y mejorar la calidad global de vida; los ingenieros civiles se desempeñan con maestría, en forma competente, colaborativa y éticamente: (a) como planificadores, diseñadores, constructores y operadores de infraestructura; (b) conductores responsables del medio ambiente natural y sus recursos; (c) innovadores e integradores de ideas*

> *y tecnologías en los campos públicos, privados y académicos; (d)* ***Gestores para el riesgo e incertidumbre provocados por eventos naturales, accidentes y otras causas****; y (e) líderes en las discusiones y decisiones de las políticas públicas ambientales y de infraestructura".*(ASCE,2006)

En Venezuela se ha registrado un movimiento académico e investigativo hacia la consideración de modelo de gestión hacia la Reducción del Riesgo de Desastres o DRR, por sus siglas en inglés (Disasters Risk Reduction).

De esta manera se observa en la Tabla 2, que desde el año 1988 con el estudio de Iris Rosas (Revista UCV, 1988) acerca de las identificaciones de las etapas constructivas de las viviendas de los barrios, las producciones de estudios vinculados con las gestiones del riesgo se hacen de manera más frecuente en competencia natural con las disciplinas individuales que ofrece el campo de la ingeniería civil, destacan estudios desde las evaluaciones de las respuestas estructurales de infraestructuras civiles (edificios u obras de infraestructura hidráulica). A pesar de que en el año 2003 se realizaron tres trabajos de impacto (Ver Tabla 2), no es sino hasta el año 2011 que el tema del riesgo cobra un auge transcendental en el país, ya que a partir de ahí se empezaron a realizar los trabajos anualmente y de forma ininterrumpida hasta el año 2016. Más importante aún son las contribuciones de Miguel Gastelo y William Zambrano (TEG, UCAB) donde se abordan las vulnerabilidades estructurales de las viviendas informales en el año 2012; María Cristina Goncalves (TEG, UCAB) plantea una evaluación del riesgo evaluado vs el riesgo percibido dentro del campo de la ingeniería civil en el año 2013; Katherina Flores y Fabrizio Schiavo los cuales analizan mediante el software ETABS la vulnerabilidad presente en viviendas informales de mampostería confinada y Gabriela Toro (TEG, UNIMET) en 2015 acerca de las vulnerabilidades en las viviendas del barrio de Petare, las cuales, son aportes de investigación de las más prestigiosas universidades de Venezuela. Esto indica que el análisis y prevención de riesgo despierta un interés en los estudiantes, incluyendo, este Trabajo Especial de Grado. Retomando las ideas de María Cristina Goncalves en su investigación, la prevención de riesgo tiene importancia por lo siguiente:

> *El desarrollo hacia sociedades desarrolladas en la resiliencia ante la ocurrencia de desastres, es una de las inversiones más rentables que un país puede realizar, a fin de reducir la pobreza, mitigar daños y crear alertas eficaces, debido a la creciente problemática con respecto a las repercusiones económicas y víctimas fatales* (Goncalves, M. 2013).

Tabla 2. Breve descripción de los trabajos mencionados en la línea de tiempo. Fuente: Elaboración Propia.

Año	Descripción del trabajo
1988	Descripción de tres etapas constructivas: 1) “Ranchos”, 2) “Mejora de Viviendas” y 3) “Ampliación de Vivienda” (Rosas, I. 1988)
1993	Descripción de características estructurales en barrio Santa Cruz, de las Adjuntas, Parroquia Macarao y en los barrios Carpintero y Valle Alto en Municipio Sucre. (Bolívar, T. 2003)
1998	Análisis de la resistencia a compresión y a corte de muros de bloques de concreto de 15 cm de espesor, confinados por machones y vigas corona (Castilla, E. 1998)
2000	Ensayo de muros en escala reducida (Lafuente, M y Genatios, C. 2000)
2003	Proyecto Ávila: Elaboración de una base cartográfica para la evaluación del riesgo (IGVSB, 2003).
	Evaluación de vulnerabilidad sísmica en asentamientos informales de mampostería (Mebarki, A y Valencia, M. 2003)
2004	Estudio de la resistencia de bloques, ladrillos, pilas y muros, en arcilla y concreto (Fernández, N y Marinilli, A. 2004)
2005	Construcción de cuatro viviendas informales y ensayadas a escala real con carga lateral hasta alcanzar el daño estructural (Safina, S. 2005)
	Proyecto JICA: Modelación de sismos en la ciudad de Caracas (JICA, 2005)
2007	Estudio de propiedades de muros de concreto (Marinilli, A. 2007)
2008	Caracterización de tipologías constructivas en asentamientos urbanos no controlados, así como de las fases constructivas y los materiales predominante (Rosas, et al. 2008)
2011	Uso del método de vulnerabilidad italiano en un asentamiento informal en Mérida (Castillo, A. 2011)
2012	Caracterización de factores de vulnerabilidad en una comunidad de estrato social bajo (Zambrano, W y Gastelo, M. 2012)
2013	Valoración del riesgo (Goncalves, M. 2013)
2014	Uso de modelo HAZUS para estimación de perdidas probables (Bendito, A. 2014)
	Cuantificación de vulnerabilidad y riesgo de una vivienda del barrio Telares de Palo Grande (Fuentes, J y Palacios, L. 2014)
2015	Caracterización de la amenaza sísmica sobre viviendas precarias (Toro, G. 2015)
2016	Desempeño sísmico de viviendas informales e Caracas mediante uso de curvas de fragilidad (Páez, V. 2016)

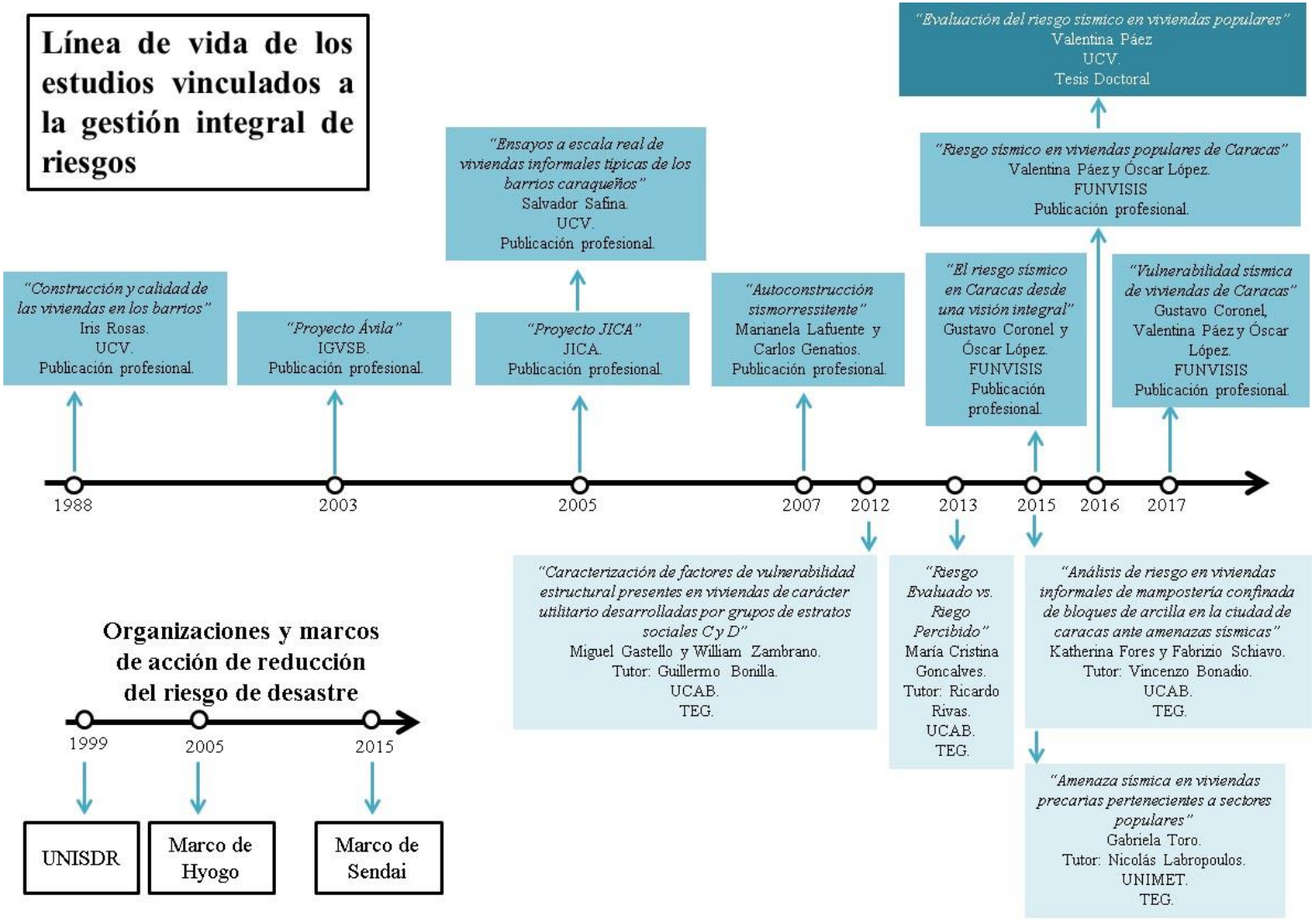


Figura 3. Línea de tiempo de trabajos profesionales (publicaciones), tesis doctorales y trabajos especiales de grado (TEG) y principales organizaciones que promueven el movimiento mundial para la reducción del riesgo Fuente: Elaboración Propia

1.2.1 Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR)

Es una organización que forma parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, que se creó en el año 1999 y sus funciones abarcan los ámbitos sociales, económicos y humanitarios. La UNISDR apoya la implementación del Marco Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, el cual es un acuerdo voluntario de 15 años que establece un enfoque amplio y centrado en las personas para la reducción de riesgo. El Marco Sendai amplia y sustituye al Marco de Acción de Hyogo (2005-2015).

El mandato bajo el cual se rige la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, dicta lo siguiente: "*Servir de centro de coordinación en materia de reducción de desastres en el marco del sistema de las Naciones Unidas, asegurar las sinergias entre las actividades de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), las organizaciones regionales para la reducción de desastres, las actividades socioeconómicas y humanitarias".* (Definido a través de una serie de resoluciones de la Asamblea General de las Naciones Unidas).

Figura 4. Valores básicos generales de la UNISDR. Tomado de la página web oficial de UNISDR

1.2.2 Marco de acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Hyogo (2005-2015)

El Marco de Acción de Hyogo fue aprobado el 22 de enero del 2005 por la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. El Marco de Acción de Hyogo hace referencia a la necesidad de desarrollar indicadores para monitorear los avances en la reducción de desastres. También lo hace en el sentido de que los planes de desastres, deben aplicarse desde una perspectiva de amenazas múltiples más que enfocarse en una amenaza en particular. Esto conllevaría a una mayor eficacia en la reducción del desastre y con un significativo menor costo.

De igual forma se indica que la reducción de desastres debe impartirse a nivel local, ya que las responsabilidades administrativas para manejar factores de riesgo como los permisos de construcción, así como las respectivas normas de zonificación recaen en las autoridades locales encargadas.

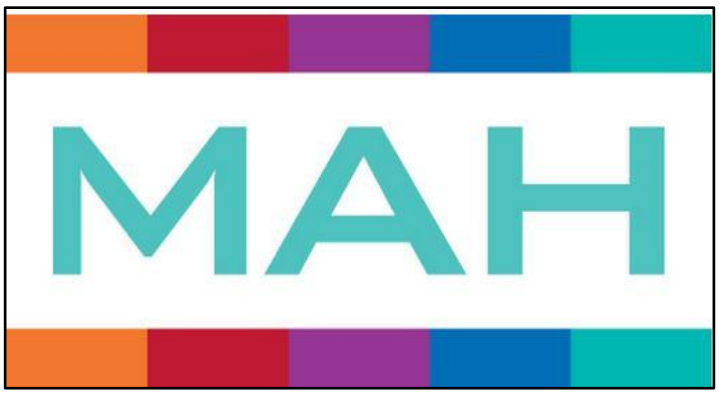


Figura 5. Logo del Marco de Acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Hyogo. Fuente: UNISDR

1.2.3 Encuesta de Condiciones de Vida del venezolano "ENCOVI"

El proyecto Encuesta de Condiciones de Vida de la población venezolana surge en el año 2014 debido a la preocupación compartida por la UCAB, la UCV y la USB frente a la falta de información pública adecuada y oportuna que permita conocer cuál es la situación social del país en los tiempos que corren[5].

Vale la pena recordar que el último gran esfuerzo de levantamiento de una encuesta social en el país se hizo desde el sector público en el año 1998, bajo responsabilidad del INE y los ministerios del gabinete social, con la asesoría de destacados expertos provenientes de las principales universidades de la capital. En ese momento se esperaba que la información emanada de dicha encuesta sirviera de línea base para el nuevo gobierno que entraba en funciones en 1999, adaptando dicha información a políticas públicas y sistemas de gobernanzas que fomentaran el desarrollo de la nación. La encuesta social de 1998 no sólo fue escasamente tomada en cuenta, sino que transcurrieron 16 años para que el país conociera un estudio similar, que se lleva acabo como iniciativa coordinada de la UCAB, UCV y USB para contribuir con el mejoramiento socio-económico y general del país.

Pareciera entonces, que la academia en la actualidad se encuentra severamente preocupada ante la situación que actualmente se vive en la nación. A pesar de que, en este tipo de trabajos en la mayoría de los países, es el sector público el responsable de llevarlos a cabo y la academia de brindar apoyo y sus conocimientos para el diseño, organización, logística y desarrollo de dicho trabajo. Se impone entonces la necesidad de contribuir con la generación de información que esté al alcance de los venezolanos.

[5] Información obtenida de la página web oficial de UCAB y de la USB. Para mayor información se puede consultar: http://www.rectorado.usb.ve/vida/vida2014 y https://politikaucab.net/tag/encovi/

Figura 6. Logo de ENCOVI. Fuente: (Pagina web de la Universidad Católica Andrés Bello, 2017)

1.2.4 Marco de acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Sendai (2015-2030)

El Marco de Sendai adoptado en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrado en Japón, tiene como principal objetivo la reducción de muertes, destrucción y pérdidas causadas por desastres entre los años 2015-2030. Este marco de acción fue adoptado por los países asistentes a la Tercera Conferencia Mundial de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. El Marco de Sendai se fundamenta en elementos que aseguren la continuidad por parte de los Estados en relación al Marco de Acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Hyogo. Una de las innovaciones en este marco es el énfasis puesto en la gestión del riesgo de desastres en lugar de en gestión de desastres, la reducción del riesgo como resultado esperado, la reducción del riesgo existente y reforzar la resiliencia. También se incluye la responsabilidad por parte de los Estados de prevenir y reducir el riesgo de desastres, y la participación de la sociedad y las principales instituciones.

Figura 7. Logo del Marco de Acción de Reducción de Riesgo de Desastre de Sendai. Fuente: UNISDR.

Tabla 3. Tabla de prioridades para los distintos marcos de acción para la Reducción del Riesgo de Desastres a través de los años, así como las prioridades la UNISDR. Fuente: Elaboración Propia

	Año de Creación	Prioridades
UNISDR	2000	-Incrementar la conciencia pública para comprender el riesgo, la vulnerabilidad y la reducción de desastres a nivel mundial. -Obtener el compromiso de las autoridades públicas para implementar las políticas y acciones para la reducción de desastres. -Estimular el establecimiento de alianzas interdisciplinarias e intersectoriales, incluyendo la ampliación de redes para la reducción del riesgo. -Mejorar el conocimiento científico sobre la reducción de desastres.
Marco de acción DRR de Hyogo	2005	-Velar por que la reducción de los riesgos de desastre constituya una prioridad nacional y local dotada de una sólida base institucional de aplicación. -Identificar, evaluar y vigilar los riesgos de desastre y potenciar la alerta temprana. -Utilizar los conocimientos, las innovaciones y la educación para crear una cultura de seguridad y de resiliencia a todo nivel. -Reducir los factores de riesgo subyacentes. -Fortalecer la preparación para casos de desastre, a fin de asegurar una respuesta eficaz a todo nivel.
Marco de acción DRR de Sendai	2015	-Comprender el riesgo de desastres. -Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo. -Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia. -Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

Se observa entonces una necesidad por comprender el riesgo y consagrar los esfuerzos para lograr sociedades más resilientes, así como fortalecer y mejorar los planes de gobernanza; invertir hoy para evitar desastres en el futuro pareciera ser la máxima de la organización de la UNISDR y los dos marcos de acción para la Reducción del Riesgo de Desastres.

Se describen a continuación en mayor grado algunos de los trabajos profesionales (publicaciones), trabajos de campo y trabajos especiales de grado mencionados en la Figura 3 y en la Tabla 2 vinculados de igual manera con la vulnerabilidad y el riesgo, en este caso de las últimas dos décadas:

1.2.5 "*Proyecto Ávila*", coordinado y desarrollado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) en el año 2003.

El objetivo principal del Proyecto Ávila fue la elaboración de la base cartográfica necesaria para la evaluación de los riesgos ante amenazas de origen natural y tecnológico, con lo que se validó y oficializó la información básica por las instituciones participantes. El proyecto comprendió las vertientes norte y sur del Macizo El Ávila y los resultados

tuvieron por finalidad apoyar la toma de decisiones referentes a la reducción de las condiciones de amenaza y de vulnerabilidad y con ello el riesgo de pérdida de vidas y bienes materiales, para evaluarlo con menos incertidumbre respecto a esas variables incidentes en la ocupación territorial y el desarrollo urbano (IGVSB. 2003), ya que esta zona no contaba con instrumentos de orientación idóneos. A través del esfuerzo interinstitucional (nacional e internacional) y multidisciplinario se iniciaría la inclusión de la variable riesgo para la toma de decisiones con respecto a la ordenación del territorio. (Schmitz, M y Hernández, J. 2010).

1.2.6 "*Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela/Informe final*" (JICA, 2005)

El Plan Básico para la Prevención de Desastre para el Distrito Metropolitano de Caracas consistió en simular los terremotos de 1967 y 1812, analizando su posible impacto en Caracas, basándose en el análisis del área en materia del riesgo natural, actividad humana, vulnerabilidad social y capacidad social. Se logró cumplir con la sistematización de los datos sobre las edificaciones de la ciudad con el fin de definir un modelo ideal para la simulación. El estudio abarcó los municipios: Libertador, Sucre y Chacao[6].

1.2.7 "*Caracterización de factores de vulnerabilidad estructural presentes en viviendas de carácter utilitario desarrolladas por grupos de estratos sociales C y D*", desarrollado en la Universidad Católica Andrés Bello por Miguel Gastelo y William Zambrano con la colaboración del tutor Guillermo Bonilla en el año 2012.

El objetivo de este TEG realizado en la Universidad Católica Andrés Bello fue identificar los principales aspectos de vulnerabilidad estructural presentes en la tipología característica de las identificadas en ese Trabajo Especial de Grado como "*viviendas de autoproducción*", desarrolladas en zonas de estratos socioeconómicos C y D, clasificando estos según estudios desarrollados en el país como estratos medio-bajo (C), bajo (D). El método utilizado para la elaboración del estudio, consistió básicamente en un trabajo de campo que tomó como muestra aleatoria un grupo de viviendas ubicadas en la Parroquia Antímano, específicamente localizadas en los sectores El Refugio y Santa Ana, en donde se estudiaron en total 20 viviendas, con base a las cuales se realizó el método investigativo (Gastelo, M y Zambrano, W. 2012).

[6] En el trabajo "Estudios de riesgo de Caracas" se menciona que este plan no se llegó a concluir debido a que los municipios Baruta y El Hatillo no fueron incluidos en el desarrollo del mismo. Quedó como un compromiso la inclusión de dichos municipios en un plan que aplicara los conocimientos y las metodologías obtenidas en este estudio, con la finalidad de formular los planes de prevención de desastres. (Schmitz, M. y Hernández, J. 2010)

1.2.8 "*Riesgo evaluado vs riesgo percibido y su relación con sociedades resilientes*", desarrollado en la Universidad Católica Andrés Bello por María Goncalves con la colaboración del tutor Ricardo Rivas en el año 2013.

Este trabajo, presentado y elaborado a manera de bases de proyecto de investigación, realizó consideraciones en aspectos que se han evaluado como relevantes al considerar el desempeño de la ingeniería en nuestros tiempos. De tal manera, en la primera parte de ese trabajo se presentan las dos esferas influyentes en la consideración del riesgo. Es decir, a la sociedad en sí y a la comunidad científica con sus logros, avances y aspectos que se deban resaltar. Ante esto, el trabajo pretende proponer enfoques o sistemas de evaluación para zonas de coincidencias entre el **Riesgo Percibido vs Riesgo Evaluado** para lograr bases de consideración en el diseño de ciudades resilientes, capaces de diseñar sistemas de alarmas tempranas ante la eventual ocurrencia de eventos catastróficos.

El trabajo abre campos de discusión en "La ontología del riesgo" representando un esfuerzo por ofrecer una nueva interpretación de lo que significa el riesgo de las infraestructuras; interpretación que reivindica, quizás, situarse fuera de las normas y de los programas de enseñanza que han servido de base durante largo tiempo para definir la forma de cómo se observa la ingeniería. Plantea aspectos relacionados con interrogantes como: ¿Es el Factor de Seguridad en los procesos de diseño de ingeniería civil una "garantía en la gestión integral del ingeniero civil? La consideración o la gobernanza del riesgo, desarrollada en ese Trabajo Especial de Grado pone el énfasis no en el concepto general de las obras de infraestructuras, sino en la singularidad de las edificaciones, y su "historia evolutiva particular como infraestructura" dada su exposición ante las amenazas y el surgimiento de vulnerabilidades intrínsecas de la infraestructura.

1.2.9 "*Análisis de riesgo en viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante amenazas sísmicas*" desarrollado por Kateherina Flores y Fabrizio Schiavo Ruiz con la tutoría de Vincenzo Bonadio en el año 2015.

El planteamiento de este TEG se basa en la evaluación de las vulnerabilidades del sistema constructivo de las viviendas informales del AMC. Se implementan modelos estructurales y matemáticos para evaluar las características físico-estructurales de las viviendas informales construidas con mampostería confinada.

1.2.10 "*Amenaza sísmica sobre viviendas precarias pertenecientes a sectores populares*", desarrollado en la Universidad Metropolitana por Gabriela Toro con la colaboración del tutor Nicolás Labropoulos en el año 2015.

Este Trabajo Especial de Grado centra su investigación en diagnosticar las variables causantes de las vulnerabilidades que afectan al barrio de Petare en la Gran Caracas. Con la finalidad de establecer, una vez conocido y estudiado el problema, posibles aproximaciones a soluciones que deben aplicarse para minimizar el nivel de riesgo sísmico.

Esta zona de Caracas fue seleccionada, por la autora, por la gran cantidad de viviendas informales que se encuentran en el sector. Una de las características que comparten las viviendas de este sector son que en su mayoría se encuentran construidas por sus propios habitantes, sin el cumplimiento de los fundamentos establecidos en las normas de construcción; debido a esto, las viviendas del sector serán catalogadas entonces como vulnerables, garantes de riesgo para las viviendas, la comunidad y las personas que ahí habitan.

Como parte del aporte de este TEG se encuentra una guia preventiva de "*consejos para constructores de viviendas informales* "la cual busca dar recomendaciones para construir viviendas seguras y confiables con materiales de uso habitual: bloques, ladrillos acero, concreto reforzado.

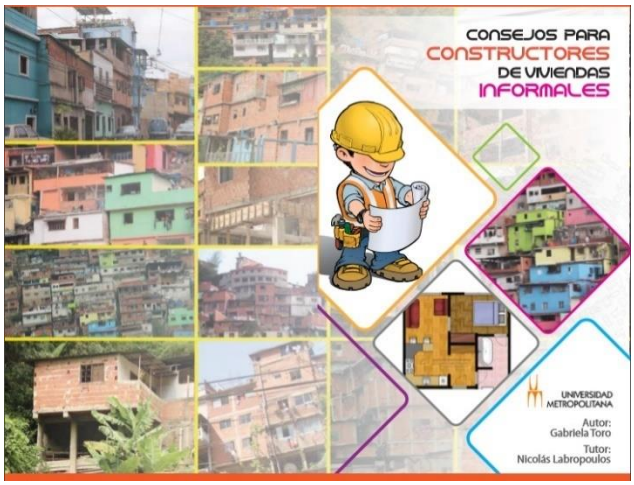


Figura 8. Caratula de la guia preventiva elaborada por Gabriela Toro en el TEG "Amenaza sísmica sobre viviendas precarias pertenecientes a sectores populares"

1.2.11 "*El riesgo sísmico en Caracas desde una visión integral*", desarrollado en la Universidad Central de Venezuela por Óscar López y Gustavo Coronel en el año 2015.

En este trabajo se presenta una metodología para la evaluación del riesgo sísmico integral a través de: 1) La caracterización de la amenaza sísmica; 2) Caracterización del tipo de vivienda, material predominante en pared, año de construcción, irregularidades en planta y elevación y la altura; 3) Datos socio-económicos; e 4) Información geográfica sobre las características urbanas como instalaciones de primera necesidad, espacios estratégicos, para desarrollo y ejecución de planes post-desastre, servicios básicos y principales vías de comunicación.

1.2.12 "*Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas*", desarrollado por FUNVISIS (Estudio próximo a ser publicado por FUNVISIS a mediados de julio del 2017)

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal identificar a través de la inspección de un conjunto de viviendas ubicados en 15 barrios en la Gran Caracas, las características estructurales de las viviendas y la vulnerabilidad de las viviendas ante posibles movimientos símicos en las zonas populares de Caracas. Este estudio se fundamentó en la construcción de curvas de capacidad, fragilidad y vulnerabilidad, así como también análisis estático no lineales y modelación de viviendas a través de SAP 2000 (CSI 2011).

Es importante este estudio, ya que el 58% de las unidades de vivienda en el AMC, de acuerdo al último censo nacional, son casas y ranchos de carácter popular asociado a construcciones informales (INE, 2011).

1.3 Alcance y limitaciones

El siguiente TEG tiene como fin analizar la demanda de viviendas que pudiese existir en caso de que una amenaza natural se convierta en catástrofe, así como también estudiar las características principales que condicionan la respuesta estructural de las edificaciones informales ante un sismo, a nivel individual[7] , bajo factores que puedan representar riegos secundarios, después del evento, así como también las variables socio-económicas y algunas otras consideraciones no menos importantes que determinan la capacidad de las comunidades a sobreponerse a los daños causados por un desastre natural. Se considera, por lo tanto, la unidad expuesta como el Sector Santa Ana de la Parroquia Antímano.

La tipología y caracterización de viviendas se ve limitado al reconocimiento visual de las viviendas informales, debido a que no se logró contar con datos oficiales de tipologías predominantes por sector, sin embargo, es importante mencionar que la tipología de vivienda que se analiza en este trabajo para el cálculo de la demanda de vivienda son de sistemas mixtos de pórticos de mampostería.

No se contó con la información relativa al año de construcción de las viviendas, generando una limitante al momento de analizar si las viviendas tienen algún criterio de normas oficiales, por su parte tampoco se cuenta con información acerca del material en paredes y esta al igual que la tipología se ve limitado a reconocimiento visual.

[7] Los estudios profesionales tratan en su mayoría de los perfiles de respuesta lineal y no lineal de estas estructuras informales o de auto construcción los análisis , para la determinación de daños funcionales .Por tanto la estimación de "demandas de *nuevos hogares"* que puedan surgir por la falla o colapso progresivo es considerado en la metodología , pero con las limitaciones respetivas , por ser causas directas o remotas vinculados a procesos geo-hidrológicos particulares , potenciados por precipitaciones severas.

Las encuestas de condiciones de vida (ENCOVI) del año 2014 contienen información acerca de la vulnerabilidad ante amenazas de carácter físicas y sociales que no se continuaron levantando para los años siguientes, por lo tanto, se trabajó con la data levantada de ese año.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Obtener indicadores para la estimación de la demanda de nuevas viviendas, vinculada a niveles de ruina funcional en "asentamientos urbanos no controlados.

1.4.2 Objetivos específicos

a) Evaluar la demanda epistémica[8] de viviendas.

b) Evaluar el índice de vulnerabilidad estructural.

c) Definir parámetros que ayuden a identificar las viviendas que se encuentran en riesgo.

d) Desde el punto de vista de ingeniería, establecer cuáles de estas viviendas están en riesgo estructural ante un desastre natural.

[8] La epistemología se refiere al estudio de lo oculto o escondido o vinculado muy íntimamente a un proceso; en este caso se refiere la demanda de nuevos hogares, que de hecho "ya existe", porque ya están en condición ruina funcional severa, pero que no conocemos. La única forma de acercamiento a esa Verdad, es mediante los procedimientos para la evaluación del riesgo, que restrinjan el campo de la incertidumbre de sus niveles de vulnerabilidad.

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción del marco teórico

Es necesario una comprensión de la Reducción del Riesgo de Desastres en todas sus dimensiones de vulnerabilidad; tomando en cuenta el grado de exposición de los elementos y bienes, las características de las amenazas para poder aplicar las políticas y prácticas para la gestión del riesgo. Esos conocimientos se pueden aprovechar para la evaluación del riesgo previo a los desastres, para la prevención y mitigación; así como también para la elaboración de planes y respuesta efectiva por parte de los sistemas de gobernanza[9], que sean eficientes en los casos de desastres.

Los elementos que facilitan un mejor entendimiento del fenómeno de los asentamientos no controlados y su impacto en el riesgo en las sociedades no se encuentran en una sola esfera de estudio, como lo es la ingeniería. Por el contrario, requiere de una precisa definición de este fenómeno proveniente de diferentes disciplinas como: la sociología, la economía y la arquitectura. Por esta razón se considera fundamental definir y profundizar en esta sección, conceptos claves que serán incorporados en el desarrollo del TEG.

A continuación, se presenta una de las diversas expresiones para representar el riesgo, en función de la vulnerabilidad, la amenaza que corresponda al sistema en estudio y la resiliencia como factor reductor del riesgo.

$$R = \frac{A \times V}{Re} \qquad (1)$$

R= Riesgo V= Vulnerabilidad

A= Amenaza Re= Resiliencia

2.2 Importancia del riesgo y su vinculación con los asentamientos urbanos no controlados

En un artículo titulado "Una visión conveniente de la consideración del riesgo y la incertidumbre en los sistemas de enseñanza de la ingeniería civil" Ricardo Rivas refiere lo siguiente:

> *El análisis de riesgo resulta de una amplia serie de estudios para configurar condiciones en la toma de decisiones precisas, que logren disminuir, controlar y mitigar los daños y pérdidas. Es evidente que una*

[9] El Marco de Sendai hace referencia en la prioridad 2 de acción que: La gobernanza del riesgo de desastres en los planos nacional, regional y mundial es de gran importancia para una gestión eficaz y eficiente del riesgo de desastres a todos los niveles. Es necesario contar con claros objetivos, planes, competencia, directrices y coordinación en los sectores y entre ellos, así como con la participación de los actores pertinentes. Por lo tanto, el fortalecimiento de la gobernanza del riesgo de desastres para la prevención, mitigación, preparación, respuesta, recuperación y rehabilitación es necesario y fomenta la colaboración y las alianzas entre mecanismos e instituciones en la aplicación de los instrumentos pertinentes para la Reducción del Riesgo de Desastres y el desarrollo sostenible. (Marco de Sendai, DRR 2015-2030)

> *primera etapa sería la evaluación cualitativa del riesgo donde la vulnerabilidad y la amenaza se estudien independientemente, con la finalidad de obtener el cuál, por qué y el cómo de la investigación del análisis o gestión integral del riesgo.* (Rivas, R. 2016)

En todas las naciones del mundo se afronta de manera diferente la prevención del riesgo, esto sin duda alguna, es debido a la cultura, la localización geográfica, a las enseñanzas que desde la infancia se imparten, así como también a los sistemas de gobernanzas locales. En el caso de Venezuela es sorprendente ver como las personas perciben el riesgo, donde más de la mitad de la población de la ciudad capital, por ejemplo, habita en asentamientos urbanos no controlados, las cuales se someten a niveles de exposición de riesgo elevados, sin observar las vulnerabilidades que tienen sus propias casas o el lugar donde se edifican. El porqué de la exposición ante los peligros tiene muchas aristas, entre las cuales destacan: los niveles extremos de pobreza, la falta de conocimiento y la poca planificación social.

El entendimiento del riesgo es un pilar fundamental dentro de esta problemática, los expertos deben entender que más allá de conocer los conceptos y sus implicaciones, lo más importante es trasladar el concepto de *convolución*[10] entre la amenaza y la vulnerabilidad a la sociedad en forma de alerta. Solo así, los conocimientos se traducirán en medidas que conlleven a una disminución de las vulnerabilidades y a la aceptación de las amenazas para las personas y sus comunidades.

En este orden de ideas, el término *asentamientos no controlados* es la denominación común que actualmente se le da en Venezuela a los "ranchos". Fenómeno que se produce mayoritariamente en países en vías de desarrollo o países del tercer mundo, ya que los problemas o deficiencias estructurales en los mismos son semejantes. Su desarrollo ha permitido suavizar la demanda epistémica de viviendas a las familias de escasos recursos, necesitadas de vivienda. Nora Elena Mesa menciona que:

> *El calificativo "no controlado" se utiliza para hacer referencia a los asentamientos que se construyen y se desarrollan sin cumplir con los códigos de urbanismo vigentes en el momento de su surgimiento. Asentamientos que carecen de un visto bueno oficial en sus inicios respecto a: factores de localización, uso, ocupación del espacio, etc. De esta forma, estamos denominando asentamientos no controlados, a aquellos que son autoproducidos y/o definidos al margen de las oficinas planificadoras.* (Mesa, N. 1985)

[10] Convolución: concepto matemático que se refiere a concomitancia y mutuo condicionamiento de la amenaza y la vulnerabilidad. (Cardona, O. D. 2001)

Figura 9. Asentamiento no controlado en la ciudad de Caracas conocido como "Barrio Santa Cruz". Municipio Baruta. Fuente: Fotografía Propia.

2.3 Factores generadores de "vulnerabilidad" en las infraestructuras individuales de los asentamientos urbanos no controlados

Los conceptos que se mencionan a continuación explican los distintos mecanismos de construcción presenten los asentamientos urbanos no controlados venezolanos, los mismos se menciona para tener una idea global de cómo se encuentran construidas dichas edificaciones Según EIRD[11] la vulnerabilidad se entiende como el aumento de la susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto de amenazas, debido a condiciones de procesos físicos, sociales, económicos y ambientales. Por su parte Allan Lavell[12] define este término de la siguiente manera:

> *Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antrópico. Representa también las condiciones que imposibilitan o dificultan la recuperación autónoma posterior.* (Lavell, A. 2004)

En el contexto de lo anteriormente mencionado, es necesario entonces, para este estudio, incorporar elementos relacionados con los tipos de irregularidad geométrica en alzado y planta descritos por la profesora Teresa Guevara[13], así como también otros

11 La Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres es un marco de acción cuya visión es habilitar a las sociedades para resistir a los peligros naturales y desastres tecnológicos y ambientales, con el propósito de reducir las pérdidas ambientales, humanas, económicas y sociales. (UNISDR, 2017)

12 Allan Lavell: Coordinador del programa para el Estudio Social de los Riesgos y Desastres (FLACSO) (1992- a la fecha). Coordinador para América Central y el Caribe, Red Latinoamericana para el Estudio Social de los Desastres (LA RED) (1992-a la fecha). Co Investigador Principal la Gestión de los Riesgos de Desastres ENSO y Patrones de Riesgo. Además, cuenta con 70 publicaciones académicas en temas relacionados con riesgo y desastres.

13 Teresa Guevara Pérez: Arquitecta por la Universidad de los Andes, Venezuela, con diploma de posgrado en Gerencia de la construcción industrializada de la Architectural Association Graduate School, Inglaterra

factores generadores de vulnerabilidad pertinentes. Ya que las edificaciones, mayoritariamente aquellas vinculadas a asentamientos urbanos no controlados tienen discontinuidades físicas en sus sistemas resistentes a fuerzas laterales.

- **Irregularidad geométrica en alzado**

La irregularidad geométrica en alzado viene caracterizada por la forma de la edificación, así como la localización de los elementos resistentes, como los son muros, las columnas y vigas, sin embargo, la característica principal de la mencionada ya irregularidad geométrica son los *retranqueos,* "*el cual no es más que el efecto de construir el muro de la fachada de la parte superior de un edificio más hacia adentro que el resto de la fachada"* (Guevara, T, 2012). Si bien los retranqueos son a razón de las normas de zonificación urbanas; en algunos casos ésta configuración se efectúa para permitir entradas de luz y aire. Entre los retranqueos más comunes se encuentran *el escalonamiento en la parte superior del edificio, los voladizos* y *los cuerpos entrantes y salientes.*

a) Escalonamiento en la parte superior del edificio: según el glosario de la Norma de Zonificación Urbana (NZU) de Nueva York de 2006 define este concepto y lo ilustra con la Figura 10[14]:

> El plano de exposición solar [*sky exposure plane*] es un plano virtual inclinado que comienza a una altura determinada de la fachada del edificio [*base height*] y se eleva hacia adentro de la parcela con una porción entre la distancia vertical y la horizontal establecida en las regulaciones de la zona. Está diseñada para permitir la entrada de luz y aire a nivel calle, principalmente en las zonas de alta y media densidad y no debe ser penetrado por el edificio (exceptuando las obstrucciones permitidas).

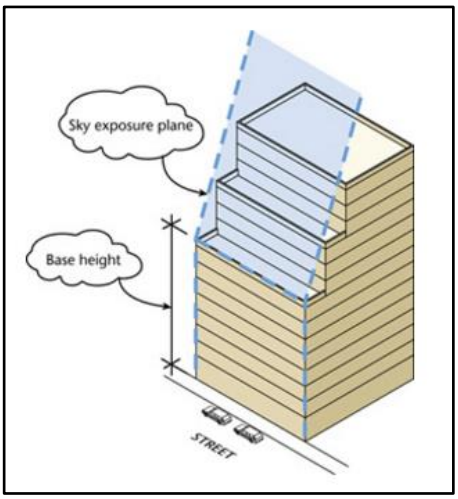


Figura 10. Plano de exposición solar. Fuente: Página web del Departamento de planificación de NY

(1975), Máster de Arquitectura (1986) y PhD. en Arquitectura (1989) de la Universidad de California en Berkeley, especializada en edificios sismorresistentes.

[14] Definición de Sky exposure plane, New York City, Departament of City Planning, NYC zonning glossary.

Figura 11. Vivienda informal con escalonamiento en la parte superior. Fuente: TEG: Análisis de riesgo en viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante amenazas sísmicas (Flores, K y Ruiz, F. 2015)

b) Los voladizos: debido a las vibraciones en el terreno, se generan fuerzas verticales importantes que afectan los componentes horizontales de la edificación, como las vigas y las losas de piso las cuales pueden aumentar o disminuir los efectos de la gravedad y pueden generar momentos en la base del voladizo y posteriormente se puede dar un agrietamiento en el concreto por dicha vibración, en la Figura 11 se puede observar un pequeño voladizo a nivel de planta. Teresa Guevara dice acerca de este tipo de irregularidad que:

> *Al debilitarse el concreto en la base del voladizo, como el acero longitudinal no trabaja bien a corte y debido a la falta de redundancia, se produce la falla y puede llegar hasta el colapso. Se debe evitar en los voladizos la concentración de masas excesivas, sobre todo en el extremo, pues aumenta el momento en la base (…)* (Guevara, T. 2012)

c) Cuerpos entrantes y salientes: esta irregularidad se caracteriza por "cuerpos que sobresalen del plano que define el volumen del edificio y que tienen carácter de habitables u ocupables y pueden ser cerrados, semicerrados y abiertos" (Noguera, J. 1984). El uso de este tipo de irregularidad se debe principalmente a decisiones estéticas. En este caso Teresa Guevara nos menciona que:

> *Se genera con esta irregularidad la variación brusca de la dimensión horizontal del diafragma y el desplazamiento horizontal de las paredes de fachada, de un piso con relación a la del contiguo o contiguos, y dan*

lugar a la formación de diferentes cuerpos, los cuales se acoplan para conformar una sola unidad estructural. (Guevara, T. 2012)

- **Irregularidad geométrica en planta**

La irregularidad geométrica en planta de una edificación viene caracterizada principalmente por el cumplimiento de las normas sanitarias, las cuales prohíben iluminar y ventilar única y exclusivamente por medios artificiales. Por ejemplo, las *Normas sanitarias venezolanas para proyecto, construcción, reparación y mantenimiento de edificacione*s acotan que[15]:

> *Se prohíbe que los estares [cuartos de estar] y comedores, de las edificaciones para viviendas, los dormitorios de cualquier edificación y las aulas de clases en las edificaciones de escuelas, colegios, liceos y similares, sean iluminados y ventilados exclusivamente por medios artificiales. (*Normas sanitarias venezolanas para proyecto, construcción, reparación y mantenimiento de edificaciones, 1988)

Figura 12. Vivienda informal con irregularidad en la planta de una edificación de Barrio Santa Ana. Fuente: Fotografía Propia

- **La convexidad**

Para definir la irregularidad en planta es importante destacar la presencia de áreas entrantes o retranqueos. Estas áreas definen la condición de *no convexidad* ya que un

[15]*Normas sanitarias venezolanas para proyecto, construcción, reparación y mantenimiento de edificacione*s, ministerio de Sanidad y Asistencia Social y del Desarrollo Urbano, *Gaceta Oficial* N° 4.044 Extraordinario, del 8 de septiembre de 1988, capítulo IV, De la iluminación y ventilación natural de los locales de las edificaciones, articulo 36, Caracas 1988.

polígono es convexo si todos sus segmentos que unen un par de puntos están completamente dentro de su perímetro, un ejemplo de esto sería una planta cuadrada, mientras que no convexo[16] es aquel en que no todos los segmentos que unen un par de puntos se en encuentran dentro de la figura, como se muestra en la Figura 13. Según Teresa Guevara:

> *Cuando vibra el terreno, cada uno de estos cuerpos que están unidos para conformar una sola edificación, oscila en sentido y con frecuencia diferente con relación uno al otro, debido a sus propias características dinámicas y su orientación con relación a la dirección predominante del movimiento del terreno (…)* (Guevara, T. 2012)

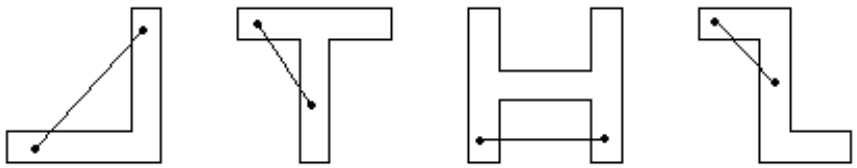


Figura 13. Representación esquemática de la convexidad. Fuente: Libro de Teresa Guevara "Configuraciones urbanas contemporáneas en zonas sísmicas"

2.4 "La Amenaza"

Según la terminología[17] sobre Reducción del Riesgo de Desastres de la UNISDR la amenaza es entendida como:

> *Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales* (UNISDR, 2009)

Por otro lado, José Grases[18] hace referencia en su texto Venezuela. *Amenazas naturales: terremotos, maremotos y huracanes*, a la amenaza de la siguiente manera:

[16]No se debe confundir con el termino cóncavo utilizado en el ámbito de la óptica para precisar la cara interior de una superficie curva.

[17]La terminología de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR) tiene como propósito promover un entendimiento y la utilización en común de conceptos relativos a la DRR, al igual que prestar asistencia a los esfuerzos dirigidos a la Reducción del Riesgo de Desastres por parte de las autoridades, los expertos y el público en general (UNISDR, 2009)

[18]José Grases Galofré: José Grases: Ingeniero Civil, opción Estructuras, Universidad Central de Venezuela (UCV) 1959, con pasantía en Technische Hochshule München, 1960-1961 y Doctorado en Ciencias de la Universidad Central de Venezuela en 1974, institución donde ejerció la docencia en la Facultad de Ingeniería hasta alcanzar la categoría de Titular. Grases ha sido Profesor visitante de la Universidad Metropolitana (Venezuela); Imperial College, London University (Inglaterra); y la Politécnica de Barcelona, (España). Además, ha sido coordinador y docente de cursos de ingeniería Sísmica UNESCO-RELACIS (1990-1997) en

Los fenómenos de la naturaleza no constituyen amenazas por sí mismo. Fenómenos de ocurrencia esporádica, como las inundaciones, no serían una amenaza sino fuera por la ocupación por parte del hombre de áreas inundables, así como los temblores de tierra no pueden considerarse destructores en áreas deshabitadas. (Grases, 1994).

A continuación, se presenta en la Figura 14 el mapa de zonificación sísmica[19] de Venezuela donde se puede observar la amenaza sísmica del país.

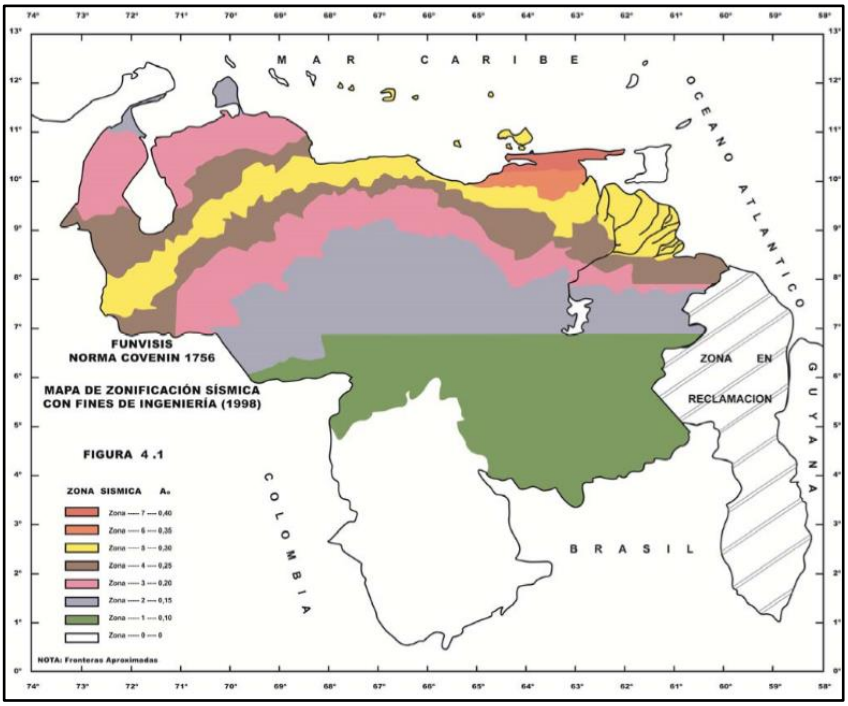


Figura 14. Mapa de Zonificación sísmica. Fuente: Norma Venezolana Covenin 1756:2001-1.

2.5 "Confiabilidad y Resiliencia Estructural"

Modernamente, los métodos probabilísticos se han convertido en una herramienta importante, pero una de las cosas más importantes de definir es el ***Diseño Por Desempeño***, es decir, *¿Cuál es el comportamiento esperado del sistema, según la jerarquización de su uso?* Naturalmente si es un hospital la estructura debe quedar intacta, una estación de policía o de bomberos puede tener grietas, pero no puede colapsar.

Guatemala, República Dominicana, Panamá, Jamaica, El Salvador, Trinidad y Ecuador. Coordinador y miembro de la Comisión ponente de las nuevas Normas para el diseño de edificaciones sismorresistentes (COVENIN - MINDUR: 1982; 2001) Coordinador del Proyecto CONICIT para la actualización de la nueva Norma para el Diseño de Edificaciones de Concreto Armado (COVENIN 1753-2003). Director del International Association for Earthquake Engineering (IAEE, Tokyo), 1977-1981.

[19] En este TEG la amenaza sísmica que se utilizará para el cálculo de la demanda de viviendas sobrevenida debido a la ocurrencia de un sismo serán tres: el sismo de 1812 y 1967 y un sismo supuesto que podría ocurrir en cualquier segmento a lo largo de la traza de Tacagua-El Ávila.

El diseño por desempeño está caracterizado por las ***Curvas De Fragilidad***, las cuales se construyen a partir de cálculos de probabilidades de excedencia para distintas aceleraciones máximas del terreno y para diferentes estados límites. Arnaldo Gutiérrez[20] se refiere a esto de la siguiente forma:

> *Existe el término resiliencia que es recuperar el sistema a su operatividad lo antes posible, pero ahorita mientras tanto con la filosofía que tenemos, nos estamos manejando con los estados límite. Esta es la única prueba que tenemos de que estamos haciendo las cosas más o menos bien, porque, ¿cómo yo me planteo la pregunta y me doy la respuesta?, tengo que tener un mecanismo que me diga si lo estoy haciendo bien o no.*

José Grases hace mención a las interrogantes antes planteadas en su "Nota Sobre La incorporación de conocimiento incierto en la ingeniería estructural venezolana", resaltando lo siguiente: "*Desde hace ya unas cuantas décadas el viejo concepto de Factor de Seguridad fue sustituido por el de 'confiabilidad', entendido este como el complemento de la probabilidad de ruina…"* (Grases, J. 2011-2012)

En su forma más básica, el problema de confiabilidad considera solamente la relación que existe entre la resistencia del sistema y la solicitación a la que este se encuentra sometido. Debido a la naturaleza incierta de la resistencia y la solicitación se describen como variables aleatorias, que deben ser caracterizadas por funciones de probabilidad. Si se designa como (X) una determinada variable aleatoria y (x) un valor particular, la probabilidad de que (X) esté comprendida entre dos valores ($x_{1)}$ y (x_2), expresándolo como P [$x_1 \leq X \leq x_2$], es el área bajo la curva que caracteriza la distribución de densidades de probabilidad. Para Grases esta ecuación se designa de la siguiente forma:

$$P\,[x_1 \leq X < x_2] = \int f_x(x)_{\,x}\, dx \qquad (2)$$

Pareciera que el factor de seguridad presenta problemas con respecto a su interpretación determinística, debido a la invarianza, que no es bueno para modelos que están ligados a una naturaleza incierta. El manejo probabilístico de la incertidumbre, surge como la mejor alternativa en este proceso y la confiabilidad como el inverso aditivo de la probabilidad.

Un ejemplo de las curvas de fragilidad es presentado en la Figura 15. En la misma se realiza una comparación entre las Curvas de Fragilidad para dos sistemas aporticados de Concreto Reforzado, con Detalles de Armado según la Norma MOP 1955 y la Norma COVENIN 2006. Se ilustra también el Desempeño de una Edificación hecha a Base de Grandes Paneles de Concreto Reforzado con Uniones Insuficientemente Reforzadas.

[20] Arnaldo Gutiérrez: Co-autor de la Norma COVENIN 2003:1986 Acciones del Viento sobre las Construcciones. Profesor de las Universidades Católica Andrés Bello, Central de Venezuela y Centro Occidental Alvarado; Venezuela.

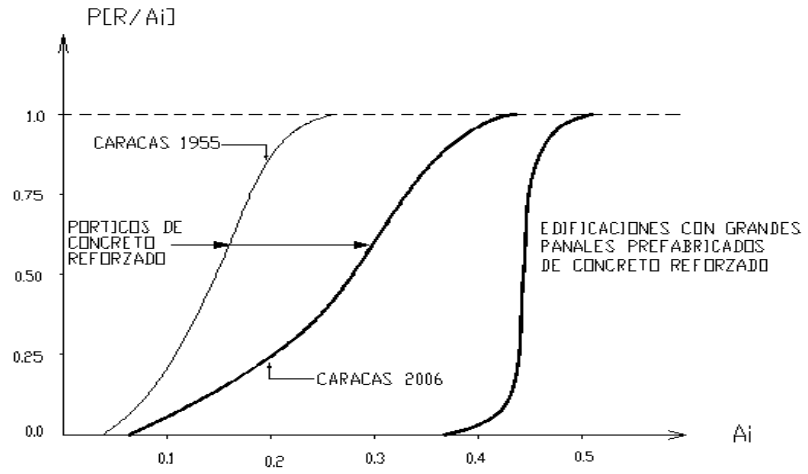


Figura 15. Comparación entre las Curvas de Fragilidad para dos Sistemas Aporticados de Concreto Reforzado, con Detalles de Armado según la Norma MOP 1955 y la Norma COVENIN 2006. Se ilustra también el Desempeño de una Edificación hecha a Base de Grandes Paneles de Concreto Reforzado con Uniones Insuficientemente Reforzadas. Tomado de "Maestría en Gestión Integral Riesgos en Infraestructuras" por J. Grases, 2011, Borrador.

De lo anterior se desprende un punto importante, la ratificación de la existencia de la resiliencia estructural. Arnaldo Gutiérrez comentaba que la resiliencia es la capacidad de "*recuperar el sistema a su operatividad lo antes posible*" (Gutiérrez, 2013) ante la ocurrencia de un evento. Si bien es cierto las curvas de fragilidad hoy en día son el mecanismo más innovador planteado en las Normas, el diseño por condiciones de fragilidad no permite que la estructura se deforme en un cierto porcentaje ya establecido[21].

La estimación de consecuencias negativas se caracteriza con la ***Probabilidad de Falla***, la cual está vinculada con la ***Confiabilidad***. El término confiabilidad está relacionado con una medida del estado de un sistema, en cuanto a la posibilidad de cumplir su función.

María Barreiro menciona lo siguiente con respecto a este término:

> *Confiabilidad es* [un factor] *dedicado específicamente a la estructura que vamos a diseñar, porque actualmente con los factores que se tienen, son factores generales para cualquier tipo de estructura y la norma no puede cubrir casos específicos, entonces los mismos factores de reducción y mayoración no me van a dar la misma probabilidad de falla en una estructura que en otra. El futuro es trabajar ya con" confiabilidad".*

[21] Numerosos trabajos buscan llegar a acuerdos con respecto a la mejor manera de diseño de fragilidad y a su vez de la incorporación de la resiliencia estructural, entre ellos se encuentran: (a) Paparoni, M. (2009) "Definiciones aplicables a las transformaciones afines en estructuras"; (b) Coronado, O. & Peña, O. (2011). "Configuraciones estructurales extremas. Una búsqueda de variables sistemáticas definitorias, las elipses plantares". (Trabajo especial de grado). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela; (c) Kabir, M; kalali, A., Shahmoradi, R. "Cyclic behavior of perforated masonry walls strengthened with fiber reinforced polymers". Artículo presentado en 15 WCEE, Lisboa 2012, etc.

Pareciera entonces que la confiabilidad abarca mejor los conocimientos del ingeniero, ya que requiere del estudio y análisis de la estructura de una manera profunda y detallada. La consideración de la Norma en cualquier proyecto es fundamental, sin embargo, no puede cubrir casos específicos lo que la convierte en un material de apoyo para continuar los análisis de la estructura en estudio.

De igual forma María Barreiro aborda el tema en el capítulo VII titulado "Cambios de Normas Sísmicas y confiabilidad estructural" en el libro de J. Grases "Ingeniería Forense y Estudios de Sitio Guía para la Prevención de Gestión de Riesgos":

> *Los conceptos de la teoría de confiablidad son usados en realidad para cuantificar la probabilidad de falla de la estructura en un lapso de tiempo determinado. El objetivo del diseño, basado en criterios de confiablidad, es tomar en cuenta la incertidumbre de las variables involucradas y dimensionar los miembros usando los principios de la teoría de las probabilidades; se acepta así un riesgo de falla en su respuesta, el cual se limita a valores suficientemente pequeños.* (Barreiro, 2006).

2.6 Glosario de primer orden.

A los efectos de presentar un glosario de referencia, a continuación, se incluyen diversos conceptos que son importantes conocer de antemano. Por otra parte, hay una serie de definiciones que surgirán a lo largo del trabajo, que por conveniencia del desarrollo del trabajo se conceptualizarán a lo largo del mismo, ya que las definiciones de esas palabras, fuera del contexto de lo que se quiere explicar, podrían ser estériles**.**

- *Alertas Tempranas:* es el conjunto de capacidades necesarias para generar y difundir información de alerta que sea oportuna y significativa, con el fin de permitir que las personas, las comunidades y las organizaciones amenazadas por una amenaza se preparen y actúen de forma apropiada y con suficiente tiempo de anticipación para reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas o daños. (2009 UNISDR, Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres)
- *Amenaza:* Los fenómenos de la naturaleza no constituyen amenazas por sí mismo. Fenómenos de ocurrencia esporádica, como las inundaciones, no serían una amenaza sino fuera por la ocupación por parte del hombre de áreas inundables, así como los temblores de tierra no pueden considerarse destructores en áreas deshabitadas. (Grases, 1994).
- *Apartamento en edificio*: Local utilizado como vivienda familiar que forma parte de la estructura de un edificio y que tiene acceso desde un área común de circulación (INE, 2013)

- *Apartamento en edificio*: vivienda del tipo apartamento que se encuentra dentro de un edificio de construcción formal y de uso residencial (INE, 2013)
- *Apartamento en quinta, casaquinta o casa*: Local que forma parte de otra vivienda y que posee instalación de cocina y servicio sanitario exclusivo. Posee acceso independiente o desde un área común de circulación (INE, 2013)
- *Casa de vecindad*: Estructura que contiene varias piezas o cuartos usados como viviendas familiares, donde los servicios sanitarios y el abastecimiento de agua están fuera de los mismos, con áreas internas de uso común (INE, 2013)
- *Casa*: Local utilizado como vivienda familiar construido con materiales tales como: bloque o ladrillo frisado o sin frisar, concreto, madera aserrada, adobe, tapia o bahareque frisado en las paredes; platabanda, teja, asbesto o láminas metálicas en el techo; mosaico, granito y similares o cemento en el piso. Aquí se incluye a las casas tradicionales de tapia y teja, las casas construidas con materiales modernos (poli cloruro de vinilo), la vivienda rural de Malariología o las casas construidas por el INAVI, los institutos Regionales o Municipales de vivienda y casas de barrio (INE, 2013)
- *Curvas de fragilidad:* para la generación de estas curvas de fragilidad es importante tener un entendimiento sobre los mecanismos de respuesta de una estructura para diferentes estados de demanda sísmica, los cuales varían entre movimientos frecuentes de baja intensidad hasta movimientos fuertes poco frecuentes. Estas curvas son de gran utilidad para los ingenieros de diseño, investigadores, expertos de fiabilidad, expertos de compañías de seguros ya administradores de sistemas críticos, tales como hospitales y autopistas, entre otros. Son esenciales para estudios de evaluación de riesgo sísmico de los sistemas estructurales.
- *Desarrollo Sostenible*: relativo al interés público, en que se permita el crecimiento económico y el uso de los recursos naturales a nivel mundial, pero teniendo muy en cuenta los aspectos medioambientales y sociales globales, para que a largo plazo no se comprometa ni se degrade.
- *Factor de seguridad*: es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido.
- *Incertidumbre*: concepto o situaciones que podría estar relacionada con el azar, la duda o la indecisión.
- *Necesidades Básicas insatisfechas*: es un método que se basa en definir un conjunto de necesidades que se consideran básicas para el bienestar de los hogares y considerar la pobreza como " la situación de aquellos hogares que no logran reunir, en forma relativamente estable los recursos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de sus miembros" (Pagina WEB del INE, 2017).

- *Probabilidad*: método mediante el cual se obtiene la frecuencia de un suceso determinado mediante la realización de un experimento aleatorio.
- *Quinta o casaquinta*: vivienda familiar construida con materiales tales como: bloque o ladrillo frisado, concreto o madera aserrada en las paredes; platabanda o teja en el techo; mosaico, granito y similares en el piso. Posee jardines en su parte delantera, con áreas de construcción importante donde principalmente habitan los estratos sociales de mayor ingreso económico (INE, 2013)
- *Resiliencia:* La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. (2009 UNISDR, Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres).
- *Riesgo de desastres*: Las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro. (2009 UNISDR, Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres)
- *Riesgo Extensivo*: El riesgo generalizado que se relaciona con la exposición de poblaciones dispersas a condiciones reiteradas o persistentes con una intensidad baja o moderada, a menudo de naturaleza altamente localizada, lo cual puede conducir a un impacto acumulativo muy debilitante de los desastres. (2009 UNISDR, Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres)
- *Riesgo Intensivo*: El riesgo asociado con la exposición de grandes concentraciones poblacionales y actividades económicas a intensos eventos relativos a las amenazas existentes, los cuales pueden conducir al surgimiento de impactos potencialmente catastróficos de desastres que incluirían una gran cantidad de muertes y la pérdida de bienes. (2009 UNISDR, Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres)
- *Riesgo residual*: El riesgo que todavía no se ha gestionado, aun cuando existan medidas eficaces para la Reducción del Riesgo de Desastres y para los cuales se debe mantener las capacidades de respuesta de emergencia y de recuperación. (2009 UNISDR, Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres)
- *Riesgo*: Es la asociación simultánea de distintos sucesos, con consecuencias de pérdidas directas e indirectas. Por tanto, el riesgo es proporcional a la peligrosidad y a la vulnerabilidad. Los efectos pueden ser: pérdidas humanas o materiales, necesidades hospitalarias, costo social u otros (Grases, 1994)
- Vivienda Indígena: Es la construcción elaborada con materiales propios de la zona, que responde a patrones típicos indígenas y debe reflejar el modo de vida

tradicional indígena. Los modelos de estas viviendas y el material con que se construyen varían de acuerdo al pueblo indígena y de acuerdo a la zona (por ejemplo, el shabono Yanomami (vivienda que alberga a toda la comunidad), el enramado wayuu, la maloca pemón, el caney y otros (INE, 2013)

- *Vulnerabilidad:* La vulnerabilidad mide el grado de susceptibilidad a la acción que puede generar una determinada amenaza, en términos de pérdidas de una determinada exposición u obra. (Grases, 1994).

CAPÍTULO III.- MOTIVACIÓN DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO. La naturaleza ofrece lecciones: "La Casuística"

3.1 ¿Por qué es importante la casuística en estudios de análisis de consecuencias?

Uno de los eventos más devastadores sobre la faz de la tierra en la era moderna es el gran terremoto de Haití, del 12 de enero del 2010, donde hubo una destrucción masiva de viviendas debido a la pobre calidad de las edificaciones, así como ausencia de criterios normativos causando un impacto económico, social, político, sanitario, entre otros. Se estiman que las víctimas del desastre natural ascienden a más de 300.000. En este desastre se observa un ejemplo del riesgo que se puede encontrar, y que si no es atendido a tiempo ni se crean las alarmas necesarias para evitar este tipo de eventos, pueden tener consecuencias catastróficas en el ámbito individual y colectivo de una sociedad. El terremoto de Haití es un ejemplo trágico que se adapta para comenzar este capítulo.

América Latina y el Caribe es una región que recibe permanentemente a miles de inmigrantes, sin la adaptación necesaria para garantizar las condiciones ideales de seguridad. La región no posee en sus mecanismos de desarrollo criterios sólidos para reducir el riesgo; carece de una estrategia para enfrentar una catástrofe que comprometa el bienestar de la población, como lo fue el caso más impactante expuesto en este trabajo, el terremoto de Haití.

Por su parte, en Venezuela hay casos documentados sobre trabajos de campo sobre sismos venezolanos en el siglo XX, como lo menciona José Grases en su libro "Introducción a la Amenaza Sísmica en Venezuela, Acciones de Mitigación", haciendo alertas adecuadas. Pero éstas son dejadas a un lado bien sea por irresponsabilidad, desconocimiento del riesgo real, falta de políticas serias para atender dichas alertas o simplemente desatención. El hecho arriba antes mencionado de Haití revela que esa "desatención" pone en riesgo a miles de personas y pérdidas materiales valoradas en millones de dólares, las cuales podrían ser controladas o mitigadas.

Con la finalidad de buscar darle una dimensión medible en cuanto a desastres, existen estudios referentes al tema, que nos revelan de una forma inquietante las pérdidas materiales y humanas ocasionadas. Esto se debe a la falta de planes de desarrollo y consideración del riesgo, así como a la falta de análisis apropiados. Cada vez que ocurre un evento catastrófico, el número de personas desaparecidas es una constante preocupación, y usualmente las cifras de afectados leves, graves y fatales en cada actualización oficial aumenta. Pero detrás de esto existen también perdidas económicas, las cuales no dejan de ser importantes a la vez, como mecanismo para la recuperación ante dicho evento. Las pérdidas económicas no son cantidades absolutas, sino que se expresan como una proporción del Producto Interno Bruto del país, lo que indica la magnitud e importancia de dicha pérdida. Como se muestra en la Tabla 4, la pérdida económica de Japón tras el terremoto de la ciudad de Sendai representó un 3% del Producto Interno Bruto estatal de ese año. Mientras que, para Haití, el terremoto del año 2010 representó una disminución

del 112% del Producto Interno Bruto, con lo cual la recuperación de Japón en comparación con Haití será sustancialmente más lenta.

Tabla 4. Desastres naturales y pérdidas económicas representadas por el Producto Interno Bruto del país (ordenado por el % del PIB). Fuente: Elaboración propia.

Lugar y año	Año	Descripción	Muertes	Cálculo de las Pérdidas Económicas (% del PIB)
Haití	2010	Terremoto	222.570	112 (%)
Nicaragua	1972	Terremoto	10.000	102 (%)
Honduras	1998	Huracán Mitch	14.600	81,4 (%)
Honduras	1974	Huracán Fifi	8.000	59,2 (%)
Guatemala	1976	Terremoto	23.000	27,4 (%)
Nepal	2015	Terremoto	4.000	20 (%)
Chile	2010	Terremoto	800	18 (%)
Sri Lanka	2004	Tsunami	35.399	7 (%)
Bangladesh	1991	Ciclón Gorki	138.866	5,9 (%)
Venezuela	1999	Inundación	30.000	3,5 (%)
Japón	2011	Terremoto	19.846	3 (%)

Es evidente que el desastre natural hace referencia a las enormes pérdidas materiales y humanas, como se menciona anteriormente ocasionadas por eventos o fenómenos naturales, pero más allá de éstas acotaciones; la *casuística* es la que dice que dichos eventos no tienen que estar relacionados con desastres, sino por el contrario que sean fuente importante de información y prevención. Con el presente capítulo se busca exponer una serie de eventos naturales impactantes que, de haberse tomado las medidas preventivas de análisis de riesgo, se hubiesen evitado mayores pérdidas humanas y materiales.

3.1.1 Eventos nacionales

a) Antímano: La parroquia Antímano forma parte de Caracas y se encuentra dentro del Municipio Libertador. Es una zona expuesta constantemente al riesgo, ya que las zonas montañosas donde florecen los barrios son totalmente inestables y las construcciones no fueron diseñadas para resistir a la erosión de la tierra por las lluvias tempestuosas que se dan en la época de lluvia del país. Según fuente del diario (Universal, 2013)[22]:

> *Septiembre 2010. La crecida de la quebrada Las Flores provoca la inundación de varias viviendas en la calle Real de Santa Ana (parroquia Antímano), y en una pensión mueren siete personas ahogadas, pues*

[22] El Universal es un periódico de circulación diaria de Venezuela y uno de los de mayor tiraje del país. Es miembro de la asociación Periódicos Asociados Latinoamericanos.

vivían en un sótano y no lograron salir de allí cuando en la madrugada todo el espacio se anegó de pronto. Antímano es la parroquia que tiene más zonas en riesgo, y todo el sector de La Pedrera debería haber sido deshabitado, según un decreto firmado por el Presidente Hugo Chávez en 2010.

Figura 16. Inundación en Antímano. Municipio Libertador. Venezuela. Fuente: Diario EL Universal.

b) Deslave de Vargas: Unos de los eventos de mayor impacto en la vida de los venezolanos debido a su gran impacto económico, político y social, fue el deslave ocurrido en el estado Vargas en 1999. Este es un claro ejemplo de que el riesgo es latente y si no es atendido y mitigado a tiempo, puede tener consecuencias catastróficas que repercuten directamente en la sociedad, en su historia individual y colectiva. Los derrumbes y deslizamientos en las montañas causaron pérdidas humanas[23], cuyas estimaciones indican que el número de víctimas fatales asciende a 30.000 personas. El ejemplo de Deslave de Vargas pone en manifiesto que ese "dejar a un lado", representa poner en riesgo a miles de vidas ante un evento que puede ser mitigado y controlado.

En la tragedia de Vargas José Luis López menciona que "*Las lluvias que se produjeron en diciembre de 1999 en Venezuela, fueron extraordinarias"* (López, J.L, et al. 2001). *"La extensión, magnitud y consecuencias del evento hidrometeorológico superan a otros eventos similares ocurridos en Venezuela, durante las épocas registradas. En escala geológica, se ha encontrado que estos eventos han sido recurrentes en el litoral Vargas desde hace miles de años*" (Singer, A y Urbani, F. 2010)

[23] A pesar de la Tragedia en Vargas, José Luis López Sánchez comenta que todavía la lección de que debemos respetar el territorio del río no se ha aprendido en su totalidad, y por ello señala " Una lección que no hemos aprendido la constituyen la gran cantidad de viviendas que todavía se mantiene o se han reconstruido en las quebradas, en las gargantas de los torrentes, y en áreas al pie de la laderas inestables….Muchas viviendas marginales y ranchos han sido construidos nuevamente en las gargantas de las quebradas (López, J. L. 2010)

Figura 17. Deslave de Vargas en 1999. Edo Vargas. Venezuela. Fuente: Diario EL Universal.

3.1.2 Eventos internacionales

Por su parte en el ámbito internacional también han ocurrido eventos impactantes que dejan una valiosa información acerca del por qué se debe adoptar un enfoque preventivo ante sucesos sobrevenidos como lo es un desastre natural; para poder de esta manera aumentar la resiliencia social de las comunidades.

a) Terremoto de Tohoku, Japón: Es sismo de mayor grado registrado en Japón con una Mw. 9, con cuatro (4) minutos de duración; las pérdidas humanas se ubican alrededor de 16.273 víctimas y 3.061 desaparecidos, según fuente de Curso "Patología e ingeniería sísmica Forense de José Grases". El Maremoto como consecuencia del terremoto presentó olas de más de 10m de altura. La isla de Honshu fue desplazada unos 2.4m aproximadamente. Vale pena mencionar que la central nuclear de Fukushima estuvo en emergencia por fallas en los sistemas de refrigeración y fugas radiactivas fuera de control, situación que se repetiría en el año 2016 con el terremoto de Kumamoto de menor magnitud (Mw. 6,4) que afecto a dicha región.

Figura 18.Efectos dejados por el fuerte terremoto. Japón. Fuente: Diario CNN.

b) Terremoto de Perugia: Más recientemente el 30 de octubre del año 2016 ocurrió en Italia, específicamente en la región de Perugia. El sismo de magnitud Mw 6,6 con epicentro entre Perugia y Rieti hizo desaparecer la mitad de la localidad, provocando pérdidas humanas que ascienden al menos a 160 personas.[24]

Figura 19. Basílica de Norcia en la Provincia de Perugia, devastada por terremoto. Italia. Fuente: Diario CNN.

c) Sismo de Islas Salomón: Un sismo de magnitud Mw.7,8 en la mañana del 9 de diciembre de 2016 afectó a las islas Salomón dejando 3.000 personas afectadas y 40 casas dañadas. El colapso de edificaciones y viviendas por derrumbes también afectó a la provincia de Makira y Ulawa mejor conocida como San Cristóbal, la cual tiene una población de 10.000 habitantes, representado esto entonces un 30% del total de afectados, cifra bastante alta para una población tan pequeña.

Figura 20. Vista satelital de las Islas Salomón. Fuente: Mapa de Data de Google 2016.

[24] La información se recuperó de la base de datos de Earthquake Track. Para mayor información se puede consultar: http://es.earthquaketrack.com/

d) Deslave de Mocoa: En Colombia el 31 de marzo de 2017, un deslave sorprendió a media noche a los habitantes de Mocoa, en el sur de Colombia. Según reporte del diario *BBC Mundo*[25], aunque las cifras oficiales continúan variando el número de heridos se estima en 203 y la cantidad de damnificados y desaparecidos es indeterminado. Otro ejemplo más de las calamidades que puede generar un evento como es en este caso, la erosión progresiva de tierra de la ribera de los ríos por acción de la corriente de agua. En la Figura 21 se puede observar como el Río Mocoa, está muy cerca de la población de Mocoa, lo cual no es recomendable para evitar este tipo de tragedias.

Figura 21. Vista satelital de la población de Mocoa, donde se observa la cercanía del Rio Mocoa. Colombia. Fuente: Mapas de Google.

A continuación, un cuadro que refleja la evidente repercusión del riesgo, el cual sugiere considerar las consecuencias que significa "no actuar" y solo esperar a que ocurra el desastre natural. La sociedad en búsqueda del aumento de la resiliencia debe estar alerta ante la incesante acumulación del riesgo. José Grases menciona lo siguiente al respecto:

> *No está en manos del hombre, al menos con las tecnologías actuales, modificar la peligrosidad de la naturaleza. Terremotos, huracanes, maremotos, tormentas tropicales e invernales, son fenómenos sobre los cuales el hombre tiene poco o ningún control. Sin embargo, la capacidad y calidad presente de observación y medición de los fenómenos naturales a escala global, permite: (i) mejorar el pronóstico sobre el desempeño de las obras hechas por el hombre, sometidas a las acciones anteriores, lo cual se traduce en una ingeniería más confiable: (II) comprobar la*

[25] BBC Mundo es un periódico de Internet que ofrece noticias en español hispanoamericano para los hispanohablantes de todo el globo y pertenece a la BBC. Su sede principal se encuentra en el quinto piso del edificio "Broadcasting House", en Londres, donde están ubicados los periodistas de todo el Servicio Mundial de la BBC.

validez de modelos analíticos con fines predictivos sobre las acciones a considerar. (Grases, J. 1994)

Tabla 5.Cuadro resumen por año-lugar-amenaza-población-porcentaje de los eventos antes mencionado, ordenados por población afectada (ordenado por número de víctimas). Fuente: Elaboración Propia.

Año	País	Lugar de ocurrencia	Amenaza Manifiesta	Población afectada	Porcentaje de la unidad territorial (%)
2010	Haití	Haití	Terremoto	222.570 víctimas fatales	100
1999	Venezuela	Vargas	Inundación/Deslave	30.000 víctimas fatales	0.16
2011	Japón	Tohoku	Terremoto	19.846 víctimas fatales	0.17
2017	Colombia	Mocoa	Deslave	Aprox. 200 victimas	5.08
2016	Italia	Perugia	Terremoto	Aprox. 160 victimas	5.32
2013	Venezuela	Antímano	Inundación	7 víctimas fatales ahogados	4.83

3.2 El análisis del riesgo mediante el análisis de modos de fallo

Ante todo esto, el presente trabajo pretende proponer enfoques o sistemas de evaluación para zonas de coincidencias, entre el ***"Riesgo Percibido vs Riesgo Evaluado"*** para lograr bases de consideración en el diseño de ciudades resilientes, capaces de diseñar sistemas de alarmas tempranas ante la eventual ocurrencia de eventos catastróficos.

La concepción del riesgo integral involucra analizar el comportamiento y capacidades de respuesta de un sistema, esta definición se encuentra de alguna manera expresado entre dos modelos de medición del riesgo, el cualitativo y el cuantitativo.

Un modelo cualitativo utiliza formas de medición cualificativas que por lo general son opiniones de expertos y aplicación de lógica difusa. Por su parte, un modelo cuantitativo, requiere el conocimiento exacto de todas las variables involucradas y de sus relaciones. Sin embargo, hay factores que no son considerados ya sea por recursos, falta de conocimiento o simplemente por ser tan complejos y aleatorios que es imposible diseñar modelos cuantitativos que pudiesen conducir a resultados confiables. La confiabilidad resultante va a depender de la evaluación y manejo de la incertidumbre, implícita dentro de estos modelos. Para obtener decisiones concretas sin caer e*n lo fatalista o extremista* es importante el enfoque de la sociedad y del individuo en torno al riesgo, por ello el conocimiento acerca de la percepción individual y colectiva se debe profundizar investigando aspectos culturales, socioeconómicos, de desarrollo y de organización que favorezcan o impidan la prevención y mitigación del riesgo.

Es importante destacar que las fórmulas para la estimacion del Riesgo, tratan de disminuir la incertidumbre presente en todos los procesos y en su análisis posterior. Los ingenieros en su afán de proteger la vida humana y sus proyectos, suelen- o deben - considerar una serie de variables que son factores importantes en la toma de decisiones, ya que modificarían o disminuirían las consecuencias que se pueden desencadenar por un evento. Por ello, el énfasis de involucrar y tener presenta la incertidumbre en todas las etapas de un proyecto , inclusive en el desarrollo de las obras de infraestrutura civil.

Esta actividad forma parte importante de la metodología para la Gestión Integral del Riesgo en Infraestructuras (GIR). (Ver Figura 22)

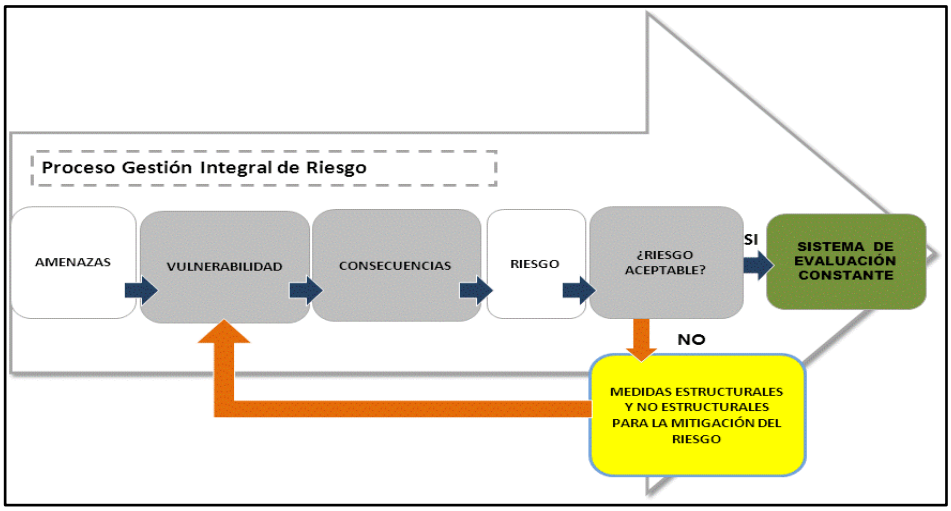


Figura 22.Proceso GIR (Gestión Integral de Riesgo en infraestructuras). Proyecto de solicitud de autorización para Programa de Maestría en gestión Integral de Riesgos en Infraestructura. Tomado de "Proceso GIR": Universidad Católica Andrés Bello,2010.

Este capítulo conviene finalizarlo con un relato o reflexión de José Bolívar, en el cual reconoce la metodología ingenieril pero advierte la desconsideracion de aspectos como vulnerabilidad y amenaza:

> *A pesar del atractivo que poseen los cálculos estructurales como elementos de base para cualquier estudio de falla, sin restarles importancia creemos que debe incorporarse criterios menos excluyentes. Con esto se evitaría la generación de conclusiones relativamente superficiales, fenómenos que podríamos llamar urianismo metodológico en honor a la sufrida población de Carmen de Uria, cuyo dramático caso es de todos conocido. Como lo es el hecho de que unos atribuyan la tragedia a la crecida del río, mientras otros prefieren culpar a los desperfectos en los mecanismos de alerta; otros, a la insuficiencia de las labores de salvamento y, así sucesivamente. Pocos aluden a que la verdadera causa, quizá pueda también buscarse en la propia concepción de ese desarrollo urbano y a un inadecuado estudio de la vulnerabilidad del sitio escogido para implantarlo. Esta falta de rigor procedimental en*

> *la obtención de conclusiones se remata con algunas proposiciones que hemos visto aflorar, algunas muy loables, planteando la reurbanización del sitio, posiblemente con edificaciones más sólidas, sustentadas quizá por las sotisficadas operaciones numéricas características de cálculo ingenieriles especializados. Estudios realizados con el aporte de muchas y valiosas opiniones técnicas, pero…¡sin consultar al río!* (BOLÍVAR, J. (2006). *Metacálculo estructural. Casos.* J. Grases (Ed.), *Ingeniería forense y estudios de sitio guía para la prevención de gestión de riesgos,* Volumen I. BANESCO SEGUROS, C.A).

Se ha podido reunir, concentrar y presentar diversas metodologías para la estimación cuantitativa de aquello que se considera *riesgoso* en términos generales. Simultáneamente, se han registrado organizaciones, tanto a nivel global como local, que intentan configurar *preguntas* en relación a "*qué debe hacerse*". De hecho, la organización de estos grupos sociales, entes multilaterales, entes no gubernamentales, etc., se orientan fundamentalmente, hacia la búsqueda de respuestas para cuando el *desastre ocurra*. La expresión GRD, que significa "Gestión de Reducción de Desastres" es de referencia más frecuente que las expresiones relacionadas con Gestión Integral de Riesgo (**GIR o QRA**[26]). Experiencias exitosas y que sirven de ejemplo y apoyo en la confluencia de *herramientas y preguntas en relación con la exposición al riesgo*, son frecuentes en la industria petroquímica y petrolera, donde la fragilidad en la aparición de riesgos parece ser una constante, así como la convivencia permanente con amenazas en situación de pre-catástrofe **(HAZOP[27], SIL[28] y CAPRA[29]**).

De tal manera, que las organizaciones juegan un papel fundamental como transmisores, facilitadores y protectores de las sociedades, cuando sucede un evento catastrófico. Sin embargo, son los ingenieros los que poseen las herramientas para cuantificar el riesgo y tomar decisiones en cuanto a los niveles de tolerabilidad

[26] El análisis QRA, siglas para identificar a "*Quantitative Risk Assessment"* (Análisis cuantitativo del riesgo), proporciona cálculos numéricos que permiten al cliente entender la exposición a riesgos para las personas, el negocio o el medioambiente. Incluye posibles emisiones de materiales peligrosos, sus consecuencias y su frecuencia. Evalúa tanto la probabilidad de que ocurra un evento imprevisto como su impacto, y permite que se tomen decisiones de negocio sobre las soluciones con mayor relación eficacia/coste para la reducción del riesgo (Normas ISO relacionadas / ISO 9001:2008, 14001:2004, ISO 31000)

[27] El HAZOP, siglas para identificar a "*Hazard and Operability*" (Gestión de desastres por operación) es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operatividad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía" **(**Normas ISO relacionadas / ISO 9001:2008, 14001:2004, ISO 19011:2011).

[28] El Safety Integrity Level, abreviado SIL, en español «Nivel de Integridad de Seguridad» se define como un nivel relativo de reducción del riesgo que provee una función de seguridad, o bien para especificar el nivel objetivo para la reducción de riesgo. (Norma ISO relacionada / ISO 9001:2008, ISO 13849-1)

[29] CAPRA (Probabilistic Risk Assessment Program): hace referencia a un software para el análisis de riesgo, abierto al público en general, implementado en Chile, Costa Rica, Colombia, El Salvador, Panamá y Perú. En la actualidad se está extendiendo a países del Sur de Asia, como Bangladesh, Bután, India, Nepal, Pakistán, Sri Lanka y Tailandia

correspondiente ante las exposiciones al Riesgo. En el Capítulo IV la definición de tolerabilidad enmarca un aspecto social importante, que muchas veces es dejado de lado. La percepción del individuo se convierte en relevante componente de opinión y muchas de las decisiones científicas, están asociadas- o condicionadas- a tales percepciones. Por lo tanto, aspectos culturales, religiosos y sociales deben ser formalmente incorporados a la toma de decisiones, relacionada con la Gestión Integral de Riesgos (GIR) o la Gestión de Reducción de Desastres (GRD).

CAPÍTULO IV.- METODOLOGÍA DE ABORDAJE. "Lo Social" y "Lo Científico". ¿Cómo se organizan para lograr un solo riesgo a gestionar?

4.1 Breve descripción de la zona de estudio.

Antímano es una de las 32 parroquias de Gran Caracas y una de las 22 parroquias que conforman el Municipio Libertador del Distrito Capital de Venezuela. Limita al norte con las parroquias El Junquito y Sucre, al sur con las parroquias Macarao y Caricuao, al este con las parroquias El Paraíso y La Vega y al oeste con el Estado Vargas. Según el Censo de Población y Vivienda del año 2011 del INE, la parroquia Antímano estaba conformada por 131.963 habitantes. En la Figura 23 se observa la ubicación geográfica de la parroquia Antímano en la Ciudad de Caracas en un plano de Mapas de GoogleEarth 2017.

Figura 23. Plano de la Ubicación Geográfica de la parroquia Antímano en la ciudad de Caracas. Fuente: GoogleEarth 2017.

Según investigaciones adelantadas por Miguel Gastelo y William Zambrano los orígenes de la parroquia radica desde principios del siglo XCI como un pueblo consolidado cuya actividad principal desarrollada era la agricultura. Se mantuvo de carácter rural hasta mediados del siglo XX cuando se presentó un auge industrial en la zona, impulsado por el establecimiento en el año 1948 de la primera siderúrgica venezolana, bajo el nombre de Siderúrgica Venezolana S.A. (Sienas), posteriormente Siderúrgica del Turbio (Sidetur), en la entonces Villa de Antímano, así como el establecimiento de otras industrias que se puedan citar como la de la empresa Polar y General Motors, con lo cual se termina de desplazar a la agricultura como actividad predominante en el sector (Gastelo, M y Zambrano, W. 2012).

En la parroquia Antímano se encuentra el Barrio Santa Ana, el cual será la zona de estudio. El Barrio Santa Ana se ubica en Carapita, Calle República; según el Consejo Comunal "Calle República 2021" está conformado por 1024 habitantes y posee 195 viviendas de carácter informal. Se analizaron 20 viviendas (del 10% del total) de manera aleatoria de la comunidad para evaluar el riesgo ante un posible sismo, con la ayuda de un cuestionario de elaboración propia y la observación en función de vulnerabilidades física-estructurales, sociales y urbanísticas.

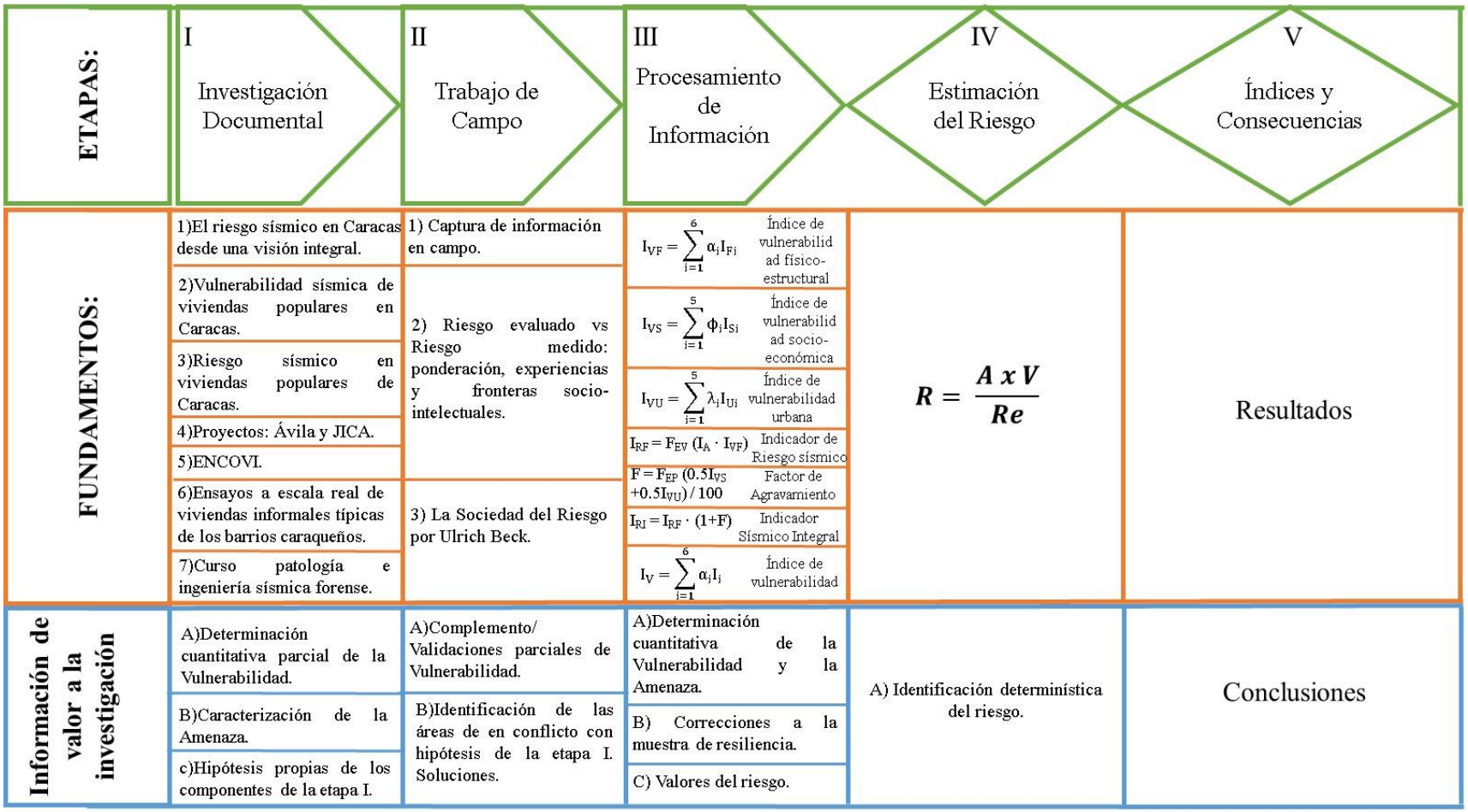


Figura 24. Cuadro metodológico de análisis del riesgo. Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Tipo de metodología

En este TEG se define la metodología como una combinación entre lo documental, lo investigativo y el trabajo experimental de campo. En la Figura 24, se presenta el cuadro metodológico de análisis de riesgo, el mismo es la guía mediante la cual se desarrolló el TEG. Este cuadro consta de cinco etapas (renglón superior) basadas, a su vez en los fundamentos respectivos e "información de valor a la investigación"; las cuales son: i) la investigación documental que consistió en la búsqueda de información necesaria para elaborar las bases teóricas del TEG; ii) el trabajo de campo, proceso mediante el cual se recabaron los datos dentro de la comunidad del Barrio Santa Ana; iii) procesamiento de la información, etapa cumbre de contraste de la información recabada en las fases anteriores; iv) estimación del riesgo, donde se aplican los conocimientos para representarlo mediante una sus diversas expresiones, en función de la vulnerabilidad, la amenaza y la resiliencia a su vez como factor reductor del riesgo; v) las conclusiones y recomendaciones, serán el aporte que permitan la formulación de políticas públicas efectivas venideras, para la construcción de viviendas en el territorio nacional que no representen un peligro para los habitantes de las comunidades en las barriadas.

En este TEG los *fundamentos* serán entendidos como las fuentes de información que fueron recabadas en la etapa I y II de la investigación. Por último, se encuentra *la información de valor a la investigación*, etapa mediante la cual se realizarán los aportes necesarios para la reducción y mitigación del riesgo en las viviendas populares de Caracas, a través de los indicadores previamente mencionados.

4.2.1 Elaboración del cuestionario de apoyo para zona de estudio.

Para la ejecución del trabajo de campo se elaboró un cuestionario de apoyo para la caracterización de las deficiencias en materia de ingeniería civil que poseen las viviendas informales del Barrio Santa Ana. El cuestionario de preguntas cerradas se elaboró por cuenta propia, en función de los requerimientos principales del objeto de estudio, adicionalmente, se tomó como referencia el trabajo realizado por Marianela Lafuente[30] y Carlos Genatios[31] llamado "Autoconstrucción Sismorresistente", el cual busca profundizar las recomendaciones para la preparación del terreno, la configuración de la vivienda, el adecuado uso de los materiales de construcción, los detalles de armado, las conexiones y la colocación de las instalaciones, entre otros. El cuestionario contiene además cinco preguntas orientadas a conocer las vulnerabilidades socio-económicas que pudiese tener la zona de estudio. A continuación, las preguntas elaboradas en el cuestionario:

[30] Marianela Lafuente, ingeniero Civil egresada Suma Cum Laude en 1980. Se recibió como Magister Scientiarum en Ingeniería Estructural, en la Universidad Federal de Rio de Janeiro en el año 1981. Realizó un Doctorado en Ciencias Aplicadas en el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (INSA) en Francia, en 1991.

[31] Carlos Genatios ingeniero y licenciado en filosofía, actualmente funge labores como catedrático de la Universidad Central de Venezuela. Formó parte del gabinete de gobierno del ex presidente Hugo Chávez en su segundo periodo de gobierno.

Tabla 6.Cuestionario de orden ingenieril del cuestionario. Aplicadas en Barrio Santa Ana

N°	Descripción de la pregunta
1	¿Se cumple para el concreto con que se hicieron las fundaciones, machones, vigas, dinteles y losas la siguiente proporción? ➢ 3 partes de piedra. ➢ 1 parte de arena. ➢ 1 parte de cemento.
2	¿Se usó alguno de los siguientes sistemas de losa de entrepiso? ➢ Perfiles de acero con paneles de arcilla denominados “tabelones” ➢ Losa maciza de concreto reforzado.
3	En el caso de uso de losa de perfiles de acero con tabelones. ¿las correas están simplemente apoyadas sobre las vigas? (Ver Anexo B)
4	Para el caso de losa maciza. ¿la piedra tiene un tamaño predominante grande, alrededor de 1” (2,54 cm)?
5	En el caso de esta vivienda. ¿es ésta la sección y armado típico del acero longitudinal y transversal adoptado al momento de la construcción? (Ver Anexo B)
6	Al sobreponer las cabillas. ¿se respetó alguna longitud? (Ver Anexo B)
7.1	FUNDACIONES (Ver Anexo B) ¿Se cumple el siguiente armado? ➢ Acero longitudinal: 3 cabillas de ¾” en la parte superior de la fundación y en la parte inferior 5 cabillas de 1” y una de ¾” de diámetro
7.2	MACHONES (Ver Anexo B) ¿Se cumple el siguiente armado? ➢ Acero longitudinal: 4 cabillas de ½”. ➢ Acero transversal: ligaduras de 3/8” con separación a 6 cm en los extremos y hasta una distancia igual a ¼ de la altura del piso, y el resto separadas a 12 cm
7.3	VIGAS CORONA (Ver Anexo B) ¿Se cumple el siguiente armado? ➢ Acero longitudinal: 4 cabillas de ½” ➢ Acero transversal: ligaduras de 3/8” con separación de 8 cm en los extremos y hasta una distancia de 50 cm, y el resto separadas a 15 cm.
8	¿Al momento de construir la vivienda se observó el flujo de agua en los alrededores del terreno?
9	En la conexión machón y viga corona. ¿se cumplió el siguiente esquema? (Ver Anexo B)
10	¿En la construcción de la vivienda se construyeron vigas de riostra? (Ver Anexo B)

Tabla 7.Cuestionario de orden social y económica del cuestionario. Aplicadas en Barrio Santa Ana

N°	Descripción de la pregunta
11	¿Cuántas personas habitan en la vivienda? ___
12	De las personas que habitan en la vivienda cuantas son: • Menores de 15 años ___ • Entre 15 y 65 años ___ • Mayor de 65 años ___
13	¿En la vivienda hay personas con algún tipo de discapacidad? ___; ¿Cuántas? ___
14	¿Cuántos dormitorios tiene la vivienda? ___
15	¿Cuántas personas ejercen de sostén familiar? ___

El cuestionario, como se menciona en el párrafo subsiguiente, busca obtener un diagnóstico situacional con fines de determinar la gestión de riesgo vinculado a las consideraciones constructivas "*sin base de ingeniería*" en el Barrio Santa Ana, por lo tanto, a continuación, se menciona la importancia y razón de cada una de las 15 preguntas que se proponen en dicho cuestionario:

Pregunta 1)

- Se vincula directamente con la resistencia del concreto de los elementos estructurales.

Pregunta 2) y 3)

- Su rigidez está vinculada directamente con el movimiento uniforme de los muros en caso de un sismo, por esta razón deben ser lo suficientemente rígidas para garantizarlo.
- Se debe asegurar el correcto confinamiento en la región.
- Se debe garantizar una correcta transmisión de cargas al resto de la estructura.

Pregunta 4)

- Posee un vínculo directo en la trabajabilidad de la mezcla.

Pregunta 5)

- El correcto armado de las secciones típicas del concreto reforzado en vigas y machones es importante para un buen comportamiento de las mismas, es decir, asegurar que el concreto trabaje a compresión y el acero a tracción.

Pregunta 6)

- Vínculo directo con la transmisión del esfuerzo de una barra a otra por medio de la adherencia.

Pregunta 7)

- Esta pregunta se relaciona con el armado típico mencionado en la pregunta 5, pero orientada hacia la ejecución de las fundaciones, vigas de corona y los machones de las viviendas informales.

Pregunta 8)

- Se busca conocer si las personas tomaron en cuenta el flujo de agua para la posterior colocación de sistemas de drenajes adecuados.

Pregunta 9)

- Vinculación directa en la rigidez de los elementos que convergen en dicho nodo.

Pregunta 10)

- Se vinculado con la rigidez del sistema de fundación.
- Se relaciona directamente con la trasmisión de las solicitaciones del peso propio de la estructura a las fundaciones.
- Se busca comprobar el correcto amarre de las columnas de la estructura.

Las preguntas 11; 12; 13; 14 y 15 tienen como objetivo recopilar la información socio-económica necesaria para desarrollar el indicador de vulnerabilidad socio-económica (I_{VS}) que se analizara más adelante.

4.2.2 El riesgo Percibido, según Encuesta de Condiciones de Vida (ENCOVI).

La Encuesta de Condiciones de Vida es una radiografía de la población venezolana ante la falta de datos oficiales con respecto a las condiciones socioeconómicas del país. Esta iniciativa surge en el año 2014 por un equipo técnico conformado por expertos de la Universidad Católica Andrés Bello, Universidad Central de Venezuela y la Universidad Simón Bolívar. Dicha encuesta fue aplicada en aproximadamente 1500 hogares venezolanos.

El objetivo de incluir este estudio en este TEG consiste en evaluar el riesgo percibido y actualizar algunos de los datos socio-económicos recabados por el censo del INE del año 2011.

4.2.3 El riesgo Medido, según la valoración del riesgo sísmico integral.

El estudio “El riesgo sísmico en Caracas desde una visión integral” elaborado por Gustavo Coronel y Oscar López en 2015, que parte del Censo de Población y Vivienda del año 2011, presenta una metodología que evaluará el riesgo sísmico-integral de las viviendas tomando en cuenta los datos expuestos en el estudio anteriormente mencionado.

En ésta investigación las variables más importantes son: i) el tipo de vivienda, ii) el material predominante de pared, iii) el año de construcción, iv) el número de pisos, v) la forma en la planta y la elevación; vi) así como también aquellas variables vinculadas a la

información socio-económica como: la condición de pobreza, los grupos de edad, la condición de discapacidad, la dependencia y el hacinamiento.

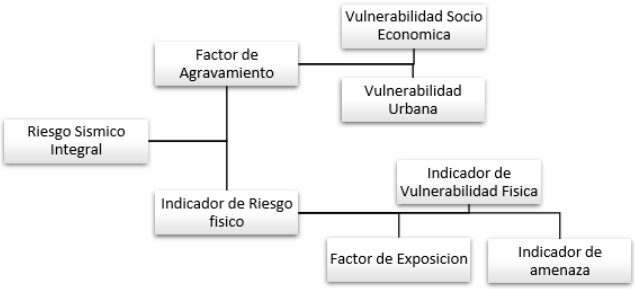


Figura 25. Diagrama del cálculo del indicador del riesgo sísmico integral. Fuente: Gustavo Coronel (2016)

Por otro lado, el objetivo del estudio denominado "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López, O, et al. 2017) es identificar las vulnerabilidades presentes en las viviendas de las zonas populares caraqueñas. Para llevar a cabo dicho objetivo los autores realizaron inspecciones detalladas en varias viviendas, donde se identificaron características como: materiales, geometría en alzado y elevación; así como, las secciones de los elementos estructurales con las cuales se definieron las configuraciones típicas para una determinación detallada de la vulnerabilidad de las viviendas. Se elaboraron a su vez curvas de fragilidad y de capacidad para varios estados de daño en viviendas, comprendidas entre dos (2) y cinco (5) niveles y cuatro (4) condiciones de sitio. El estudio concluye que las viviendas populares poseen un elevado riesgo sísmico, por lo cual es necesario tomar medidas de mitigación. Este estudio se adaptará a las consideraciones de estudio de las 20 viviendas encuestadas y se hará un análisis más detallado de esta metodología en el Capítulo V.

Así mismo, María Cristina Goncalves, en su Trabajo Especial de Grado "Riesgo evaluado vs riesgo percibido" menciona lo siguiente:

> *Según la literatura disponible, se ha podido percibir que existe un distanciamiento entre riesgo percibido y el riesgo evaluado, lo cual impide la toma de decisiones consensuada (entre Comunidad, entes de gobernanza y la comunidad científica) para el desarrollo de una adecuada Gestión ante el Riesgo al que pudiesen estar expuestas las infraestructuras. Pero una adecuada caracterización de vulnerabilidades, junto con la consulta de la literatura disponible referente a terminología especializada, registro de casuística y metodologías convenientes para el análisis de consecuencias evaluadas, podrían aportar soluciones para disminuir la brecha ante la percepción del riesgo entre comunidades y la sociedad científica.* (Goncalves, M. 2013).

CAPÍTULO V.- DESARROLLO Y RESULTADOS. Valoración del Riesgo por dos paradigmas: Lo Social y Lo Científico

"Gustaba, sobre todo de las matemáticas por la certeza y evidencia de sus razones; pero aún no conocía su verdadero uso, y al pensar que sólo servían para las artes mecánicas, me extrañaba que, siendo sus cimientos tan firmes y sólidos, no se hubiese construido sobre ellos nada más elevado". Descartes, Rene.[32] (1596-1650).

5.1 Riesgo percibido en el Barrio Santa Ana

Para la realización de este estudio fueron visitadas 20 viviendas de un total de 195 viviendas (10% del total), las cuales fueron analizadas mediante: i) la preparación del cuestionario (ver capítulo IV) ii) dos (2) visitas en campo y iii) el riesgo medido, según la valoración del riesgo sísmico integral. Apoyados a su vez en el material fotográfico que se pudo recabar durante las visitas para ilustrar la información obtenida. Esto con la finalidad de identificar y diagnosticar las vulnerabilidades del sector de estudio. A continuación, se muestran de forma desglosada los resultados obtenidos:

N°	Descripción de la pregunta		
1	¿Se cumple para el concreto con que se hicieron las fundaciones, machones, vigas, dinteles y losas la siguiente proporción? ➢ 3 partes de piedra. ➢ 1 parte de arena. ➢ 1 parte de cemento.		
	Respuesta fue Si = 80%	Respuesta fue No = 20%	
2	¿Se usó alguno de los siguientes sistemas de losa de entrepiso? ➢ Perfiles de acero con paneles de arcilla denominados "tabelones" ➢ Losa maciza de concreto reforzado.		
	Respuesta fue Si = 100%	Respuesta fue No = 0%	
3	En el caso de uso de losa de perfiles de acero con tabelones. ¿las correas están simplemente apoyadas sobre las vigas? (Ver Anexo B)		
	Respuesta fue Si = 100%	Respuesta fue No = 0%	
4	Para el caso de losa maciza. ¿la piedra tiene un tamaño predominante grande, alrededor de 1" (2,54 cm)?		
	Respuesta fue Si = 70%	Respuesta fue No = 20%	Respuesta fue S/C = 10%

[32] (Descartes René, "*Discurso del Método para Dirigir Bien la Razón y Buscar la Verdad en las Ciencias*", ARENAS, L. Ed.)**.** René Descartes filósofo, matemático y físico francés. Fundó el álgebra moderna, impuso una nueva notación que se sigue empleando actualmente, inventó las coordenadas algebraicas, creando así la geometría analítica, (llamada en su honor "geometría cartesiana"). También presentó una teoría general de las ecuaciones.

5	En el caso de esta vivienda. ¿es ésta la sección y armado típico del acero longitudinal y transversal adoptado al momento de la construcción? (Ver Anexo B)	
	Respuesta fue Si = 80%	Respuesta fue No = 20%
6	Al sobreponer las cabillas. ¿se respetó alguna longitud? (Ver Anexo B)	
	Respuesta fue Si = 50%	Respuesta fue No = 50%
7.1	FUNDACIONES (Ver Anexo B) ¿Se cumple el siguiente armado? ➢ Acero longitudinal: 3 cabillas de ¾" en la parte superior de la fundación y en la parte inferior 5 cabillas de 1" y una de ¾" de diámetro	
	Respuesta fue Si = 0%	Respuesta fue No = 100%
7.2	MACHONES (Ver Anexo B) ¿Se cumple el siguiente armado? ➢ Acero longitudinal: 4 cabillas de ½". ➢ Acero transversal: ligaduras de 3/8" con separación a 6 cm en los extremos y hasta una distancia igual a ¼ de la altura del piso, y el resto separadas a 12 cm	
	Respuesta fue Si = 30%	Respuesta fue No = 70%
7.3	VIGAS CORONA (Ver Anexo B) ¿Se cumple el siguiente armado? ➢ Acero longitudinal: 4 cabillas de ½" ➢ Acero transversal: ligaduras de 3/8" con separación de 8 cm en los extremos y hasta una distancia de 50 cm, y el resto separadas a 15 cm.	
	Respuesta fue Si = 40%	Respuesta fue No = 60%
8	¿Al momento de construir la vivienda se observó el flujo de agua en los alrededores del terreno?	
	Respuesta fue Si = 0%	Respuesta fue No = 100%
9	En la conexión machón y viga corona. ¿se cumplió el siguiente esquema? (Ver Anexo B)	
	Respuesta fue Si = 50%	Respuesta fue No = 50%
10	¿En la construcción de la vivienda se construyeron vigas de riostra? (Ver Anexo B)	
	Respuesta fue Si = 90%	Respuesta fue No = 10%

- **La amenaza y vulnerabilidades en los barrios caraqueños**

Existe un trabajo llamado "Ensayos a escala real de viviendas informales típicas de los barrios caraqueños" realizado por Salvador Safina y otros, en el cual el objetivo, es despejar incertidumbres en cuanto al comportamiento de las viviendas informales típicas, de los asentamientos urbanos no controlados caraqueños ante acciones sísmicas. Las carencias y deficiencias según el estudio se vinculan con la precaria disponibilidad de recursos económicos y la ausencia de conocimientos de las normas técnicas para la ejecución de la construcción de las viviendas. A partir del este estudio se identificaron los siguientes errores: i) mezclas desfavorables de concreto utilizadas en un mismo piso y hasta en pisos diferentes; ii) omisiones en el ordenamiento de la estructura, conexiones desfavorables de los componentes estructurales; iii) edificaciones adosadas donde se frecuenta la colindancia entre elementos rígidos y frágiles, debidas principalmente a los desniveles entre edificaciones y iv) incertidumbre en cuanto a la verdadera capacidad de soporte y estabilidad del terreno.

En el ensayo se hizo a escala real el uso del método "*push over*[33]" en cuatro modelos de viviendas que se construyeron sin la utilización de criterios formales de ingeniera; se les dio la libertad a los constructores y trabajadores de tomar las decisiones que ellos consideraran. Se llevó a cabo la construcción de dichos modelos y al cabo de 2 meses se procedió a su reforzamiento. En la Figura 26 se observan los modelos estructurales y en la Tabla 8 el reforzamiento que tuvo cada modelo.

Figura 26. Modelos construidos. Fuente: Agencia de Cooperación Internacional del Japón

[33] Este método consiste en aplicar a una estructura ya diseñada un patrón de cargas laterales las cuales incrementan de forma secuencial y bajo condiciones de carga gravitacional constante hasta alcanzar un desplazamiento limite en el nodo de control previamente establecido o hasta alcanzar un valor de corte basal establecido por quien realiza el estudio, con la finalidad de llevar la estructura al colapso. Con este procedimiento se hace posible evaluar el desempeño esperado en la estructura mediante la estimación de fuerzas y deformaciones generadas.

Tabla 8. Refuerzos en los modelos de viviendas y sus impactos en costo. Fuente: Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Modelo	*Refuerzo*	*Impacto en Costo*	*Método de Refuerzo*
M1	No	0%	Ninguno
M2	Sí	5-7%	Vigas de Riostras
M3	Sí	10%	Vigas de Riostras y Paredes Bloques Arcilla
M4	Sí	15%	Vigas de Riostras y Paredes Bloques Arcilla

Luego de las pruebas de carga, las cuales fueron hechas en un ensayo monotónico creciente a través de la aplicación de cargas horizontales (simulación de sismo) hasta alcanzar el colapso de la estructura con intervalos de 0,50 Tons; posteriormente se realizó el registro a través de flexímetros. Se llegó a la conclusión de que existió un mecanismo más dúctil en el modelo M1 que en los modelos restantes, debido al tipo de refuerzo que se aplicó en los modelos M1, M2 y M3.

5.2 Riesgo medido en Barrio Santa Ana.

Debido a la cultura, la forma de organización científica, académica, geográfica y en mayor medida actualmente a la política, los adelantos en materia de seguridad y protección a la sociedad se ha dejado de lado. Sin embargo, sí se registra una tendencia (ver línea de vida en capítulo I) a considerar los nuevos avances para gestionar, evaluar y entender el riesgo; como lo son las investigaciones de Gustavo Coronel y Oscar López. Mediante los adelantos de dichas investigaciones, en esta sección, para lograr una evaluación de calidad del riesgo en el Barrio Santa Ana, se tomará como guía el estudio de "El Riesgo Sísmico en Caracas desde una Visión Integral" de los autores mencionados anteriormente.

Por su parte el objetivo fundamental de la gestión del riesgo es combinar acuerdos entre el enfoque científico y los aspectos sociales, incluyendo los sistemas de gobernanza local. Es por esta razón que este trabajo busca reducir la brecha entre el "riesgo real y el riesgo percibido". Se busca entonces, en este apartado presentar una cuantificación formal del riesgo mediante indicadores que permitan hacer una evaluación de las vulnerabilidades y amenazas que tiene el Barrio Santa Ana; que pasará a llamarse de aquí en adelante *elemento expuesto*, como lo propone Oscar López y Gustavo Coronel en su estudio previamente mencionado.

5.2.1 Indicador de la amenaza

El indicador de la amenaza sísmica (I_A) se define a partir de la aceleración máxima del terreno en roca (A_o) la cual se obtiene de un mapa de zonificación sísmica para un período de retorno de 475 años. El I_A varía entre 0 y 1. Para el Área Metropolitana de Caracas (AMC) existe un índice de amenaza (I_A) asociado al valor de A_o que se define en la Tabla 9.

Tabla 9. Indicador de Amenaza Sísmica (I_A). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).

Macroamenaza	A_o (g)	I_A	
		Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
Norte	0,30	0,68	0,75
Centro Norte	0,28	0,64	0,70
Centro Sur	0,265	0,60	0,66
Sur	0,30	0,68	0,75

Estudios previos y visitas al elemento expuesto indican que no posee efectos topográficos importantes. A su vez de acuerdo a la ubicación de la macroamenaza en el mapa de zonificación sísmica se determinó que el indicador de amenaza es de 0,60.

5.2.2 Indicador de vulnerabilidad físico-estructural (I_{VF})

Este indicador como su nombre lo señala responde a las debilidades físicas que podrían tener las viviendas del elemento expuesto. Para este indicador se caracterizan seis variables, las cuales se ponderan en la Ecuación 3 de acuerdo a los factores de peso α_i que se proponen en la Tabla 10. Es importante destacar que la Ecuación 3 se resume en la Ecuación 4 y el indicador de la vulnerabilidad física-estructural varía entre 12 y 100.

A continuación, se mencionan las variables que conforman la Ecuación 1:

a) Tipo de vivienda (Tabla 11).
b) Material predominante de la pared (Tabla 13). Se refiere al material con el cual están construida en su mayoría las paredes de la vivienda en cuestión.
c) Año de construcción o antigüedad de la vivienda (Tabla 15). Como su nombre lo indica se refiere al año en la cual se ejecutó la construcción de la vivienda.
d) Irregularidad en la planta y la elevación del edificio (Tabla 16). Se refiere a la forma que tiene la planta de la vivienda, así como también la elevación de la misma.
e) Edificios altos sobre depósitos de sedimentos profundos. Referido al efecto de sitio.
f) Edificios en topografía con pendiente (Tabla 18). Corresponde a la inclinación en la cual se encuentra el elemento expuesto que se está analizando.

$$I_{VF} = \sum_{i=1}^{6} \alpha_i I_{Fi} \qquad (3)$$

$$I_{VF} = \alpha_1 I_{F1} + \alpha_2 I_{F2} + \alpha_3 I_{F3} + \alpha_4 I_{F4} + \alpha_5 I_{F5} + \alpha_6 I_{F6} \qquad (4)$$

Tabla 10. Indicadores de vulnerabilidad física-estructural y sus pesos (αi). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).

F_i	Descripción	α_i
I_{F1}	Tipo de vivienda	0.25
I_{F2}	Material predominante de pared	0.25
I_{F3}	Año de construcción	0.20
I_{F4}	Irregularidad en planta y elevación	0.15
I_{F5}	Edificios altos sobre depósitos profundos	0.075
I_{F6}	Edificios en topografía con pendiente	0.075

a) Cálculo del indicador físico-estructural relacionado con el tipo de vivienda:

Tabla 11. Caracterización y valores del indicador de vulnerabilidad relacionado con el tipo de vivienda (I_{F1}). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).

Tipo de vivienda	Descripción	I_{F1}
Quinta o casa quinta	Estructuras desarrolladas cumpliendo las normas oficiales de diseño y de construcción	30
Casa o Casa de vecindad	Viviendas desarrolladas sin cumplir las normas oficiales de diseño y de construcción	90
Apartamento en edificio	Estructuras desarrolladas verticalmente que cumple con las normas oficiales diseño y de construcción	40
Rancho	Viviendas construidas con materiales de muy baja calidad y que no cumplen con las normas oficiales.	100

En la tabla 11 se introducen los valores propuestos para el indicador de vulnerabilidad relacionada con el tipo de vivienda (I_{F1}).

Luego de descargar la información necesaria de la visita de campo, se calculó el indicador de vulnerabilidad físico-estructural asociado al tipo de vivienda resultando el mismo en 90 debido a que el 100% de las viviendas visitadas son casas de vecindad.

Tabla 12. Cálculo del indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado al tipo de vivienda. Fuente: Elaboración propia.

		Tipo de Vivienda/Total de Viviendas				
Comunidad	Total de Viviendas	Quinta o Casa Quinta	Casa y Casa Vecindad	Apartamento en edificio	Rancho	I_{F1}
Barrio Santa Ana	20	0	1	0	0	90

b) Cálculo del indicador físico-estructural vinculado con el material predominante de pared

En la Tabla 13 se presentan los valores correspondientes al tipo de material predominante en la pared de la vivienda (I_{F2}).

Tabla 13.Indicador de vulnerabilidad relacionado al material predominante en la pared (IF2). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015)

Material predominante en la pared	I_{F2}	Material predominante en la pared	I_{F2}
Bloque, ladrillo frisado (acabado)	10	Tapia o bahareque frisado	90
Bloque, ladrillo o adobe sin frisar (no acabado)	70	Tapia o bahareque sin frisar	90
Ladrillo, adobe sin frisar (obra limpia)	80	Troncos	80
Concreto	20	Piedra	90
Madera aserrada	50	Palmas o similares	100
Láminas de poli cloruro de vinilo (PVC)	20	Otros (zinc, cartón, tablas, caña o similares)	100

Luego de recabar el material fotográfico en las visitas de campo se procedió a calcular el índice de vulnerabilidad relacionado con el material predominante de pared, el cual en la mayoría de las viviendas de Barrio Santa Ana fueron de bloques de arcillas sin frisar.

Tabla 14. Cálculo del indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado al tipo de material. Fuente: Elaboración Propia.

Comunidad	Total de viviendas	Material predominante en pared	Tipo de material predominante/Total de Viviendas	I_{F2}
Barrio Santa Ana	20	Bloque, ladrillo frisado (acabado)	0	72
		Bloque, ladrillo o adobe sin frisar (no acabado)	0.8	
		Ladrillo, adobe sin frisar (obra limpia)	0.2	
		Concreto	0	
		Madera aserrada	0	
		Láminas de poli cloruro de vinilo (PVC)	0	
		Tapia o bahareque frisado	0	
		Tapia o bahareque sin frisar	0	
		Troncos	0	
		Piedra	0	
		Palmas o similares	0	
		Otros (zinc, cartón, tablas o similares)	0	

c) Cálculo del indicador físico-estructural relacionado con año de construcción

Para el cálculo de este indicador, se despliegan en la Tabla 15 los valores relacionados con el año de construcción de la vivienda (I_{F3}); los cuales han sido asociados con la norma de diseño y de construcción, lo cual es válido para los tipos de vivienda quinta y apartamentos en los edificios, por lo tanto, I_{F3} es cero.

Cabe destacar que no fue sino hasta el año 1958, donde la creciente exigencia en el mercado en las áreas asociadas a la calidad de los servicios y los procesos, hace que el Estado venezolano promulgue a través del Decreto Oficial N° 501 la creación COVENIN (Gamboa, 2013).

Tabla 15. Indicador de vulnerabilidad asociado al Año de Construcción o Antigüedad (IF3). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).

Año de construcción	I_{F3}
Antes de 1955	100
Entre 1955 y 1967	90
Entre 1967 y 1982	60
Entre 1982 y 1998	30
Entre 1998 y 2001	10
Después de 2001	15

d) Cálculo del indicador físico-estructural relacionado con la irregularidad en la planta y la elevación del edificio

En la Tabla 16 se presentan los valores adoptados para la vulnerabilidad asociada a la irregularidad en la forma en planta y elevación.

Tabla 16.Indicador asociado a las irregularidades en planta y en elevación (I_{F4}). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).

Irregularidad	Descripción	I_{F4}
Planta	Forma rectangular o cuadrada	0
	Forma de H, L, U, S, Z, T o +	60
Elevación	Forma rectangular o cuadrada	0
	Forma de L, T, piramidal o escalonada	60
	Forma de pirámide invertida y torres múltiples	40

En la totalidad de las viviendas visitadas, la forma de la planta fue rectangular y cuadrada; en la elevación se observaron formas rectangulares y cuadradas, por lo tanto, este indicador, a efectos de este estudio se consideró cero, ya que el hecho de que las viviendas tengan este tipo de forma reduce los riesgos de manera considerable

Tabla 17. Cálculo del Indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado con la irregularidad en la planta y elevación. Fuente: Elaboración Propia.

		en planta/Total de Viviendas		de Viviendas			
Comunidad	Total de Viviendas	Forma rectangular o cuadrada	Forma de H, L, U, S, Z, T o +	Forma rectangular o cuadrada	Forma de L, T, piramidal o escalonada	Forma de pirámide invertida y torres múltiples	I_{F4}
Barrio S. Ana	20	1	0	1	0	0	0

e) Cálculo del indicador físico-estructural relacionado con edificios altos sobre depósitos de sedimentos profundos

Para este indicador se tomaron en cuenta las siguientes condiciones: los edificios altos sobre depósitos de sedimentos profundos se considerarán I_{F5}=100 para edificios de seis o más pisos que se ubiquen en áreas de depósitos sedimentarios de profundidad mayor a 120 metros y I_{F5}=0 en los demás casos. Para este estudio, como las viviendas visitadas no son edificaciones con más de seis pisos el indicador será cero.

f) Cálculo del indicador físico-estructural relacionado con efectos topográficos del terreno

Este indicador de vulnerabilidad se relaciona al efecto de la topografía en pendiente (I_{F6}), se tomarán los siguientes valores presentados en la Tabla 18. Como se mencionó anteriormente, el Barrio Santa Ana no posee efectos topográficos de mayor relevancia, por lo tanto, se tomó que la pendiente de las viviendas visitadas se encuentra entre 20° y 45°.

Tabla 18. Indicador de vulnerabilidad asociado al efecto de la topografía del terreno (I_{F6}). Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López (2015).

Pendiente	I_{F6}
Pendientes ≥ 45°	100
Pendientes entre 20° y 45°	50
Pendientes ≤ 20°	0

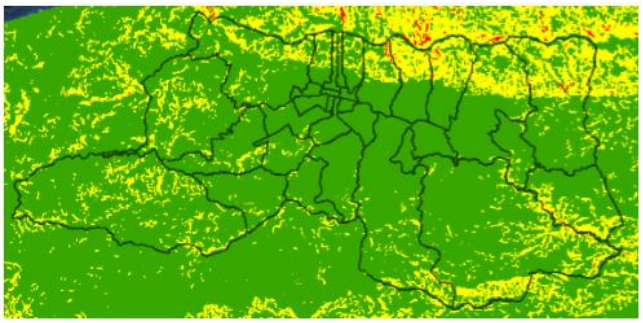


Figura 27. Mapa de pendientes del AMC: en verde se encuentran las pendientes menores a 25°; en amarillo las pendientes entre 25° y 45° y pendientes mayores a 45° en rojo. Fuente (Hernández, A y Puerta, M. 2016).

Tabla 19. Cálculo del indicador de vulnerabilidad físico-estructural relacionado con la topografía del terreno. Fuente: Elaboración Propia.

		Tipo de Pendiente/Total de Viviendas			
Comunidad	Total Viviendas	Pendientes ≥ 45°	Pendientes entre 20° y 45°	Pendientes ≤ 20°	I_{F6}
Barrio Santa Ana	20	0	1	0	50

5.2.3 Indicador de vulnerabilidad socio-económica (I_{VS})

Este indicador está vinculado a las posibles fragilidades sociales y económicas del elemento expuesto. Para este indicador se caracterizan cinco variables y se ponderan en la Ecuación 5, de acuerdo a los factores de peso ϕ_i correspondientes a la característica socio-económica. Estas variables se especifican en la Ecuación 6 y a continuación se mencionan:

a) Condición de pobreza (NBI). Se refiere a qué tan pobre son los habitantes del elemento expuesto.
b) Grupos de edad. Corresponde al rango de edades que habitan en el elemento expuesto.
c) Condición de discapacidad. Se refiere a la condición según la cual los habitantes presentan alguna deficiencia física o mental para desenvolverse plenamente en la sociedad.
d) Dependencia. Se refiere a la situación en la cual uno o más participantes dependen económicamente de una sola persona u otros familiares, por ejemplo: niños, adultos mayores o discapacitados.
e) Hacinamiento. Se refiere a la acumulación de personas excesiva en un área en particular del elemento expuesto.

$$I_{VS} = \sum_{i=1}^{5} \phi_i I_{Si} \qquad (5)$$

$$I_{VS} = \phi_1 I_{S1} + \phi_2 I_{S2} + \phi_3 I_{S3} + \phi_4 I_{S4} + \phi_5 I_{S5} \qquad (6)$$

Los factores de peso son: $\phi1=0{,}50$; $\phi2=0{,}20$; $\phi3=0{,}10$; $\phi4=0{,}10$; $\phi5=0{,}10$; dándole mayor jerarquía a la condición de pobreza basada en las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y los grupos de edad, seguido de la condición de discapacidad, dependencia y hacinamiento respectivamente. El indicador de la vulnerabilidad socio-económica (I_{VS}) varía entre 0 y 100.

Tabla 20. Indicadores de vulnerabilidad socio-económica. Fuente: Gustavo Coronel y Oscar López.

Indicador	Descripción	Clasificación	Puntaje
I_{S1}	NBI	Pobre extremo	100
		Pobre no extremo	50
		No pobre	0
I_{S2}	Grupos de edad	Menor de 15 años	50
		Entre 15 y 65 años	0
		Mayor de 65 años	100
I_{S3}	Condición de discapacidad	Sin discapacidad	0
		Con discapacidad	100
I_{S4}	Dependencia	Sin hacinamiento	0
		Con hacinamiento	100
I_{S5}	Hacinamiento	Sin dependencia	0
		Con dependencia	100

a) Cálculo del indicador socio-económico asociado con la condición de pobreza

De acuerdo al más reciente monitor de condiciones de vida (ENCOVI) del año 2016 se registró que el 51,51% de la población del país se encuentra en pobreza extrema, 30,26% de pobres no extremos y 18,24% no pobres; estos valores son adoptados para el cálculo del indicador de vulnerabilidad socio-económico asociado la condición de pobreza.

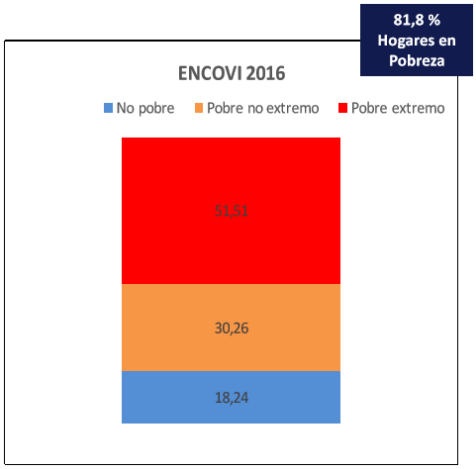


Figura 28. Hogares en condición de pobreza. Fuente: ENCOVI

Tabla 21. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de pobreza. Fuente: Elaboración Propia.

		Condición de pobreza/Total de viviendas			
Comunidad	Total de viviendas	Pobre extremo	Pobre No extremo	No Pobre	I_{S1}
Barrio Santa Ana	20	0.52	0.30	0.18	67

b) Cálculo del indicador de vulnerabilidad socio-económico asociado a los grupos de edades

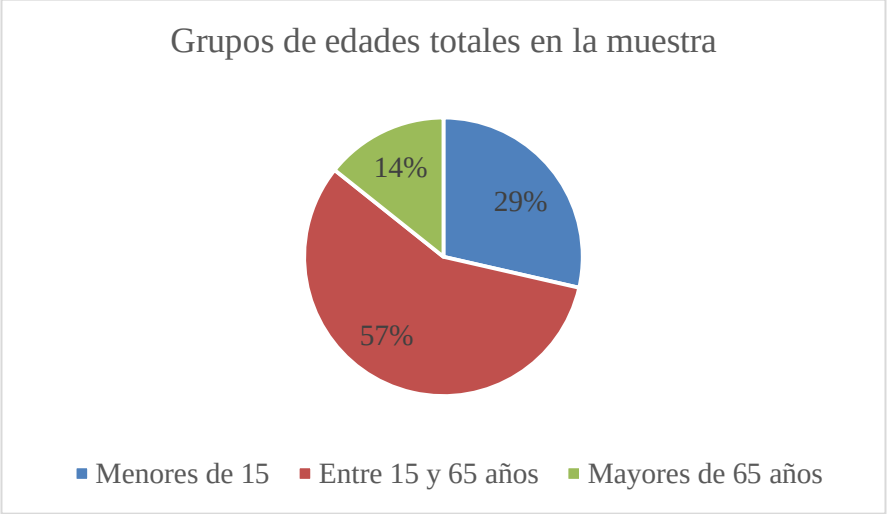


Figura 29. Distribución porcentual de los habitantes del Barrio Santa Ana por grupo de edades. Fuente: Elaboración Propia.

El total de habitantes en las 20 viviendas encuestadas en el Barrio Santa Ana fue de 120 habitantes de un total de 1.024 habitantes; resultando los grupos de edades distribuidos de la siguiente manera: menores de 15 años, se contabilizaron 26 personas en total; personas entre 15 años y 65 años, fueron contabilizadas 72 y mayores de 65 años se contabilizaron 22 personas. En la Figura 29 se muestra la distribución porcentual que se usó para el cálculo del indicador relacionado con el grupo de edades.

Tabla 22. Cálculo del indicador socio-económico asociado a los grupos de edades. Fuente: Elaboración Propia.

		Grupos de edades/Total de habitantes			
Comunidad	Total habitantes muestra	Menor de 15 años	Entre 15 y 65 años	Mayor de 65 años	I_{S2}
Barrio Santa Ana	120	0.22	0.6	0.18	29

c) Cálculo del indicador de vulnerabilidad socio-económico asociado a la condición de discapacidad

Tabla 23. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de discapacidad. Fuente: Elaboración Propia.

		Condición de discapacidad/Total de viviendas		
Comunidad	Total habitantes muestra	Sin Discapacidad	Con discapacidad	I_{S3}
Barrio Santa Ana	120	0.9	0.1	10

d) Cálculo del indicador de vulnerabilidad socio-económico asociado a la condición de dependencia

Tabla 24. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de dependencia. Fuente: Elaboración Propia.

		Condición de dependencia/Total de viviendas		
Comunidad	Total de viviendas	Sin Hacinamiento	Con Hacinamiento	I_{S4}
Barrio Santa Ana	20	0.6	0.4	40

e) Cálculo del indicador de vulnerabilidad socio-económico asociado a la condición de hacinamiento

Tabla 25. Cálculo del indicador socio-económico asociado a la condición de hacinamiento. Fuente: Elaboración Propia.

		Condición de hacinamiento/total de viviendas		
Comunidad	Total habitantes muestra	Sin Dependencia	Con Dependencia	I_{S5}
Barrio Santa Ana	120	0.3	0.7	70

5.2.4 Indicador de vulnerabilidad urbana (I_{VU})

Este indicador se encarga de integrar las fragilidades del ambiente urbano, relacionados con el elemento expuesto. Los indicadores de vulnerabilidad urbana son cinco; los cuales se ponderan en la Ecuación 7 de acuerdo a los factores de peso λ_i, que para este caso en particular se adoptaron de 0,20 para cada una de las variables y además se han definido de manera simplificada tres categorías de calificación cualitativa entre alta, media y baja. La vulnerabilidad se relaciona a cada una de las cinco características urbanas, considerando indicadores base de 100, 50 y 0 respectivamente. Estas variables se especifican en la Ecuación 8 y a continuación se mencionan:

a) Instalaciones de primera necesidad: Son aquellas redes destinadas a dar respuesta inmediata ante el posible efecto de un terremoto, como: estaciones de bomberos, hospitales, clínicas, protección civil, rescate y militar.
b) Instalaciones o espacios estratégicos: Son aquellos espacios destinados a preparar planes de contingencia y de organización, como: edificios de gobierno, escuelas, universidades, parques y plazas.
c) Accesibilidad vial: Son aquellas redes que permiten a los agentes de rescate o protección civil responder de una forma más rápida o más tardía dependiendo del estado de dicha accesibilidad vial.

d) Servicios básicos: son aquellos como agua potable, electricidad y comunicaciones.
e) Fuentes de peligro: Son aquellas infraestructuras que pudieran generar alguna fuente de peligro, como: represas o estanques, ductos de manejo de productos inflamables o explosivos.

$$I_{VU} = \sum_{i=1}^{5} \lambda_i I_{Ui} \quad (7)$$

$$I_{VU} = \lambda_1 I_{U1} + \lambda_2 I_{U2} + \lambda_3 I_{U3} + \lambda_4 I_{U4} + \lambda_5 I_{U5} \quad (8)$$

Cabe destacar que tanto el indicador socio-económico, como el indicador de vulnerabilidad urbana contribuyen a estimar el riesgo sísmico integral y la resiliencia.

Para completar el puntaje referido a vulnerabilidad urbana se utilizó el estudio de ENCOVI acerca de los *servicios en el entorno*, en el cual se indica el acceso peatonal a los servicios básicos en un radio de 500m y las declaraciones de los encuestados reflejada en forma de porcentaje:

Tabla 26. Servicios disponibles en un radio de 500m. Fuente: ENCOVI 2014.

Servicio	Existencia en radio de 500m	Porcentaje (%)
Guardería.	No hay	55%
Preescolar.	No hay	73,3%
Escuela básica.	Si hay	71,08%
Ambulatorio o barrio adentro.	No hay	61,3%
Canchas o parques	No hay	72,1%
Policía.	No hay	64,5%
Abastos.	Si hay	87,3%
Transporte público.	Si hay	87,6%

Tabla 27. Cálculo de los indicadores de vulnerabilidad urbana (Ivu). Fuente: Elaboración Propia

Comunidad	Descripción	Clasificación	Puntaje
Barrio Santa Ana	Instalaciones de primera necesidad	Alta	100
	Instalaciones o espacios estratégicos	Media	50
	Accesibilidad vial	Alta	100
	Servicios básicos	Media	50
	Fuentes de peligro	Baja	0

5.2.5 Indicadores del riesgo sísmico

Se define el *factor de exposición de viviendas* en el elemento expuesto (F_{EV}) como la relación entre las viviendas de dicho elemento expuesto con respecto al total en el área de estudio. Por su parte también se define el *factor de exposición de la población* (F_{EP}) haciendo referencia a la relación entre la población del elemento expuesto con respecto al total de la población en el área de estudio.

A continuación, se define *el indicador de riesgo sísmico físico-estructural* (I_{RF}), a partir del factor de exposición de viviendas (F_{EV}), el indicador de amenaza y el indicador de vulnerabilidad física-estructural. El (I_{RF}) va de un rango entre 0 y 100 y se encarga de identificar las zonas con mayor riesgo en términos de pérdidas directas (Ecuación 9).

$$I_{RF} = F_{EV} (I_A \cdot I_{VF}) \quad (9)$$

Posteriormente se define el *factor de agravamiento* (F) relacionado con el factor de exposición de la población (F_{EP}) y la vulnerabilidad socio-económica y urbana (Ecuación 10). Este factor varía entre 0 y 1.

$$F = F_{EP} (0.5I_{VS} + 0.5I_{VU}) / 100 \quad (10)$$

Finalmente se define el *indicador de riesgo sísmico integral* (I_{RI}), vinculado con el indicador de riesgo sísmico físico estructural (I_{RF}) y el factor de agravamiento, considerando F como un impacto de segundo orden (Ecuación 11). El (I_{RI}) varía entre 0 y 200.

$$I_{RI} = I_{RF} \cdot (1+F) \quad (11)$$

El I_{RI} es de gran utilidad para priorizar los sectores tomando en cuenta los aspectos sociales y urbanos que puedan afectar a una comunidad. Conforme a este indicador se abre paso al concepto de comunidades sismo-resilientes[34]. De esta manera aquellas comunidades con menor I_{RI} se consideran como las más sismo-resilientes. De forma que se define el indicador de sismo-resiliencia (I_{SR}), el cual es el complemento del indicador de riesgo sísmico integral y por ello el número (200); como:

$$I_{SR} = 200 - I_{RI} \quad (12)$$

[34] Capacidad de los individuos, familias o comunidades en un lugar determinado, de responder con flexibilidad ante situaciones de emergencia o desastre debido a terremotos y recuperarse mediante la efectiva respuesta, atención y la posterior recuperación física-estructural, socio-económica y urbana (López y Coronel, 2015)

Tabla 28. Resultados correspondientes a indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo del Barrio Santa Ana. Fuente: Elaboración Propia.

Comunidad	Barrio Santa Ana	
Total, Población	1024	
F_{EP}	Factor de Exposición de la Población	0,117
Total, Viviendas	195	
F_{EV}	Factor de Exposición de Vivienda	0,103
I_A	Indicador de Amenaza	0,6
I_{VF}	Indicador de Vulnerabilidad Físico-estructural	44,25
I_{VS}	Indicador de Vulnerabilidad Socio-económica	51,3
I_{VU}	Indicador de Vulnerabilidad Urbana	60
I_{RF}	Indicador de Riesgo Sísmico Físico-estructural	2,72
F	Factor de Agravamiento	0.07
I_{RI}	Indicador de Riesgo Sísmico Integral	2,90
I_{RS}	Indicador de Sismo-Resiliencia	197,01

Con el objetivo de ilustrar la sensibilidad de los indicadores se supone ahora una comunidad que se catalogaría como "no vulnerable". Se modificó el indicador físico estructural manera de tal manera que el 100% de las viviendas fuesen del tipo Casa/Quinta, con material predominante de bloque frisado (acabado) y construidas bajo supervisión técnica; además no presentan irregularidad en planta ni en alzado y se ubican en terreno con pendiente menor a 20°. A su vez el indicador socio-económico también se modificó, siendo en este caso el 52% que antes era pobre extremo, ahora el 100% es No pobre. Se eliminaron los indicadores de discapacidad, hacinamiento y dependencia, es decir, se supone que no existe tales condiciones que afecten la vulnerabilidad social. Por su parte el indicador de vulnerabilidad urbana se redujo al mínimo, es decir, todas las vulnerabilidades del entorno urbanístico de la comunidad son bajas.

Tabla 29 Resultados correspondientes a indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo en comunidad supuesta No vulnerable. Fuente: Elaboración Propia.

Comunidad	No vulnerable	
Total, Población	1024	
F_{EP}	Factor de Exposición de la Población	0,117
Total, Viviendas	195	
F_{EV}	Factor de Exposición de Vivienda	0,103
I_A	Indicador de Amenaza	0,6
I_{VF}	Indicador de Vulnerabilidad Físico-estructural	12
I_{VS}	Indicador de Vulnerabilidad Socio-económica	0
I_{VU}	Indicador de Vulnerabilidad Urbana	0
I_{RF}	Indicador de Riesgo Sísmico Físico-estructural	0,74
F	Factor de Agravamiento	0
I_{RI}	Indicador de Riesgo Sísmico Integral	0,74
I_{RS}	Indicador de Sismo-Resiliencia	199,26

A su vez, se analizó una comunidad virtual, altamente vulnerable la cual arrojó índices de vulnerabilidades físico-estructurales, socio-económica y urbanas muy elevados. Se analizó para el caso del indicador físico-estructural el 100% de viviendas catalogadas como ranchos, con materiales de muy baja calidad, con irregularidades en la planta y elevación y terreno con pendiente mayor a 45°. El indicador socio-económico se supuso el 100% pobre extremo, con condiciones de hacinamiento, discapacidad y dependencia críticas. En cuanto a la vulnerabilidad urbana se tomaron todas las características urbanas como altamente vulnerables. A continuación, se presentan los resultados en la Tabla 30.

Tabla 30. Tabla 29 Resultados correspondientes a indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo en comunidad supuesta altamente vulnerable. Fuente: Elaboración Propia.

Comunidad	Altamente vulnerable	
Total, Población	1024	
F_{EP}	Factor de Exposición de la Población	0,117
Total, Viviendas	195	
F_{EV}	Factor de Exposición de Vivienda	0,103
I_A	Indicador de Amenaza	0,6
I_{VF}	Indicador de Vulnerabilidad Físico-estructural	100
I_{VS}	Indicador de Vulnerabilidad Socio-económica	100
I_{VU}	Indicador de Vulnerabilidad Urbana	100
I_{RF}	Indicador de Riesgo Sísmico Físico-estructural	6,75
F	Factor de Agravamiento	0,12
I_{RI}	Indicador de Riesgo Sísmico Integral	6,88
I_{RS}	Indicador de Sismo-Resiliencia	193,12

5.2.6 Cuantificación de la vulnerabilidad sísmica del Barrio Santa Ana

Gracias al aporte de Valentina Páez Hernández, se obtuvo un estudio próximo a ser publicado llamado: *"*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS POPULARES EN CARACAS*"*. El mismo, en aras del conocimiento, ampliación y dimensionamiento del diagnóstico que se le quiere dar a la problemática será usado para caracterizar vulnerabilidades en la muestra de 20 viviendas del sector Barrio Santa Ana, que es la muestra de estudio de este Trabajo Especial de Grado.

- **Identificación y caracterización de las viviendas populares del Barrio Santa Ana**

Con los datos de campo levantados y aplicados anteriormente, para el análisis y cálculo del riesgo sísmico integral se procede ahora a calcular el índice de vulnerabilidad (I_v) que se define por:

$$I_V = \sum_{i=1}^{6} \alpha_i I_i \tag{13}$$

Donde I_i es el Índice de la Vulnerabilidad específica "i" y α_i es su peso relativo (Tabla 1). Cada índice I_i tiene un tope superior de 100, por lo que I_v está también limitado a 100. Una descripción detallada del procedimiento se puede ver en el cálculo del riesgo sísmico integral de los apartados subsiguientes.

Tabla 31. Índices de Vulnerabilidad específica y pesos relativos

I_i	Vulnerabilidad asociada a:	α_i
I_1	Antigüedad y norma utilizada	0.25
I_2	Tipo estructural	0.35
I_3	Irregularidad	0.25
I_4	Profundidad del deposito	0.07
I_5	Topografía y drenajes	0.04
I_6	Grado de deterioro	0.04

Como se mencionó anteriormente, los índices I_1, I_3, I_4, I_5 se detallan en el apartado del cálculo del riesgo sísmico integra. Por su parte el índice I_2 corresponde al tipo estructural (tabla 2). El índice I_6 cuantifica el grado de deterioro y mantenimiento de la vivienda, adoptando para este caso I_6=100 por la falta de mantenimiento que en general se les da a las viviendas de los asentamientos no controlados.

Tabla 32. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural.

Tipo Estructural	Descripción	I_2
1	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques	40
2	Muros de mampostería confinada	70
3	Muros de mampostería no confinada	100
4	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos	90
5	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos.	95
6	Viviendas de bahareque de un piso	90
7	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)	100

La información recopilada del sector Santa Ana en Antímano detalla que: se encuentra en ladera con viviendas en pendientes entre 20° y 40°. Las viviendas son de baja altura, resultando la mayoría de las que se pudo tener acceso y conversar con los propietarios de las mismas de 1 y 2 niveles respectivamente, salvo un caso puntual de 3 pisos. El 70% son del tipo estructural de muros de mampostería confinada. En su totalidad las viviendas son del tipo regulares en planta y elevación. A pesar de que existen 15 tipologías de viviendas, se tomaron en cuenta los tres predominantes en la zona de estudio.

Figura 30. Vivienda de mampostería confinada. Fuente Fotografía Propia.

Figura 31. Vivienda de mampostería no confinada. Fuente: Fotografía Propia.

Figura 32. Sistema mixto de pórticos de mampostería de baja calidad Barrio Santa Ana. Fuente: Fotografía Propia.

Figura 33. Sistema mixto de pórticos de mampostería de baja calidad Barrio Santa Ana. Fuente: Fotografía Propia

Tabla 33. Descripción y distribución porcentual de las tipologías estructurales en el Barrio Santa Ana. Fuente: Elaboración Propia

Tipo Estructural	Descripción	%
2	Vivienda de mampostería confinada: Estructura compuesta por muros de bloques trabados unidos por mortero, enmarcados por elementos de concreto armado denominados machones (elementos verticales) y vigas de corona (elementos horizontales)	70
3	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería no confinada: Estructura compuesta por muros de bloques trabados y unidos por mortero	10
5	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos	20

Tabla 34. Distribución porcentual del número de pisos. Fuente: Elaboración Propia.

Número de pisos	1	2	3
Porcentaje (%)	75	10	5

El cálculo del Índice de Vulnerabilidad (I_v) dado por la formula (1) para cada una de las 20 viviendas visitadas, arroja valores en el rango entre 55 y 65, con una media de 58. Según el artículo antes mencionado y a ser publicado se tiene como referencia que el Liceo Raimundo Martínez Centeno, edificación escolar formal que se derrumbó ante el sismo de Cariaco de 1997, tenía un índice de vulnerabilidad de 50.

- **Microzonificación y acción sísmica de Caracas vinculada con el Barrio Santa Ana**

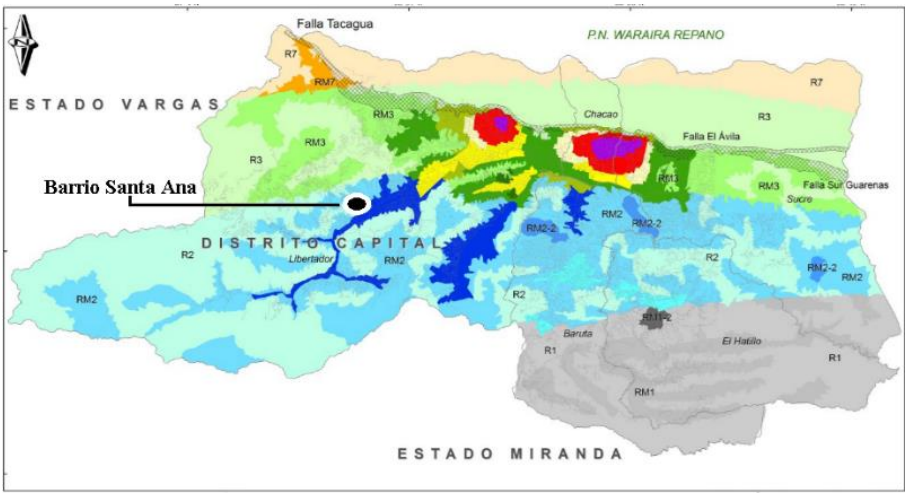


Figura 34. Ubicación del sector de estudio en mapa de microzonificación sísmica de caracas. Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta la ubicación del Barrio Santa Ana observado en la Figura 34, la acción sísmica se describe por las formas espectrales de aceleraciones para cuatro condiciones de sitio correspondientes a la microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas: R3-T0 es roca sin efectos topográficos (pendiente menor a 22º) , R3-T2 es roca con pendiente mayor o igual a 37º con efectos topográficos, 4-2 es un depósito somero con VS30 entre 185 m/s y 325 m/s y profundidad entre 60 a 120 metros y 6-2 es un depósito

profundo con los mismos valores de VS30 y profundidad mayor que 220 metros. En la Figura 35 se muestran las cuatro formas espectrales; la amplitud de aceleraciones en las gráficas corresponde a un período de retorno de 475 años. Las viviendas localizadas en terreno plano se considera que pueden estar asentadas en cualquiera de los sitios R3-T0, 4-2 o 6-2. Las viviendas ubicadas en terreno con pendiente se considera que están ubicadas sobre una ladera de pendiente pronunciada por lo que se les evalúa con el tipo R3-T2. La aceleración del terreno en roca con efectos topográficos (R3-T2) es 1,4 veces la asociada al terreno en roca sin efectos topográficos (R3-T0) (FUNVISIS, 2009). La muestra de estudio en este trabajo se considera entonces (R3-T2).

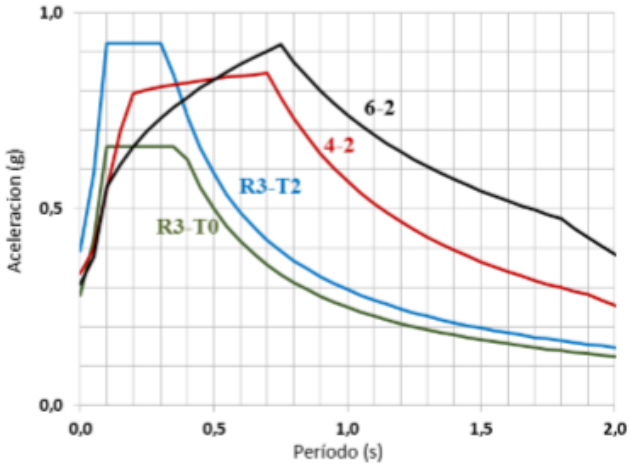


Figura 35. Espectros de aceleraciones para cuatro condiciones de sitio distintas. Fuente: "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López, O et al. 2017)

Curvas Fragilidad y Capacidad para las viviendas del sector en estudio

En el presente apartado se utilizarán las curvas de fragilidad construidas a partir del estudio Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas"(López, O et al. 2017) mediante las cuales se construirán índices paramétricos para la estimación de la demanda súbita de nuevas viviendas en los asentamientos urbanos no controlados.

De acuerdo con el estudio de "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López, O et al. 2017), Se consideran 4 estados de daño, calificados como Leve, Moderado, Severo y Completo, cada uno de ellos asociado a determinados valores del desplazamiento en el último nivel de la estructura. El daño Leve ocurre cuando se alcanza un desplazamiento mayor que 0,7 veces el desplazamiento cedente (uy) pero sin exceder este. El daño Completo se define al alcanzarse o excederse el desplazamiento último (uu). El daño Moderado se corresponde con desplazamientos entre uy y uy+ 0,25(uu – uy). El daño Severo se corresponde con desplazamientos entre uy+ 0,25(uu – uy) y uu. La probabilidad de excedencia del estado de daño di se calcula a partir de una distribución lognormal (McGuire, 2004):

$$P[d \geq d_i, a] = \phi[\frac{1}{\beta} \ln \frac{a}{a_{mi}}] \quad (14)$$

Donde $P[d \geq d_i, a]$ es la Probabilidad de que el daño "d" exceda el daño "di" dada una aceleración "a" del terreno sobre suelo rocoso; di es el estado de daño i, donde i puede ser Leve, Moderado, Severo o Completo; ϕ es la función normal de distribución acumulada de la aceleración del terreno "a"; a_{mi} es la media de la aceleración "a" para la cual la estructura alcanza el inicio del daño d_i; β es la desviación estándar del logaritmo natural de la aceleración "a" para el estado de daño "di". Se adoptan valores numéricos de β igual a 0,42, 0,45, 0,45 y 0,50 para daño Leve, Moderado, Severo y Completo, determinados a partir de un análisis probabilístico con el método de los estimadores puntuales considerando variables aleatorias de rigidez, resistencia y plasticidad en viviendas populares (Páez, V. 2016).

A su vez, este estudio hace un análisis estático no lineal, el cual tiene como objetivo graficar curvas de capacidad para cada una de las estructuras analizadas. Las curvas de capacidad consisten en monitorear los desplazamientos de un nodo en la estructura para un cortante basal inducido. Luego a través de las teorías de disipación de energía descritas en la norma ATC-40 o través del método de los desplazamientos descrito en la norma FEMA-356, intersectar la curva de capacidad de la estructura con la de demanda sísmica y obtener el punto de desempeño de la estructura. En la Figura 37 se observa la curva de capacidad para viviendas en terreno inclinado y en trazo continuo una curva bilineal con el criterio de mantener la rigidez efectiva inicial y balancear las áreas comprendidas entre ambas curvas.

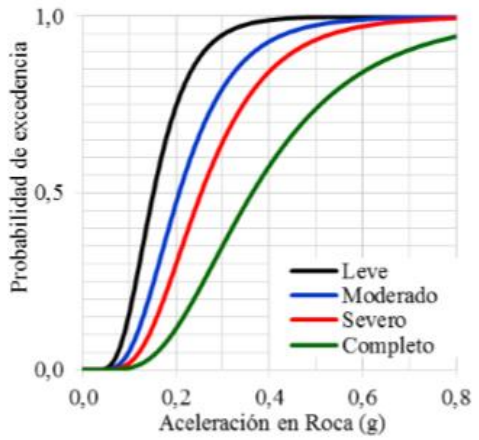


Figura 36.Curva de fragilidad para las viviendas en terreno en pendiente (R3-T2). Fuente: "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López et al, 2017)

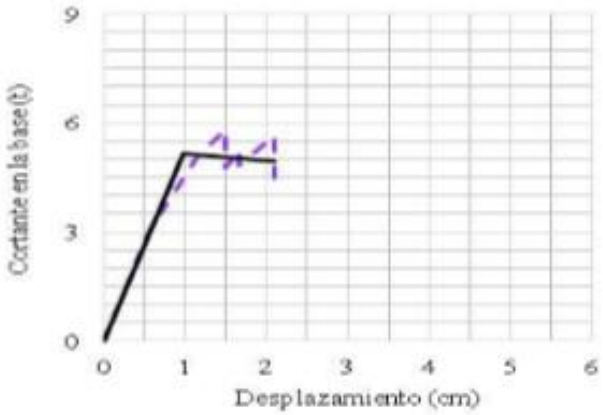


Figura 37. Curva de capacidad para viviendas de dos niveles en terreno inclinado. Fuente: "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López et al, 2017)

Según el estudio mencionado anteriormente, luego de la construcción de las curvas de fragilidad, capacidad y con la aceleración media, la cual es aquella con un 50% de probabilidad de excedencia en las curvas de fragilidad se determinaron las probabilidades

de alcanzar o exceder el daño Completo durante el sismo. Se determinó que un 2% del total de las 169.576 edificaciones populares con tipología mixta alcanzaría el daño Completo.

Tabla 35. Pérdidas humanas para un estado de daño Completo por el ATC-13 (ATC,1985) para una eventual repetición del sismo de 1967. Fuente: "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas"

Heridos Leves	Heridos Graves	Fallecidos	Total, Afectados
12.963	12.963	6.482	32.408

5.3 El índice de vulnerabilidad social y el riesgo percibido (ENCOVI)

Tabla 36. Evolución de la pobreza en Venezuela para los años 2014,2015 y 2016.Fuente: Elaboración Propia con datos de ENCOVI.

	2014	2015	2016
Pobres extremos	23,26%	49,9%	51,51%
Pobres	24,8%	23,1%	30,26%
No pobres	51,6%	27,0%	18,24%

Como bien se mencionó antes, más del 50% de la población en la actualidad se encuentra en situación de pobreza; a los cuales el salario no les alcanza para los elementos más indispensables de la vida. Esta situación genera un aumento de la *pobreza estructural*, definida como "*aquella en la que la familia no puede cumplir las necesidades básicas*" (Alfredo Cilento, 2016).

5.3.1 Efectos de la pobreza

Cuando se hace un análisis de la pobreza una de las primeras variables que se observan es una reducción en la Tasa de Ocupación; la cual disminuye por dos factores, en primer lugar, se encuentra la deserción escolar, la cual se relaciona con el hecho de que los niños y adolescentes se ven en la necesidad de abandonar sus estudios para encontrar los mecanismos mínimos de supervivencia para ellos y su familia. La precaria escolarización genera que los jóvenes no sean capaces de encontrar puestos de trabajo con una remuneración suficiente para cubrir sus necesidades básicas, y en el peor de los casos los mismos no pueden acceder a plazas de trabajo, generando así un ciclo interminable de pobreza. Aunado a esto se suma una creciente crisis económica que no permite crear nuevos puestos de trabajo.

En segundo lugar, se encuentra la *liquidación del patrimonio*, la cual hace referencia a la consecuencia directa de la disminución del ingreso y la devaluación por efectos de la inflación; por esta razón las personas se ven obligadas a liquidar sus ahorros, hecho por el cual se magnifica la vulnerabilidad social, ya que al momento de un evento sobrevenido como lo sería un desastre natural, se crea lo que se denomina *pobreza instantánea*, al no poder la población hacer frente económicamente a dicho evento. En la Figura 38 se observa que la mitad de la población venezolana puede ser considerada en alta

vulnerabilidad económica. Desaparece por este efecto, la posibilidad de acceso a una vivienda adecuada en caso de un desastre natural.

Por último, en tercer lugar, se observa una *reducción del consumo*, ya que por efectos de la inflación se consume menos como una consecuencia de la pérdida del poder adquisitivo. A su vez por efecto de la escasez de productos y servicios, a las personas no es posible sustituir el consumo con otros bienes.

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VINCULADO A FACTORES ECONÓMICOS ANTE LAS AMENAZAS NATURALES		
Personas Expuestas	*% Población*	*Escala/ Índice VE*
1.208.252	4%	Muy Alto
13.894.901	46%	Alto
12.082.523	40%	Medio
2.718.568	9%	Bajo
302.063	1%	Muy Bajo

Figura 38. Índice de vulnerabilidad ciudadana vinculado a factores económicos ante las amenazas naturales. Fuente: ENCOVI 2014.

5.3.2 Factores de vulnerabilidad e insostenibilidad

a) Factores físico ambientales de vulnerabilidad

Los factores físicos ambientales están relacionados a condiciones específicas de ubicación e infraestructura de los asentamientos humanos y en la manera de como una comunidad utiliza de forma sostenible o no los elementos de su entorno. En este caso estudiarán los siguientes factores:

- Calidad del alojamiento.
- Calidad del entorno y los servicios.
- Calidad urbana.

Según ENCOVI, el 64,3% de las viviendas existentes en 2015 han sido construidas por las propias personas, confirmando de esta manera lo que los investigadores plantean desde hace más de tres décadas, las dos terceras partes del parque habitacional del país ha sido *autoconstruido*; sin ayuda del Estado ni por promotores privados, dichas viviendas existentes se encuentran ubicadas más del 50% en los barrios. El hecho de que las propias personas estén en la capacidad de construir más que los sectores público y privado en conjunto, indica que las políticas de Estado están retrasadas con la demanda actual. Estas por el contrario deberían estar orientadas a facilitarle a los habitantes la construcción de su vivienda con apoyo técnico, la ejecución de normas adecuadas y financiamiento.

Entre 2006 y 2015 se construyeron (sector público y privado) unas 640.000 nuevas viviendas (64.000 p/a); esto es equivalente a las viviendas construidas a finales de los años ´60, donde la población estimada era de 10.721.522 habitantes (Censo 1981 -1990. Publicación Oficial OCEI[35]). Actualmente la necesidad de nuevos hogares en Venezuela supera las 100.000 viviendas por año, razón por la cual aumenta el hacinamiento y crecen la cantidad de personas que formaliza su estatus habitacional en los asentamientos urbanos no controlados. El 38% de las viviendas son de mampostería de bloques, cuyas normas para su ejecución están desactualizadas, generando *malas prácticas constructivas,* hecho que se debe principalmente a la falta de continuidad en la ejecución de las fundaciones y de los sistemas aporticados; haciéndolas vulnerables al sismo. En la Figura 39 se puede observar un ejemplo claro de la falta de continuidad en las columnas.

Figura 39. Vivienda informal ubicada en Barrio Santa Ana. Antímano. Fotografía Propia.

ENCOVI resalta una tendencia en declive en los servicios públicos del país, los cuales son aquellos que brinda el Estado y están destinados principalmente a satisfacer las necesidades de los ciudadanos en una comunidad. En Venezuela, el 78% de los hogares dispone de servicio de aseo urbano, pero la irregularidad de la recolección y disposición final generan graves problemas sanitarios y ambientales, colocando en situación de riesgo de salubridad a la población en general.

La calidad del agua cobra especial importancia, ya que es un tema de actualidad que afecta a todos por igual, y es por ello que preocupa cada vez más en los países del mundo por motivos vinculados a la salubridad en la población. En Venezuela, el 81,3% de los hogares declara que tiene acueducto, confirmando el hecho de que un gran porcentaje de la población cuenta con sistemas de abastecimiento de agua potable; pero el detalle incide en el hecho de que el 38,4% no tiene servicio continuo de agua. Estas significativas fallas en

[35] OCEI: Para 1978, se crea la Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI), adscrita, al Ministerio de Fomento. En el año 2001, oficialmente la institución adquiere el nombre del Instituto Nacional de Estadística (INE).

el servicio y los racionamientos, promueven el almacenamiento de agua potable, lo cual es perjudicial sino se toman las medidas adecuadas para dicho almacenamiento, con lo cual se podrían generar enfermedades de origen hídricas, como lo son: el dengue, zica, la disentería, gastroenteritis, entre otras.

Por su parte en Venezuela, el 86,4% de los hogares que tienen servicio eléctrico coinciden en que sufren interrupciones y apagones frecuentemente; ello se debe principalmente a la falta de inversión para el mantenimiento de las principales plantas hidroeléctricas del país, influyendo directamente en la calidad del servicio, cuyo rasgo más afectado es la continuidad del suministro. Cabe destacar que la aplicación de medidas de ahorro, muchas de ella de gran simplicidad, además de traducirse en mejor y más eficiente uso, generan importantes ahorros en el consumo y evitan la emisión de contaminantes a la atmosfera. Apropósito de la baja calidad de en los servicios públicos, Ángel Rangel, exdirector nacional de Defensa Civil Venezuela asevera lo siguiente:

> *"Más que la envergadura del desastre natural, lo que importa es cuán vulnerable sea la sociedad; con las condiciones actuales del país, no tiene que ocurrir un evento de gran magnitud, incluso unas lluvias fuertes pueden generar una crisis. Aquí no hace falta que ocurra un sismo para que se vaya la luz o se suspensa el servicio de agua, eso pasa todos los días; en Venezuela estamos como que si hubiese ocurrido un desastre hace un mes. Ya estamos en una situación post desastre"* (Rangel, A. 2016)

b) Factores sociales de vulnerabilidad

Los factores sociales son aquellas relaciones, comportamientos, formas organizativas y maneras de actuar de las comunidades, con las cuales contribuyen a una mayor o menor vulnerabilidad; en este sentido, la educación es indispensable para una formación basada en el desarrollo humano, fundamentado en el principio de que el hombre es un ser capaz de superarse, para el bienestar suyo y el de los demás. Como bien lo menciona Cecilia García Arocha, actual rectora de la Universidad Central de Venezuela:

> *"Requerimos ser analíticos de las grandes y pequeñas tendencias del mundo moderno y de cómo nos afectan, de forma tal que con esa conciencia reflexiva nos libremos de lo efímero de las improvisaciones, de la violencia, de la acción exacerbada y del desconocimiento."* (García A, Cecilia C. 2008)

El panorama educativo de los venezolanos según ENCOVI indica que el 61% de las personas solo tienen nivel de educación primaria, muy distante de la preparación mínima para la consecución de la formación antes mencionadas y los requerimientos mencionados por la profesora Arocha.

No menos importante es la “no conciencia de la vulnerabilidad” en donde el 88% no percibe amenaza de riesgo sísmico, 72% el riesgo de inundaciones y 77% de incendios, pero más grave aún es el hecho de que el 94% no tiene información sobre prevención y actuación ante situaciones de riesgo y desastres naturales; así como el 93% desconoce la existencia de un plan local de evacuación ante emergencias.

c) Factores económicos de vulnerabilidad

Estos factores se refieren a la ausencia de la disponibilidad de recursos económicos de los miembros de una comunidad, así como la mala utilización de los recursos para una correcta gestión del riesgo, un claro ejemplo de vulnerabilidad vendría siendo la pobreza en sí. Esto se vincula al hecho de que el 80% de la población no tiene acceso a créditos aplicables a la reducción de riesgos, además, el 89% no posee pólizas de seguro para sus bienes inmuebles y el 51% no tiene un plan o póliza de asistencia médica y hospitalaria.

El empleo es un rol básico y central en la vida para los seres humanos, porque permite la satisfacción de necesidades económicas y por su interrelación con otras áreas de la vida; en Venezuela las condiciones de empleo son muy precarias pues solo el17% de las personas que se declaran ocupadas, se califican como vendedores y el 13% de los trabajadores se califican con un menor rango. Esto quiere decir que un 30% de los ocupados se encuentran en empleos de muy baja calificación. En la Figura 40 se observa el predominio informal ante el formal en el ámbito laboral.

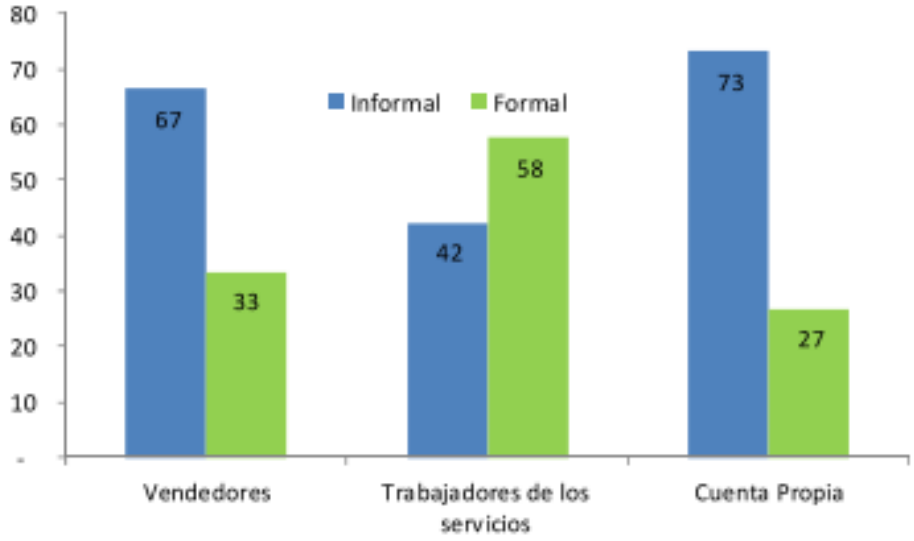


Figura 40. Empleos informales vs empleos formales en el ámbito laboral de Venezuela. Fuente: ENCOVI 2015.

5.4 Resultados y su análisis

En este TEG se ha presentado una metodología para la estimación cuantitativa y cualitativa de aquellas infraestructuras que se considera se encuentran en riesgo no aceptable. Luego de considerar las seis variables físico-estructurales, cinco variables socio-

económicas y cinco variables urbanas, que expone el estudio “El riesgo sísmico en Caracas desde una visión integral” (Coronel, et al. 2015), se otorgó una valoración cuantitativa del riesgo al Barrio Santa Ana. Con los datos recabados se concluye que el sector es vulnerable, arrojando un valor de riesgo sísmico integral de 2,90.

Con fines netamente investigativos, para la verificación de los valores obtenidos, se realizó comparación con índices de riesgo integral obtenidos con dos comunidades hipotéticas. Al hacer el mismo análisis de resultados, sobre una comunidad hipotética *menos vulnerable,* el indicador de riesgo sísmico resultó de *0,74;* mientras que para una comunidad *más vulnerable* que el Barrio Santa Ana el indicador arrojó un resultado de *6,88.*

A su vez, después de inspeccionar las 20 viviendas, de un total de 195 viviendas (10% del total), las cuales fueron visitadas en el trabajo de campo, se deriva, que el tipo estructural predominante es el de “mampostería confinada”, lo cual se distanciaría de la tendencia indicada en el estudio “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas populares en Caracas” (López, O, et al. 2017), dónde la tipología estructural más común, sería el sistema “mixto de pórticos y mampostería de baja calidad”. Con esto se puede constatar y se ratifica que el universo de distintas tipologías estructurales de las edificaciones informales es amplio y variado, y no obedece a ningún patrón de selección conveniente de modelos estructurales. La media del índice de vulnerabilidad en el Barrio Santa Ana es de 58, el cual se caracteriza por ser muy elevado y supera el valor del Liceo Raimundo Martínez Centeno[36], la cual fue una edificación formal que colapsó durante el sismo de Cariaco en el año de 1997, dicha edificación poseía un índice de vulnerabilidad de 50. Con esto se puede constatar que la existencia de distintas tipologías estructurales de las edificaciones informales es amplia y variada, y tienen gran sensibilidad en la valoración de vulnerabilidades de sus sistemas estructurales.

Por su parte, los descriptores de los índices de vulnerabilidad ciudadana son considerados por este estudio como la "postura válida y actual de los entrevistados en el barrio Santa Ana ", como una “constante del comportamiento social, vinculado a la resiliencia”. De esta manera, los habitantes teóricamente habrían respondido libres de toda preocupación ya que consideran, que esos peligros de los cuales se les podría estar refiriendo en la Encuesta del trabajo de campo, para ellos, "sencillamente no existen".

En el estudio “El riesgo sísmico en Caracas desde una visión integral” (Coronel, et al. 2015) se analiza el riesgo mediante los llamados *índices y puntajes.* Por otro lado, en los estudios “Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas” (López, O, et al.

[36] El liceo Raimundo Martínez Centeno fue una de las cuatro edificaciones que colapsaron durante el sismo de Cariaco (Edo. Sucre) en el año 1997. A consecuencia de este sismo murieron 18 personas, entre estudiantes y maestros. (López, O. et al. 2004). Se menciona en este apartado, para tomarlo como referencia en cuanto a su vulnerabilidad en comparación con la muestra estudiada en este TEG, la cual es el barrio Santa Ana.

2017) y "Riesgo sísmico en viviendas populares de Caracas" (Páez, V, et al 2016) se analiza el riesgo mediante el uso de *curvas de fragilidad* y *curvas de pérdida esperada, para* evaluar las probabilidades de alcanzar o exceder los distintos estados de daño debido a la ocurrencia de un sismo.

En la realización de este TEG, el hallazgo mostrado en la Figura 41 es el más importante y más resaltante, se presenta resumido de la siguiente manera: tomando en cuenta que, de las 224.323 edificaciones informales en el AMC, un 75,6% (169.576 edificaciones) son sistemas mixtos de pórticos de mampostería según el "Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela/ Informe final" (JICA, 2005) e información complementaria obtenida de las investigaciones Gustavo Coronel. Es importante mencionar que dicho estudio no hace diferencia de la tipología estructural de las edificaciones de los barrios. A su vez, apreciativamente, se considera una ocupación de cinco (5) personas por vivienda.

Circunstancialmente, un 93,3% de estas viviendas estarían sobre roca sana según el estudio "Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares en Caracas" (López, O, et al. 2017), lo cual aporta condiciones muy particulares para estudios de vulnerabilidad estructural, así como en la "vulnerabilidad ciudadana".

A partir de la información previamente mencionada, y las conclusiones de los trabajos de investigación referidos en la bibliografía de este trabajo , se pudo construir un gráfico (Ver Figura 41) donde se reflejan: i) la estimación del número de viviendas que alcanzarían el daño completo y severo para la ocurrencia de cualquiera de tres eventos sísmicos, como lo establece el estudio de "Riesgo sísmico en viviendas populares de Caracas" (Páez, V, et al 2016); ii) el número de víctimas, según la ATC-13[37] (ATC,1985) y iii) el porcentaje de viviendas informales afectadas, con respecto al total de viviendas informales en el AMC (169.576 viviendas)

Para el cálculo de la *demanda súbita* de viviendas que pudiese ser consecuencia directa de un sismo (Ver Tabla n° 37) se estudiaron las consecuencias mediante la actividad simulada de tres eventos sísmicos. De los tres eventos, dos de ellos ya han afectado la región norte del país y un tercer evento, de posible de ocurrencia, relacionado con el sistema de fallas de la región norte del país.

En el estudio "Riesgo sísmico en viviendas populares de Caracas" (Páez, V, et al 2016), para los tres eventos sísmicos, se toma como información los **niveles de daño completo y severo** al sector "Telares de Palo Grande", ubicado a escasos 4 kilómetros de nuestra zona de estudio local, de este trabajo de investigación. Se tomó como referencia este sector por presentar similitudes en cuanto a la ubicación geomorfológica del mismo

[37] ATC-13 Earthquake Damage Evaluation Data for California es un estudio desarrollado por el Consejo de Tecnología Aplicada por órdenes de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias en el año1982 para las edificaciones de California en Estados Unidos.

(ubicado en roca sana). También es un sector que se encuentra dentro de la zona que se estudia en este trabajo de investigación, la cual es el Área Metropolitana de Caracas o la Gran Caracas.

Las consideraciones de daños para el sector "Telares de Palo Grande", se puede resumir de la siguiente manera:

i) Para un sismo similar al ocurrido en 1812, el sector de "Telares de Palo Grande", sufriría para el primer evento un daño completo del 9% y 77% de daño severo en sus viviendas

ii) El segundo evento considerado, un sismo de las mismas características del año 1967, no registraría reportes de cuanto al daño completo, pero sí un 15% de daño severo

iii) Para el último evento, la simulación de la Falla de Tacagua-El Ávila estima un daño completo del 2% y un daño severo de 45%.

Con estos valores , este trabajo define como un **patrón de daños para la estimación de indicadores paramétricos** de demanda súbita, un valor equivalente al 100% de viviendas por daños completos y un 15% adicional de las viviendas por daños severos, como corrección a los valores de indicadores respectivos, por la falta de una resiliencia natural que se deriva de los Indicadores de la Vulnerabilidad Social (ENCOVI) y numéricamente relacionada por la sensibilidad de los Indicadores de la Vulnerabilidad urbana (Ivu) y el Factor de Agravamiento (F), con gran influencia para el cálculo final del Indicador de Riesgo Sísmico Integral (I_{RI}).

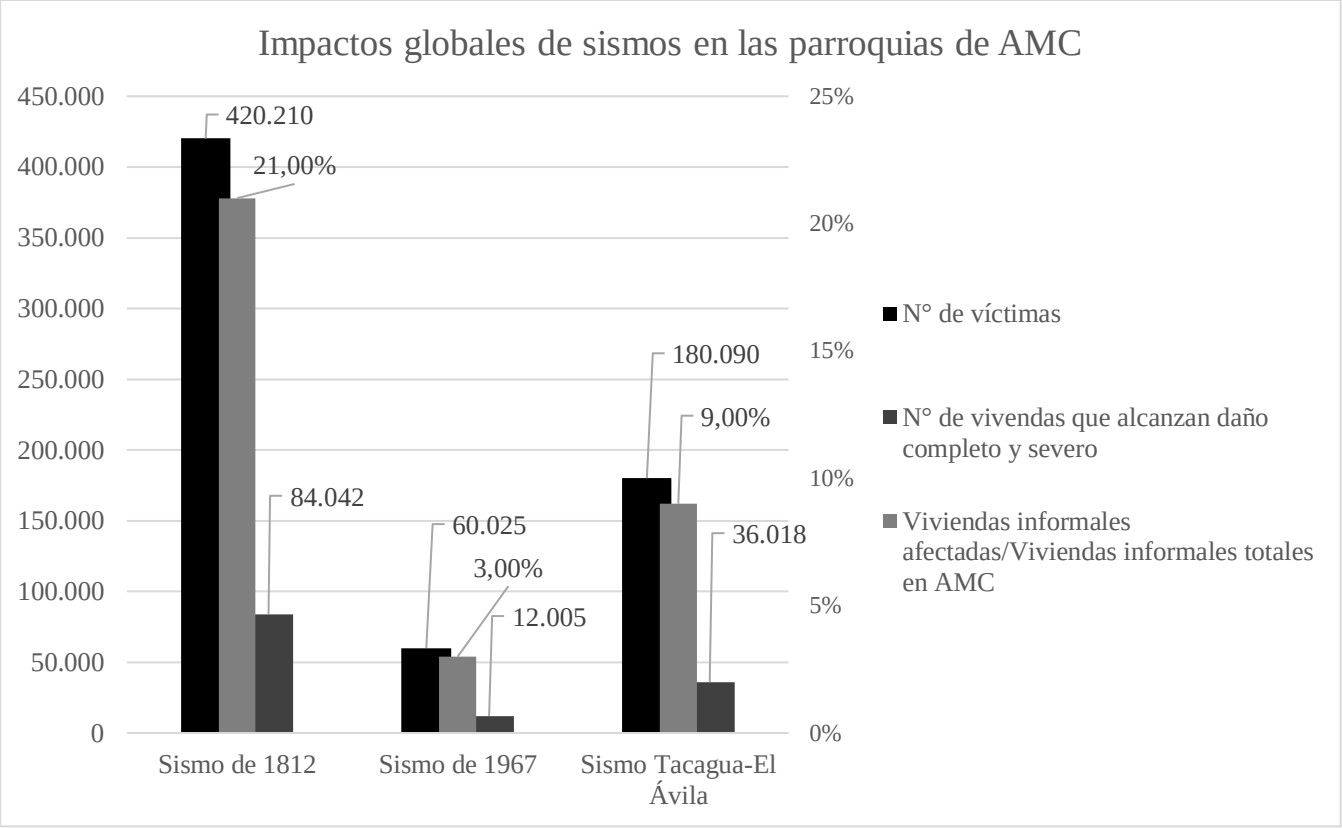


Figura 41.Impactos globales de sismos en las parroquias del AMC. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37.Características de los escenarios sísmicos a evaluar. Fuente Propia

	Sismo 1812	Sismo 1967	Sismo Tacagua-El Ávila
Duración	-	35 segundos	-
Magnitud de momento	7,4 Mw	6,6 Mw	6 Mw
Profundidad	-	14 km	-
Tiempo de retorno	-	50 años	-

En el escenario de ocurrencia de un sismo similar al de 1812 (Ver Figura 41) se contabilizarían 84.042 viviendas que alcanzan el estado de daño completo y severo .Por su parte para la estimación de víctimas (fatales y/o heridos) se establecen dos premisas: i) que habitan cinco (5) personas por vivienda, por un promedio ponderado de diversas fuentes (INE, 2011; CVC, 2017;Encuesta TEG 2017) y que, ii) el número de pérdidas humanas para *un estado de daño completo* como lo refiere el estudio "Riesgo sísmico en viviendas populares de Caracas" (Páez, V, et al 2016) el estudio, según la ATC-13 (ATC, 1985) corresponde a : 2/5 heridos leves, 2/5 heridos graves y 1/5 de víctimas fatales por vivienda. El número víctimas correspondería entonces, a 420.210 personas. En este caso se verán afectadas el 18% de las viviendas informales del AMC (169.576 viviendas informales)

Para el escenario de un sismo similar al de 1967, se estiman aproximadamente 12.005 viviendas que alcanzarían el daño completo y severo. Un número de potenciales víctimas de 60.025 personas. Si ocurriera este sismo se verían comprometidas el 3% de las viviendas informales del AMC.

Para el último escenario, vinculado por la posible ocurrencia de un sismo ocasionado por la falla de Tacagua-El Ávila, se obtiene que 36.018 viviendas alcanzan el daño completo y a su vez el severo e igual que los dos escenarios anteriores, según la ATC-13 (ATC,1985), el número de víctimas correspondería a 180.090 personas. La ocurrencia de este escenario afectaría al 8% de las viviendas informales del AMC.

CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES.

6.1 Indicadores de demanda de viviendas informales, como consecuencia de eventos sísmicos: resultados y conclusiones

Las conclusiones de este TEG, conviene agruparlas en dos bloques: un primer grupo de conclusiones derivadas metodológicamente de los objetivos del TEG, y las otras que han surgido del proceso investigativo y de autoformación para el autor de este informe. Del primer grupo, se refiere:

i) A la vinculación de los modos de fallos con las consecuencias en estimados de pérdidas de hogares, y consecuentemente, en demanda de viviendas y en términos de la población, la cantidad de posibles víctimas fatales.

ii) Adicionalmente, se identifican "coincidencias de valor" entre los índices utilizados en el trabajo desde el punto de vista del "riesgo evaluado", pero que tienen relación directa con "esquemas de orden social", lo cual representa uno de los grandes avances en cuanto a la cobertura informativa del enfoque determinístico, referido en este trabajo y en su bibliografía de apoyo.

Por otra parte, en relación al proceso investigativo, procedimental y creativo del tema, se presentan aspectos conclusivos, como los siguientes:

i) Dado que el mecanismo de construcción de la "vivienda informal" no se rige por patrones establecidos, se presentan algunas consideraciones en cuanto a lo que podría llamarse el *riesgo incremental integral – o global - en los asentamientos urbanos no controlados,* expuestos a una matriz multifactorial de Amenazas, Vulnerabilidades propias creada por la misma sociedad y a la ausencia de actividades orientadas a los Sistemas Resilientes.

ii) Conclusiones relacionadas con *La Accademia*, y finalmente,

iii) Conclusiones de la experiencia personal del escribidor de este informe, en relación al aprendizaje de nuevos enfoques de ingeniería civil, no incluidos en el programa formal de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello

6.2 Escenarios de consecuencias y el post-desastre

En ese mismo orden de ideas, y retomando los resultados obtenidos, sólo en cuanto a la "demanda súbita necesaria para atender a los damnificados", por cualquiera de los escenarios sísmicos que se simularon en el capítulo anterior, se podría resumir que:

Tabla 38. Resumen de los resultados obtenidos en cuando al número de víctimas, fallecidos y heridos.

	Sismo 1812	Sismo 1967	Sismo Tacagua-El Ávila
N° de víctimas	420.210	60.025	180.090
N° de fallecidos	84.042	12.005	36.018
N° de heridos	336.168	48.020	144.072

i) De ocurrir un evento similar al del año 1.812 el número de viviendas que deberían disponerse para sustituir *la pérdida de hogares* sería de 84.042 unidades.

ii) Por su parte para una eventual repetición del sismo de 1.967 se tendría una demanda súbita de 12.005 unidades de viviendas.

iii) Y finalmente, si ocurriese un sismo modelado en las condiciones identificadas como Falla Tacagua sería de 36.018 unidades de viviendas.

Pero pareciera que, a pesar de estos resultados, lo importante podría ser otro asunto: el análisis de las consecuencias del evento sísmico, sobre la permanente falta de gobernanza sobre el riesgo, inclusive en situación de post-desastre.

En tal sentido y dada la disparidad de las consecuencias en *"número de viviendas a reponer* ", que depende de uno o de otro evento sísmico, escapa de los alcances de este trabajo seleccionar cuál sería el evento sísmico de mayor probabilidad de ocurrencia, que sirva como pautas de programación para atender la "demanda epistémica *o escondida* dentro de la vulnerabilidad de las sub-estructuras de sostenimiento de esas viviendas informales".

Paradójicamente los valores mostrados podrían servir como *"márgenes de in-seguridad*" a los entes de gobernanza para la toma de sus decisiones.

Esta situación no es exclusiva de Venezuela, pero sí generalizada en América Latina. Adicionalmente, está claramente tipificada en la regulación internacional, vinculante a todos los países con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, suscrito en Sendai, Japón en el año 2015.

Pero definitivamente y es como se ha insistido contantemente en este trabajo, las caracterizaciones y márgenes de decisión producidos por los ingenieros, en su labor de apoyo a la gobernanza, refleja la obligatoriedad de nuestras acciones, inclusive más allá del campo restringido anteriormente a proyecto, construcción e inspección de obras individuale.

6.3 Áreas de "*coincidencia en el saber"* para los índices de vulnerabilidad y la percepción de ENCOVI

Uno de los aspectos conclusivos de mayor valor en este proceso de investigación, resultó la coincidencia de valores de orden cualitativo y cuantitativo, referentes a la Resiliencia de los sistemas sociales, incluidos en la estimación de los Índices de vulnerabilidad, para la estimación del *Riesgo Medido.*

Como ejemplo de esta condición se observa que los "índices de vulnerabilidad socio-económico y urbano", así como el "indicador de sismo-resiliencia", el cual hace referencia a la capacidad de un sistema de responder con flexibilidad ante situaciones de emergencia, están referidos también en las condiciones y variables sociales que presenta

ENCOVI y que inciden directamente en las situaciones post desastre , y que tienen influencia directa en evitar aumentos de consecuencias, luego de ocurrido el evento catastrófico (situación post desastre).

Por otra parte, y tomando en cuenta trabajos previos que han querido incorporar, o crear conocimiento, en las comunidades en los procesos constructivos de sus viviendas informales , y por el otro, que ya se han identificado unas "vulnerabilidades ciudadanas" propias del venezolano , se vislumbra como una oportunidad conveniente que el próximo trabajo de campo de ENCOVI, relacionado con el Índice De Vulnerabilidad Ciudadana, se puedan incorporar preguntas que produzcan "conocimiento de valor" a las comunidades. Iniciativas referidas previamente en este trabajo de grado, como las publicaciones de Gabriela Toro y la de Genatios-Lafuente[38], que son documentos importantes para apoyar el diseño de esa actividad próxima de ENCOVI.

6.4 Factores de seguridad *versus* análisis de confiabilidad

Es sabido que, para la asignación de valores en las diferentes tablas de cuantificación de los índices de vulnerabilidad, los autores deben haber adoptado muchas interpretaciones para restringir las incertidumbres involucradas en el análisis, no sólo de los perfiles de comportamiento de los materiales y en las cargas de servicio, así como en el funcionamiento adecuado de los sistemas estructurales. Muy probablemente, de este último, es donde podría haber habido "mayores incertidumbres de su comportamiento".

En relación a esto, pero referido a "estructuras formales", Mario Paparoni indica lo siguiente:

> *No se piensa en general, en que las Estructuras son Sistemas más o menos complejos, que, aunque respondan linealmente ante ciertas acciones externas, son fuertemente no lineales en cuanto a lo que podríamos llamar "Perfiles de Comportamiento", entendiendo por esto las formas que adoptan las solicitaciones internas o las respuestas internas del sistema ante las acciones externas.* (Paparoni, M.1991)

Por otra parte, y a raíz del ataque terrorista de las torres gemelas en WTC, en New York, el 11 de septiembre de 2011 la General Services Administration[39] de USA ha incorporado en las especificaciones de proyecto de estructuras de acero, requerimientos para la simulación de *estructuras residuales* para el sostenimiento, al menos temporal, de la edificación en el evento de colapsos progresivos. Estos requerimientos indicados por la

[38] Los trabajos de Gabriela Toro *"Consejos para constructores de viviendas informales*" y de Marianela LaFuente con Carlos Genatios, llamado, "*Autoconstrucción Sismorresistente*", buscan dar recomendaciones para construir viviendas seguras y confiables en zonas de viviendas informales.

[39] GSA ha estado ofreciendo el mejor valor en normativas, planes de desarrollo y visiones estratégicas de modernidad en bienes raíces, adquisición y servicios de tecnología, al gobierno federal y al pueblo estadounidense por más de 67 años. Sería el equivalente a COVENIN en Venezuela

GSA de USA, exigen modelar la ocurrencia en los cuales se puedan predecir la ubicación y el impacto de eventos extraordinarios, que puedan afectar la estructura original, ya bien sea por causa de explosión o incendio, principalmente.

Esto se presenta en virtud de que en estas "*sub-estructuras formales de las viviendas informales*", también pueden ocurrir perfiles de respuesta similares, en lo que se identifica como "rutas alternativas de carga", dependiendo de las condiciones de alzada y geometría; o secuencia constructiva en las que son construidas.

Simultáneamente el desconocimiento manifiesto por los constructores informales (encuestas de este trabajo y otros estudios referidos) en cuanto a la calidad e importancia en la colocación del acero de refuerzo, así como la colocación sin criterio – estructural- de paredes, especialmente los pisos inferiores, afectan de manera directa los factores de seguridad incorporados "empíricamente" a las estructuras informales, ya bien sea por el aumento en los materiales utilizados o en el sobredimensionamiento de elementos estructurales. Estas paredes modifican el patrón de respuesta del sistema estructural de las viviendas informales, induciendo a las "fallas de orden frágil de manera prematura" (Safina, S. 2015)

Una simple indicación de este tipo de controles, tendría gran beneficio para evolucionar hacia un *mejor un hogar, un poco más seguro*, hasta que se puedan tomar otras acciones más definitivas, y tendientes hacia el control total del *riesgo no tolerable.*

Igualmente, en la consideración de los índices de vulnerabilidad de este TEG, se logró identificar cómo la consideración del riesgo pone el énfasis, no en el *concepto general* de las obras de infraestructuras, sino en la *singularidad* de las edificaciones que definitivamente cambia durante su "historia evolutiva particular como infraestructura"

De esta forma y por lo anterior expuesto, de alguna manera, la escogencia entre "factores de seguridad" y "márgenes de seguridad", evidencia el conflicto entre la racionalidad, fundamentada en la aplicación de la *ciencia directa o* el uso de la "*con-ciencia"* con la incorporación de herramientas más idóneas para el análisis estructural, ante los "niveles de incertidumbre", como los márgenes de seguridad y los sistemas de confiabilidad.

Finalmente, resulta muy difícil y riesgoso para las características propias de este tipo de análisis (vulnerabilidades en "*sub-estructuras formales*"), el adoptar valores favorables de comportamiento isotrópico de los materiales en las estructuras de concreto reforzado, para aumentar respuestas favorables en los niveles de respuesta de los sistemas estructurales en las viviendas informales.

6.5 El *riesgo incremental* vinculado a la disminución constante de la resiliencia

Tal como se ha visto, los componentes para la estimación del riesgo consideran la ocurrencia de una *Amenaza;* caracterizan la *Vulnerabilidad Integral* por los métodos

indicados y finalmente incorpora valores relacionados con la *Resiliencia del Sistema*, que, en definitiva, aporta reducciones en el *Riego Evaluado*.

Sin embargo, la falta de información en las comunidades que habitan en los "Asentamientos Urbanos No Controlados" produce, de manera natural, un mecanismo de *amplificación del riesgo de manera constante*

Con esto se quiere referir, al aumento de la vulnerabilidad por las modificaciones en las estructuras de las viviendas informales, inducidas por el crecimiento familiar, adecuaciones o mejoras internas y por otro lado, la *falta de gobernanza*, ante la ausencia de normativas generales mínimas del gobierno sub-nacional que los atiende (gobiernos municipales). Está mundialmente documentado que adecuados esquemas sociales, permiten a la comunidad aportar beneficios para la disminución del riego general y en particular del riesgo sísmico[40].

De manera cierta y ante la falta de información de *estructuras resilientes*, la comunidad propicia, sin querer, el aumento permanentemente del riesgo; es por ello, que el "riesgo existente NO identificado", se le denomina como el *Riesgo Epistémico* de la comunidad, en lo individual y lo colectivo.

Pero sin embargo con la incorporación de actividades como la "creación de conocimiento" (como se mencionó en las conclusiones relacionadas con ENCOVI) y la construcción de simples estructuras sociales en el ciclo de vida comunitario, el aumento del riesgo pudiera ser, al menos, controlado

En la siguiente figura que se refiere a un ciclo evolutivo social; su *descriptor central* es la **G**obernanza **I**nterna del **R**iesgo o la **G**estión **I**ntegral de **R**iesgo, según las siglas centrales del gráfico referido **G.I.O** (Ver Figura 42)

[40] La relación "*Riesgo-Comunidad Geo-política*" está representada por la existencia del grupo de los **C40,** que reúne a las 40 Alcaldías más grandes del mundo, preparadas para atenderlos planes de gestión de riesgos de sus habitantes y ciudades, más allá de las actuaciones los Gobiernos centrales

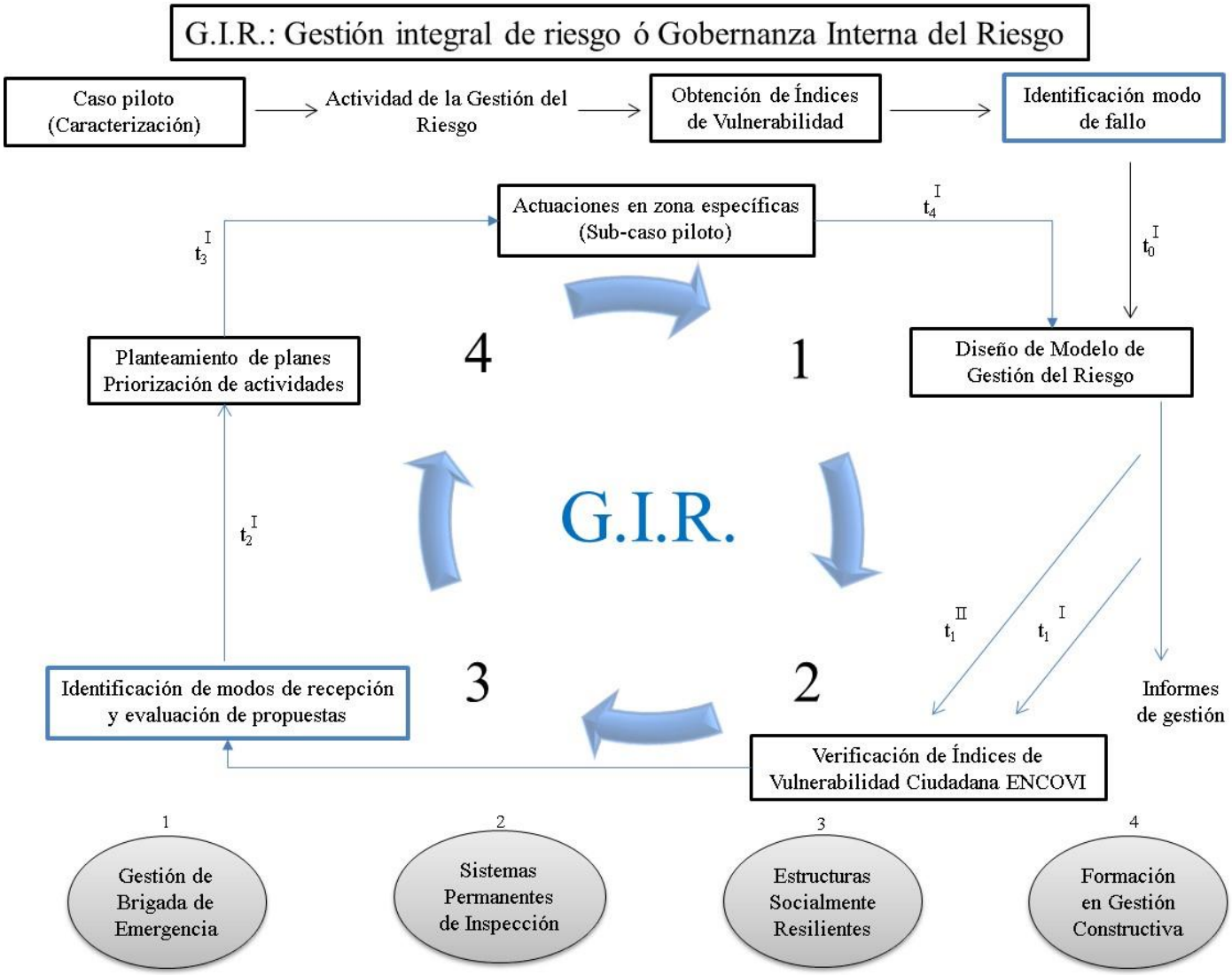


Figura 42. Gestión Integral del Riesgo o Gobernanza Interna del Riesgo

6.6 La "Accademia se expresa en la barriada" e identifica el Riesgo Epistémico

Siguiendo con las ventajas de propiciar el encuentro entre el *Riesgo Percibido* y el *Riesgo Evaluado*, y con el objeto de incorporar estructuras sociales de mayor resiliencia, los avances que ha tenido el enfoque académico y profesional del riesgo evaluado en las viviendas informales en los últimos cuatro años, representan un aporte considerable en cantidad y calidad de información, que permitiría iniciar gestiones exitosas para cerrar esa brecha de valoraciones

Recientemente, tanto en el cierre del *III Foro Internacional del Análisis de Riesgos, Seguridad de Presas y Gestión de Infraestructuras Críticas, España) Octubre de 2011*, así como en el documento final *del* Marco de Sendai para la DRR, 2015-2030, Japón 2015,se destacó como **esencial** la incorporación de la Academia, no sólo desde el punto de vista de estudios formales en todos los niveles, sino en las tareas de buscar el lenguaje interdisciplinario con la *sociedad en riesgo* para que comprendan el *objetivo final de nuestros números*[41]

Por eso, este Trabajo Especial de Grado, considera que la discriminación de los índices de vulnerabilidad en 23 expresiones al mejor estilo cartesiano[42], asegura identificar los aspectos en los cuales persistan campos de conflicto con la *percepción del riesgo*, desde la perspectiva de los niveles de certeza que proporciona la medición científica del *Riesgo Evaluado*.

6.7 La ingeniería civil requerida en actividades de "*gobernanza técnica"*

Prematuramente en este Trabajo Especial de Grado, se incluyó como un antecedente, el "Informe de La Visión para la Ingeniería Civil en 2025: Como alcanzar la Visión para la Ingeniería Civil en 2025" de la American Society of Civil Engineers A.S.C.E., (ASCE, 2010) para visualizar el rol del ingeniero civil para el 2025:

> *"El Ingeniero Civil está involucrado con la sociedad para crear un mundo sostenible y mejorar la calidad global de vida; los ingenieros civiles se desempeñan con maestría, en forma competente, colaborativa y éticamente: (a) como planificadores, diseñadores, constructores y operadores de infraestructura; (b) conductores responsables del medio ambiente natural y sus recursos; (c) innovadores e integradores de ideas y tecnologías en los campos públicos, privados y académicos; (d)*

---

[41] Expresión utilizada en la Conferencia de Cierre del *III Foro Internacional del Análisis de Riesgos**, España 2012, bajo el** nombre **"Mind the gap"*** y en el Marco general de "Tolerancia del Riesgo y la participaion de la academia internacional"

[42] El estilo cartesiano deriva del libro el *Discurso del Método* Descartes, René, *e*xpuesto en la segunda parte expone dicho método, que se resume en cuatro reglas. La primera es la de no aceptar nada que no fuese evidente a la propia razón; la segunda, la de dividir cada problema en tantas partes como se pudiese; la tercera, la de pensar ordenadamente desde lo más simple a lo más complejo y la cuarta regla, finalmente, la de hacer revisiones exhaustivas para verificar que nada fuese olvidado

> ***Gestores para el riesgo e incertidumbre provocados por eventos naturales, accidentes y otras causas****; y (e) líderes en las discusiones y decisiones de las políticas públicas ambientales y de infraestructura".*(ASCE,2006)

Como parte de la investigación de este trabajo, se obtuvieron reportes de investigación, promocionados y realizados otras, por agentes internacionales de desarrollo que demostraron una clara intención en apoyar trabajos de corte académica y científico en los temas relativos a la *vulnerabilidad de las edificaciones en asentamientos urbanos no controlado*s.

En este orden de ideas, hay ejemplos formales de esas actuaciones y que han sido referidos en la bibliografía fundamental de esta investigación, pero dada su importancia y características, se considera oportuno, referirlos de manera específica[43].

- Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela/Informe final" desarrollado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón en el año 2005.

- Proyecto Ávila, coordinado y desarrollado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) en el año 2003.

- Plan piloto para mejorar condiciones de hogares vulnerables desarrollado por el banco de desarrollo de america latina (CAF) en el año 2016.

Lo antes expuesto clasifica como aspecto conclusivo del proceso de este trabajo, en el cual los ingenieros civiles parecen estar llamados, formalmente, a participar en los aspectos de gobernanza y tratar de garantizar su apoyo técnico en la implementación de planes de desarrollo urbano de las ciudades

De la misma forma, indica el estudio de la ASCE en su última línea del párrafo referido que los ingenieros civiles deben ser "… *y (e) líderes en las discusiones y decisiones de las políticas públicas ambientales y de infraestructura".* (ASCE,2006)

Todo pareciera, a primera vista ser considerado como una constante de los países, pero los registros de desastres naturales de alto impacto, sobre regiones de algunos países, que nunca antes habían registrado una casuística referente, advierte a todas las unidades de gobierno, sobre la obligada realización de planes previsibles ante la ocurrencia de desastres ocasionados por amenazas de la Naturaleza. Esto es justamente el mandato del Marco de Sendai, Japón 2015, de en Reducción de Riesgos de Desastres

[43] En el trabajo "Estudios de riesgo de Caracas" se menciona que "*El plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela/Informe final"* no se llegó a concluir debido a que los municipios Baruta y El Hatillo no fueron incluidos en el desarrollo del mismo. Quedó como un compromiso la inclusión de dichos municipios en un plan que aplicara los conocimientos y las metodologías obtenidas en este estudio, con la finalidad de formular los planes de prevención de desastres. (Schmitz, M. y Hernández, J. 2010)

Los ingenieros civiles por norma práctica y uso frecuente, suelen incluir en los estudios previos de la construcción de infraestructuras, documentos como: i) variables urbanas fundamentales para el desarrollo de las infraestructuras; ii) información del estudio de suelos; iii) en algunas oportunidades, informe geológico; iv) planos topográficos geodésicos, con las curvas de nivel, y, por último, vi) los estudios de impacto ambiental y social

Ahora, llama poderosamente la atención, (juicio surgido de las entrevistas realizadas) que a los documentos anteriormente señalados como "convencionales" para el inicio de proyecto o de trabajos de construcción, se les añaden otros documentos, tales como: vii) estudio de sitio; viii) informe de exposición a macro amenazas; ix) casuística de ocurrencia de desastres de orden natural y reporte de consecuencias y, finalmente, x) planes de la gestión del riesgo. Es así, solo como un ejemplo, que, desde hace poco tiempo, se pudo conocer que la exigencia de mapas *de iso-riesgos integrales,* para proyectos estratégicos o de importancia fundamental, son documentos de obligatorio cumplimiento. Como si fuera poco lo anteriormente señalado, en el cual la visión de entes mundiales de desarrollo han identificado estos *asentamiento urbano no controlados,* como un asunto de atención para el desarrollo sostenible de los países, en enero del 2015 el S.P. Francisco, emitió la *Encíclica Laudato SÍ,* dirigida a todos los ciudadanos del mundo, sin distingo de que sean creyentes o no, para evaluar, e invitar la reflexión de nuestras responsabilidades éticas , en el desarrollo de actividades de destrucción del Planeta, bajo la premisa que la razón – u origen- principal de los ocurrencia de desastres, tiene un componente definitivamente social[44].

6.8 Cultura y Riesgo

Entendiendo *Cultura.*[45] (Vargas, L., 2006) como el cúmulo de informaciones, creencias, hábitos y conciencias de normas que caracterizan a una Sociedad, pareciera que el buen proceder de la construcción venezolana, reconocida en toda Latinoamérica[46] , desde el siglo pasado, ha tenido sus manifestaciones culturales en la *auto construcción de viviendas informales en Venezuela*, objeto de este estudio.

---

[44]"*¡Dios perdona siempre, los hombres, alguna vez, y la Naturaleza nunca! Estamos destruyendo la Creación, matando la Naturaleza, sin darnos cuenta, de que nos estamos quedando con un desierto y no con un jardín"*
S.P. Francisco, enero 2015, Alocución publica en Roma, Italia"

[45] La cultura, son todas las manifestaciones de la vida de una comunidad: su lengua, sus creencias, sus usos y costumbres, su indumentaria, sus técnicas y, en suma, todo lo que en ella se practica, evita, respeta y abomina. (Llosa, M. 2012, p.35)

[46] José Grases en su libro "La historia de la ingeniería estructural en Venezuela" menciona lo siguiente: Desde la década de los 60 del siglo XIX, ingenieros del país proyectaron, construyeron y controlaron la correcta ejecución de obras de infraestructura. Entre las primeras se encuentran: (i) La presa de Caujarao en el estado Falcón; (ii) Las obras del muelle de la Guaira y Puerto Cabello, donde se usó el concreto profusamente, y; Las líneas férreas en general (Grases, J. 2016)

Definitivamente, la bonanza petrolera trajo como consecuencia el establecimiento de grandes conglomerados nacionales e internacionales en el país, y, por ende, la fácil disponibilidad de trabajo en la industria de la construcción. Y además de alto contenido profesional y de calidad constructiva[47]

De tal manera, como dice José Grases en la entrevista realizada para este trabajo (Ver Anexo C) pareciera que la "cultura de aprendizaje de las labores de construcción realizadas en el Valle de Caracas, se trasportaba cómo un *aprendizaje y proceder aceptable* para el desempeño de actividades constructivas a lo largo de todo el anillo urbano de la Gran Caracas, especialmente en las laderas del Parque Nacional el Ávila (Parque nacional Waraira Repano)"

Pero tomando en cuenta que este *mecanismo de cultura constructiva, con aparente respeto parcial de normas mínimas*, podría desarmarse súbitamente, por la situación económica que atraviesa el país en los últimos 15 años (CVC, 2017)

Las economías en materiales, obligadas pero perjudiciales, que se registran hoy en la construcción de las obras civiles, son debido a la escasez o al alto costo de materiales y equipos, con consecuencia directas, en la calidad final de las construcciones de los últimos años (CVC, 2017)

Por eso es, que lo que en un tiempo sirvió como *base de calidad para una cultura informal de aparente buena construcción,* las consecuencias de la situación actual (2000-2017) de la Industria la Construcción, pueden producir consecuencias no convenientes a nivel individual en dichas viviendas informales, especialmente las construidas en los últimos cinco años (2012-2017) y que el *conocimiento* ***nuevo***, de un menor saber constructivo básico, sea incorporado a las construcciones.

[47] Libro de José Grases, "La historia de la ingeniería estructural en Venezuela"

CAPÍTULO VII.- RECOMENDACIONES

Siguiendo el orden metodológico de los objetivos y su vinculación con las conclusiones, y con el beneficio de la detallada información suministrada por el material bibliográfico respectivo, las recomendaciones serán presentadas por grupos, diferenciadas por las áreas de impacto del conocimiento definido. En tal sentido estos grupos de recomendaciones atenderán esferas de la vida en lo social, en lo académico y en lo profesional

i) Propuestas a ENCOVI para incorporar áreas de conocimiento a los trabajos de campo.

ii) Alertar desde la UCAB las motivaciones y hallazgos de este trabajo, para que sean consideradas en los Planes Nacionales de Vivienda de la 2017 y en los Planes de Riesgo Nacional, como se ha realizado en otros países de la Región.

iii) Apoyar en rescatar la importancia de que entes internacionales vinculados con el desarrollo de los países, consigan en este compendio de información, bases suficientes para identificar líneas de investigación similares, y finamente

iv) Recomendaciones surgidas de la vivencia personal, vinculadas al aprendizaje de la gestión de riesgos en obra de infraestructura, desde el punto de vista de la ingeniería civil

7.1 *Reduciendo índices* de vulnerabilidad ciudadana con *más información* del riesgo medido

1) La primera actuación de las recomendaciones sería la de proponer a ENCOVI, la incorporación de algunas preguntas para su próximo trabajo de campo, dirigidos a "crear conocimiento de orden técnico", en las personas encuestadas para tratar de" *acercarlos a la información o a una ruta de mayor seguridad de su patrimonio-hoga*r", según los niveles de ruina/daño que señala el riesgo evaluado.

2) Por su parte, José Grases (Entrevista para este TEG. Mayo 2017) sugiere que pareciera haber cierto conocimiento de técnicas constructivas en los constructores informales tal como se indicó en la conclusión de este estudio, (ver conclusión "Cultura y riesgo"), según las verificaciones de los estudios de FUNVISIS, ya que "pareciera que el daño final de hogares (*déficit estructural de viviendas*) no es tan grande como se percibe". Eso ofrece, sin duda una condición de base para la búsqueda de soluciones estructurales en los planes de desarrollo urbano, con mayor certeza de éxito.

3) Tiene gran significancia, para la *sociedad del riesgo* que se está desarrollando en los barrios de Caracas, la disponibilidad de los documentos informativos que se han desarrollado últimamente a nivel académico y profesional y que son referidos en este Trabajo Especial de Grado (Ver Figura 3, y en las conclusiones, bajo el título de "Factores de seguridad *versus* Análisis de Confiabilidad.) en apoyo de programas de desarrollo locales, tendientes a la reducción de los Índices de vulnerabilidad ENCOVI 2015

4) En adición a lo anterior expuesto, y tomando en cuenta lo que ha desarrollado ENCOVI durante los últimos tres (3) años, pareciera posible diseñar un proyecto con el apoyo de agencias nacionales o internacionales, en la cual se trabaje en modelos resilientes sociales, orientado por la información de los porcentajes estimados de falla o pérdida total de hogares. Ninguno de los trabajos, hasta ahora desarrollados, atiende lo que pueden ser *riesgos incrementales por las estructuras sociales en ruinas* (situación post-desastre) o por el aumento del riesgo social ante la disminución absoluta de la resiliencia en la situación típica del post-desastre. En definitiva, esta caracterización conjunta, basada en las dos perspectivas del riesgo, el Riesgo Evaluado y los Índices de Vulnerabilidad Social de ENCOVI, son de gran impulso para propuestas de proyectos de investigación.

7.2 El *Riesgo de infraestructuras* en la formación de los ingenieros civiles

1) Proponer a la Escuela que sean consideradas actividades, charlas o talleres, inclusive una materia electiva relacionada con la "gestión integral de riesgos en infraestructuras".

2) Las consideraciones alrededor de la *seguridad y el riesgo*, al cual pueden estar expuestas las obras, sitúa los ingenieros en posiciones de gran importancia. De hecho, la "inquietud del riesgo en infraestructuras" se sitúa en el ámbito de la ética; se trata, en rigor, de un ensayo sobre la ética de la convivencia humana y con ello se apunta en dos direcciones diferentes. En primer lugar, se remite a la gran temática del valor y permanencia de las estructuras, lo que se considera el desafío fundamental de la ingeniería civil; y, en segundo lugar, nos dirige hacia los problemas que guardan relación con la construcción de nuevas edificaciones y modalidades de convivencia en un mundo globalizado, incluyendo la observancia, registro sistemático y permanente de la ocurrencia de amenazas (casuística).

3) La consideración del riesgo pone el énfasis no en el *concepto general* de las obras de infraestructuras, sino en la *singularidad* de las edificaciones que definitivamente cambia en durante su "historia evolutiva particular como infraestructura" por su exposición ante las amenazas, que el mismo Hombre desarrolla parcialmente en su proceder y el surgimiento de vulnerabilidades intrínsecas de la infraestructura.

4) Se ha mencionado en este trabajo, que, de alguna manera, el conflicto entre "factores de seguridad" y "márgenes de seguridad", evidencia el conflicto entre la racionalidad, fundamentada en la *Ciencia* y la *Conciencia* con la adopción de márgenes de seguridad y sistemas de confiabilidad. Esto, sin duda, propicia un campo de crecimiento hacia el resolver el comportamiento incierto de los perfiles de respuestas y estados límites de algunas estructuras. Para el análisis de estas *sub-estructuras* de las viviendas informales, el manejo de incertidumbres con sistemas de confiabilidad aproxima las *certezas* del riesgo evaluado con *las percepciones de incredulidad* de la población venezolana (Vulnerabilidad ciudadana)

7.3 Más esfuerzo ¿más trabajos de grado en riesgo de infraestructuras?

Se recomienda la realización de trabajo especiales de grado similares, pero atendiendo las disciplinas de hidrología, suelos y geotecnia, para estimar de manera local o al menos definir metodologías de aproximación, para establecer rango de inestabilidades de taludes de asiento, que incluya sistemas de alertas tempranas. La variabilidad a que está expuesto el subsuelo de soporte en los asentamientos urbanos no controlados, por la escorrentía de aguas servidas o de precipitaciones, podría predecir modos de fallo en superficies de deslizamiento y podría prevenir colapso instantáneo[48]

7.4 Las viviendas *informales* bajo consideraciones *formales*

1) Apoyar mediante los hallazgos de esta investigación, a novedosos procesos formativos e informativos de la verdadera situación que se vive en las barriadas de Caracas. La *demanda epistémica* es la "demanda escondida de viviendas nuevas" por los daños que ocurrirían a las viviendas sin una estructura de soporte adecuada. Pero también esta *demanda epistémica* esconde tragedias familiares que se pueden evitar.

2) Igualmente, en función de los apoyos de CAF a este tipo de investigaciones, tomando en cuenta el importante avance en cuento a la investigación individual de vulnerabilidad ciudadana, de idoneidad hemisférica, y con el avanzado estado de posibilidad en las estimaciones formales del riesgo, se recomienda solicitar un proyecto de investigación a la CAF, desde la doble perspectiva del riesgo *eficientemente evaluado* y tomando en consideración las *percepciones de riesgo* que indica ENCOVI.

3) Transmitir a las autoridades Ucabistas, la importancia de que los *constructores informales* NO deben convertirse *en constructores del riesgo* y eso comienza por incorporar a la dinámica social a los sistemas de gobernanza sub-nacional, inclusive en su propio ámbito comunal, trabajo o familia.

4) Solicitar autorización de la Universidad Católica Andrés Bello para que, con base a algunas de las consideraciones de este estudio, se presente una carta de reconsideración a JICA para la continuación del trabajo que fue lamentablemente suspendido; para que sea continuado con los mismos protagonistas originales.

[48] *Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre: El caso de Bogotá* (agosto de 2015).

CAPÍTULO VIII.- REFLEXIÓN FINAL

El contenido de este capítulo, que no se puede considerar ni como Conclusiones ni Recomendaciones, son un subproducto importante de la investigación surgidas a lo largo del trabajo con entrevistas y trabajos conjuntos con el tutor y con más de una docena de notables ingenieros venezolanos, todos vinculados a la temática de la consideración del riesgo en las viviendas informales de nuestro país

8.1 Los anillos urbanos de las metrópolis y el riesgo tolerable

La situación de la proliferación de viviendas informales en los anillos urbanos de las grandes ciudades del mundo, es una consecuencia del desarrollo económico y social de sus habitantes. Este proceso, potencia una consecuencia indeseable, identificada en los lineamientos de políticas para la reducción de riesgo de desastres (DRR) como los "asentamientos urbanos no controlados"; evidentemente, en el surgimiento de estas situaciones hay ausencias de un gobierno oportuno que combine expectativas nacionales, con oportunidades individuales.

Desde la perspectiva del riesgo, esto obliga a sus habitantes -y gobernantes- a entender postulados de Ulrich Beck (Alemania,1944 – Alemania, 2015) en relación a la "sociedad del riesgo". Por su parte y según las propuestas del profesor David Bowles (Bowles, D, 2012) en aceptar "*riesgos tolerables en nuestro quehacer diario*", sin descuidar por eso, planes de control y mitigación, que también brinden una plataforma de inicio para planes de crecimiento hacia una "vida digna sobre una infraestructura de calidad", como reza el reciente eslogan publicitario para el desarrollo del Japón 2017.

Entender el *riesgo tolerable, convivir con el riesgo* y al mismo tiempo *gestionar el riesgo* mediante su evaluación científica o profesional, pareciera ser un mandato no solamente orientado por el último trabajo de la ASCE, sino también por principios personales que pueden verse reflejado en la Encíclica del 2017 Laudato SÍ, del Papa Francisco.

Pero en el campo de las actuaciones, este informe recomienda que se incorporen algunas de sus recomendaciones al Plan Nacional de Vivienda CVC 2017, en el sentido que las viviendas evaluadas hoy en niveles de ruina severa o mediano, que en definitiva representa "pérdida inminente de hogares, sean incluidas en dicho Plan Nacional de Vivienda CVC 2017, para iniciar el *cambio radical del barrio a zona urbanas.*

Crear viviendas "desde cero" en las extensiones territoriales de las ciudades-dormitorio alrededor de la Gran Caracas, pareciera estar considerado en el Plan Nacional de Vivienda CVC 2017, que obliga con ello, la construcción de bienes y servicios, como vialidad, saneamiento ambiental y gestión de la basura. Y esto sería una opción para las expectativas *silenciosas* de los niveles de demanda epistémica identificados en este estudio

8.2 Quizás son problemas con la escala

Los Ingenieros civiles en el desarrollo de proyectos, generalmente podemos encontrar una algunas dificultades de comunicación debido a la " escala de los documentos"; especialmente en la etapa de la caracterización de las obras. Esto es un problema de alta frecuencia entre geólogos e ingenieros civiles.

Los avanzados estudios con que se cuentan en Venezuela a través de las publicaciones del directorio e investigadores asociados a FUNVISIS, como los que se han relatado lo largo de toda el TEG, dan cuenta de valiosa información científica de la vulnerabilidad de infraestructura típicas, inclusive en escala real, atinente a lo individual, hacia lo familiar.

Pero quizás el crecimiento de la dimensión del riesgo en estos anillos urbanos, tiene *una escala mayor, de otro tipo.* Quizás habría que cambiar el analizar las consecuencias y escenarios individuales ya que sus causas tienen otra potencia mayor; así las cosas, es pertinente referirse a la rata anual del crecimiento poblacional de los habitantes de Venezuela, que recientemente la Cámara Venezolana de la Construcción lo ha aproximado a las 100,000 Unidades de vivienda por año.

Así, comparando estos factores del crecimiento vegetativo en la población nacional, dada la alta inflación actual, y si el 67 % de esas nuevas viviendas tendrían como *única escapatoria de desarrollo*, la autoconstrucción de más viviendas informales, estaríamos sufriendo las consecuencias, en demanda de viviendas, de un terremoto similar al de 1812, pero todos los años.

Esa exigencia de resolver la grave situación de los asentamientos urbanos no controlados en el área metropolitana de Caracas (AMC) con 2.904.376 habitantes (INE, 2011), sobrepasa toda pretensión *de un proyecto de cambio de panorama urbano a la ciudad de Caracas*.

La migración urbana programada de más de 1 millón de personas, no se ha visto sino como productos de cataclismos y de guerras, como ocurre actualmente en Siria del año 2017.

Señor, concédeme serenidad para aceptar todo aquello que no puedo cambiar. Fortaleza para cambiar lo que soy capaz de cambiar y Sabiduría para entender la diferencia[49]

[49] Serenidad: es el conocido comienzo de una oración atribuida al teólogo, filósofo y escritor estadounidense de origen alemán Reinhold Niebuhr.

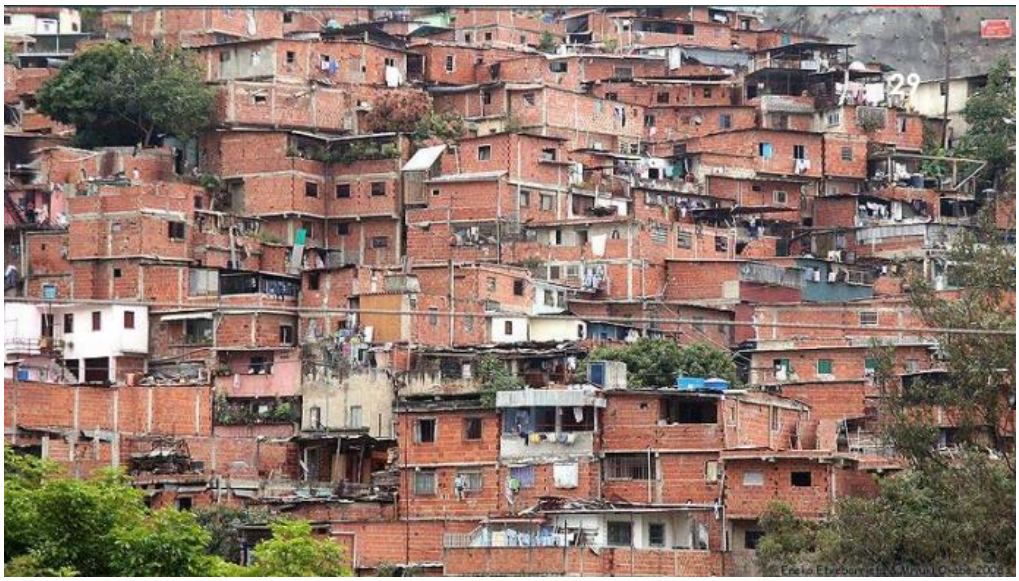


Figura 43. Fotografía de un asentamiento urbano no controlado de Venezuela. Fuente: Alfredo Cilento Sarli.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros, Tesis, Organizaciones y Normas

1. Applied Tecnology Council. (1978). *Tentative provisions for the development of seismic regulations for buldings.* Palo Alto, California, Estados Unidos: Applied Tecnology Council Publication.
2. Arenas, L. (1999). *Discurso del Método Rene Descartes.* Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.
3. Asamblea Nacional de La República Bolivariana de Venezuela. (9 de ener0 de 2009). Ley de gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos. Caracas, Venezuela: Gaceta Oficial Nº 39.095.
4. Banco Interamericano de desarrollo (BID). (2010). *Aspectos económicos de los desastres naturales* . New York: Publicaciones BID
5. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2012). *Indicadores de riesgo de desastres y de gestión de riesgos.* Programa para America Latina y el Caribe: Informe Resumido: INE/RND
6. Beck, U. (2002). *La sociedad del riesgo.* Francfort del Meno, Alemania: Paidós Ibérica
7. Bolívar, J. (2006). *Metacálculo estructural. Casos. J. Grases (Ed.), Ingeniería forense y estudios de sitio guía para la prevención de gestión de riesgos*, Volúmen I. BANESCO SEGUROS, C.A.
8. Bowles, D. (2012). *Tolerable risk guidelines for dams: principles and applications.* Madrid: TAYLOR & FRANCIS GROUP.
9. CÁMARA VENEZOLANA DE LA CONSTRUCCIÓN. (2017). *Déficit habitacional en Venezuela.* Caracas: Publicaciones CVC
10. Concejo Municipal del Municipio Sucre del Estado Miranda. (1992). Ordenanza de zonificación del municipio autónomo Sucre. Caracas, Venezuela: Gaceta municipal del municipio Sucre
11. Coronel, G., & Lopez, Ó. (2015). El riesgo sísmico en Caracas desde una visión intergral. Caracas, Dto. Capital, Venezuela: Publicaciones FUNVISIS

12. COVENIN. (2001). *Gestión de riesgos, emergencias. Definiciones de términos.* Caracas: Fondonorma

13. Flores, K., & Schiavo, F. (2015). *Análisis de riesgo en viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante amenazas sísmicas (TEG).* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

14. Freeman, J. R. (1932). *Earthquake damage and earthquake insurance.* Nueva York: McGraw-Hill Book Company

15. FUNVISIS. (2001). *Norma venezolana COVENIN 1756-1:2001.* Caracas: Fondonorma

16. Gastelo, M., & Zambrano, W. (2012). *Caracterización de factores de vulnerabilidad estructural presentes en viviendas de carácter utilitario desarrolladas por grupos de estratos sociales C y D (TEG).* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

17. Goncalves, M. C. (2013). *Riesgo evaluado vs riesgo percibido y su relación con sociedades resilientes (TEG).* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

18. Grases, J. (1994). *Venezuela, amenazas naturales: terremotos, maremotos y huracanes.* Caracas: Gráficas Monfort

19. Grases, J. (2002). Introducción a la evaluacion de la amenaza sísmica en venezuela y acciones de mitigación. Caracas: Fundación Pedro Grases

20. Grases, J. (2009). *Ingeniería forense y estudios de sitio.* Caracas: Ediciones CITECI

21. Green, N. (1980). *Edificación, diseño y conatrucción sismorresistente.* Barcelona, España: Gustavo Gili

22. Guevara, T. (2009). *Arquitectura moderna en zonas sismicas.* Barcelona, España: Gustavo Gili

23. Guevara, T. (2012). *Configuracioes Urbanas Contemporaneas en Zonas Sismicas.* Caracas: Fondo Editorial Sidetur.

24. Hernández, A., & Puerta, M. (2016). *Evaluación del riesgo sísmico integral en el área metropolitana de Caracas mediante indicadores determinísticos de amenaza y vulnerabilidad.* Caracas: Universidad Central de Venezuela.

25. IGVSB. (2003). *Proyecto Ávila.* Caracas: Publicaciones IGVSB

26. Lafuente, M., & Genatios, C. (2007). *Autoconstrucción Sismorresistente.* Caracas, Venezuela: Ediciones CITECI

27. Lafuente, M., & Grases, J. (10 de marzo de 2017). Patología e ingeniería sísmica forense. Caracas: Ediciones CITECI

28. Lavell, A. (2004). *La gestión local del riesgo nociones y precisiones entorno al concepto y la práctica.* Panamá: PNUD-Cepredenac.

29. López, Ó., Páez, V., & Coronel, G. (Próximo a publicar). Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Populares en Caracas. Caracas, Dto. Capita, Venezuela: Publicaciones FUNVISIS

30. Noguera, J. E. (1984). *Elementos de ordenación urbana.* Barcelona: Colegio oficial de arquitectos Cataluña

31. Páez, V., & López, Ó. (14 de noviembre de 2016). Riesgo Sismico en Viviendas Populares de Caracas. Caracas, Dto Capital, Vanezuela: Publicaciones FUNVISIS

32. Papa Francisco. (2015). *Carta encíclica sobre el cambio climatico y la desigualdad.* New York: Melville House Publishing LLC

33. Paparoni, M. (1991). *Dimensionamiento de edificios altos de concreto armado.* Caracas: Departamento Técnico, Gerencia de Mercadeo SIDETUR Filial de Sivensa.

34. Rivas, R. (28 de octubre de 2016). "La ontología del riesgo en los sistemas de enseñanza de la ingeniería civil en América Latina. WCEDRR". Lima, Perú: Publicaciones UCAB

35. Rivas, R. (2016). "Una visión conveniente de la consideración del riesgo y la incertidumbre en los sistemas de enseñanza de la ingeniería civil". Caracas: Publicaciones UCAB.

36. Safina, S (2005). *Ensayos a escala real de viviendas informales típicas de los barrios caracqueños.* Chile: Congreso de Sismología e Ingeniería Antisísmica IX Jornadas, Concepción.

37. SEAOC. (1975). *Distribution of lateral forces.* San Francisco: Structural Engineers Association of California.

38. Toro, G. (2015). *Amenaza sísmica sobre viviendas precarias pertenecientes a sectores populares(TEG).* Caracas: Universidad Metropolitana.

Referencias electrónicas

36. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). (junio de 2005). *EL PLAN BÁSICO DE PREVENCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA*. Obtenido de http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/11789211_01.pdf

37. Banco de Desarollo de América Latina (CAF). (julio de 2017). *Plan piloto para mejorar condiciones de hogares vulnerables*. Obtenido de https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2016/04/uruguay-plan-piloto-para-mejorar-condiciones-de-hogares-vulnerables/?parent=14131

38. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (julio de 2017). *¿Qué tan vulnerables son las ciudades latinoamericanas ante los terremotos?* Obtenido de https://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/2016/08/11/terremotos/

39. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (julio de 2017). *Urbanización de favelas: Lecciones aprendidas en Brasil*. Obtenido de https://publications.iadb.org/handle/11319/388?locale-attribute=es&locale-attribute=en

40. Banco Interamericano de desarrollo. (2017). *Desarrollo urbano y vivienda*. Obtenido de http://www.iadb.org/es/temas/desarrollo-urbano/indicador,2858.html

41. BBC MUNDO. (3 de Ebril de 2017). *BBC Mundo*. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39469095

42. Cardona, O. D. (Diciembre de 2005). *Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.* Obtenido de http://www.desenredando.org/public/omar.html

43. Cardona, O. D. (7 de Agosto de 2013). *CAPRA*. Obtenido de http://www.ecapra.org/es/probabilistic-modeling-disaster-risk-management-case-bogota-colombia

44. Cepredenac. (2017). *Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central*. Obtenido de http://www.sica.int/cepredenac/glosario.aspx

45. Earthquake Track. (2017). *Today's Biggest Earthquakes*. Obtenido de http://es.earthquaketrack.com/

46. Gamboa, I. (2013). *SENCAMER.* Obtenido de http://www.sencamer.gob.ve

47. INE. (2017). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de http://www.ine.gov.ve/

48. Jimenez, M. N. (8 de Julio de 2011). *Universidad De Castilla-La Macha.* Obtenido de http://blog.uclm.es

49. Lopez, J. L. (11 de septiembre de 2011). *Revista de la facultad de ingeniería universidad central de venezuela*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652011000300007

50. López, O., & Espinosa, L. (2 de julio de 2007). *Boletín Tecnico*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2007000200003

51. New York City, Departament of City Planning. (2007). *NYC zoning glossary*. Obtenido de http://www.nyc.gov/html/dcp/html/zone/glossary.shtml

52. Organización de las Naciones Unidas. (2005). *Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre.* Obtenido de Marco de Accion de Hyogo: http://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf

53. Organización de las Naciones Unidas. (2009). *Oficina de las Naciones Unidas para la Reduccion del Riesgo de Desastre.* Obtenido de Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastre: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

54. Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastre.* Obtenido de Marco de Sendai: https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

55. *Radio New Zeland*. (9 de Diciembre de 2016). Obtenido de http://www.radionz.co.nz/international/pacific-news/320024/landslides-and-collapsed-buildings-in-solomons

56. Revista Electronica de Geografiá y Ciencias. (1 de Agosto de 2006). *Universidad De Barcelona.* Obtenido de http://www.ub.edu

57. Sanchez, N. E. (1985). *Universidad Nacional de Colombia.* Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/3268/1/NEM06-PROCESO-DLLOASENT.pdf

58. Schmitz, M., & Hernández, J. (junio de 2017). *Estudios de Riesgo en Caracas. Proyecto Ávila*. Obtenido de http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/temasdecoyuntura/article/viewFile/1927/1666

59. UNISDR. (2001). Obtenido de Menos vulnerabilidad, menos desastres: https://www.unisdr.org/2001/campaign/pdf/kit_spanish.pdf

60. UNISDR. (2009). Obtenido de http://www.eird.org/esp/revista/no_16_2009/art21.html

61. UNISDR. (agosto de 2010). *Reducción del Riesgo de Desastres: un instrumento para alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio*. Obtenido de http://www.ipu.org/PDF/publications/drr-s.pdf

62. Universal, E. (4 de Junio de 2013). *El Universal*. Obtenido de http://www.eluniversal.com/caracas/130604/grandes-tragedias-de-las-dos-decadas-pasadas

63. Universidad Simon Bolivar. (2014). *Condiciones de vida del venezolano*. Obtenido de http://www.rectorado.usb.ve/vida/vida2014

64. Vargas, L. R. (Marzo-Abril de 2010). *Nuso.org*. Obtenido de http://nuso.org/articulo/terremoto-en-haiti-las-causas-persistentes-de-un-desastre-que-no-ha-terminado/

ANEXO A

MARCO DE LAS CONVERSACIONES CON LOS PROFESORES Y EXPERTOS EN EL TEMA

28/05/2017

Entrevista al Doctor Ingeniero José Grases.

Autor: Armando O. García K.

Tutor: Ingeniero Ricardo Rivas.

Gestión del riesgo y su vínculo con las comunidades resilientes

1. En relación a las consecuencias que tendría para Caracas la ocurrencia de un sismo, ¿conoce de algunos estudios que hayan modelado niveles de ruina en infraestructura pública o privada? ¿Conoce de estudios formales o paramétricos que se refieran a estimaciones de "pérdidas de vidas", tomando en cuenta las concentraciones de población en áreas que podrían considerarse de "alto riesgo"?

Las Normas van desde las que estableen las acciones sísmicas a considerar, hasta las Normas aplicadas a nivel de proyecto, esencialmente en obras de concreto armado y sus fundaciones. En esas más de 7 décadas, por diferencias en las fechas de aprobación hay unas 6 a 7 combinaciones de Normas sísmicas y de proyecto, por tanto -es evidente- en lo que está expuesto a futuros sismos en la capital no todas las edificaciones tienen la misma vulnerabilidad.

Antes de referirme a lo que usted llama "*alto riesgo*", es necesario precisar lo que son o representan las "*curvas de fragilidad"*. Para entender ese concepto con mayor claridad, definiremos aquí cuatro Estados de Daño (ED) posibles, dada la ocurrencia de un temblor: (a) daños menores de fácil reparación o incluso ignorarlos pues puede que solo sean estéticos (ND1); (b) daños reparables, esencialmente importantes si afectan alguna parte de la estructura (ND2); (c) daños irreparables, por su costo, por la generalizada afectación de la estructura portante, ocasionalmente señalando la ruta que llevaba la estructura hacia su ruina (ND3); (d) ruina, desplome o demolición por riesgo de ruina, o sea pérdida total (ND4).

La probabilidad de que se exceda un determinado Estado de Daño EDj (donde j puede ser 1, 2,3 o 4), depende de dos grupos de parámetros: la vulnerabilidad de la edificación por una parte y la intensidad o severidad de la acción sísmica que aquí denominaremos con el término coloquial "amenaza".

Por tanto, seleccionado un EDj, en la medida que se incremente la "*amenaza*", la probabilidad de excedencia de alcanzar un determinado ED (por ejemplo, el de daños menores, aquí denominado ED1) variará desde cero (temblores muy "pequeños") hasta una probabilidad de excedencia de 1,00; lo cual significa que seguro excederá el ED1, valor

este donde termina la curva de ED1. Muy probablemente, ese nivel de amenaza ya haya comenzado a solaparse con una segunda curva que es el ED2, con probabilidades de excedencia inicialmente muy bajos.

En forma gráfica, ponemos en ordenadas las Probabilidades de Excedencia de un determinado EDj, (en nuestro caso el subíndice j varía de 1 hasta 4 pues hemos seleccionado cuatro Estados de Daño) el cual está obviamente condicionado a la amenaza que denominaremos S_i. Por tanto, la vulnerabilidad (curva de fragilidad) del EDj queda expresada como: $P [EDj / S_i]$. Obsérvese que el valor de S_i proviene de una curva continua que cuantifica el incremento de la amenaza sísmica, bien sea por la localidad donde estemos parados o por el número de años (el horizonte) de vida útil que le asignemos a la edificación evaluada o proyectada. Por tanto, un valor discreto de la vulnerabilidad, lo podemos obtener restando las ordenadas correspondientes a dos valores suficientemente cercanos de la amenaza ($S_i - \Delta S_i$) y ($S_i + \Delta S_i$), buscando en las ordenadas los dos valores correspondientes a esos dos valores de amenaza, se puede obtener el valor esperado de $EDj_{,i}$. Con estas variables: S_i y $EDj_{,i}$. es posible obtener la probabilidad de excedencia para S_i del ED_j que nos interesa estudiar.

Con lo anterior es fácil resolver la sumatoria (se trata de una integral, pero no tenemos las ecuaciones para la integral sino los valores discretos) y determinar la probabilidad de alcanzar el EDj sumando los productos desde el valor de EDj cero hasta el valor de EDj = 1, O sea:

$$P [ED = EDj] = \sum P [EDj_i / S_i] \times P [S_i / t] \qquad \text{Fórmula 1}$$

Por supuesto que, si por ejemplo j = 1 este último valor de ED1 se mantendrá como 1.0, pues para llegar a otros ED, mayores a ED1 hay que pasar por los daños menores primero; pero solo nos interesan los valores de 0 a 1 de la curva EDj, o sea la curva muere en el momento de alcanzar el 1.0.

Sobre la distribución de edificaciones en el Valle de Caracas (barrios marginales aparte) desde 1939 hasta el presente, creo que, en el libro de un exprofesor de la UCAB, de apellido Chi y Chen hay información. De no haberla habrá que inventarla, ya que hacer un muestreo no es tarea sencilla y llevaría mucho tiempo. Una muestra muy simple, que se puede llevar a niveles más elaborados es una tabla del siguiente tipo.

Porcentaje de edificaciones de concreto armado según altura en Caracas

Número De Niveles	**1939 a 1947**	**1948 a 1955**	**1956 a 1967**	**1968 a 1982**	**1983 a 2001**	**>2001**
Bajo	100	80	55	45	35	20
Intermedio	0	20	45	50	55	65
Alto	0	0	0	5	10	

- **Bajo** = viviendas hasta de 3 niveles;
- **Intermedio** = hasta 25 o acaso 30 niveles;

- **Alto =** más de 25 a 30 niveles.

Aceptada como buena una distribución de ese tipo o acaso un poco más elaborada, pienso que sí se puede hacer un rápido muestreo sobre el número medio de apartamentos por nivel, y asignar unos 5 habitantes por apartamento.

Las Normas vigentes, tanto en Venezuela como en buena parte de otros países con regiones amenazadas por inevitables sismos, establecen acciones de diseño que no son las máximas esperadas. Se acepta, frecuentemente como riesgo, un 10% de excedencia para una vida útil de 50 años. Esto es, períodos medios de retorno de 475 años. Evaluaciones hechas por diferentes autores, consideran tolerable el riesgo de que, análisis con las curvas de fragilidad que hemos visto, en edificaciones que cumplan con las Normas sísmicas y las de diseño de estructuras de concreto armado aceptan, repito, un riesgo de $1/10^3$. O sea, una víctima por cada mil habitantes. Caracas 1967 anduvo por 300 víctimas en 2 millones, o sea bastante menos de 1 por mil. Pero, en el otro extremo, el terremoto de Agadir en febrero de 1960, Marruecos Francés, un 28 de febrero, temporada de turistas, sistemas constructivos de hoteles abarrotados de turistas, sistemas post-guerra con elementos prefabricados sin buenas conexiones, errores de regularidad e importante en estos balances, sismo en horas de la madrugada, con magnitud inferior a 6, pero con epicentro malintencionado justo debajo de la ciudad (inicio de la cordillera Atlas de África), alcanzó la cifra del orden de 300/1000. En estas últimas seis décadas hemos aprendido mucho de la Ingeniería Sísmica Forense y, ya hoy en día, hay gente trabajando en nuestro país, para cubrir otros extremos.

Volviendo a las Normas Venezolanas, no es lo mismo el riesgo asociado a una vivienda de dos plantas, que el de un edificio de muchos niveles, o que un Hospital o una Central de Bomberos. En el dominio de los puentes, se han hecho estudios en Caracas, Los de California llegaron a la conclusión que era preciso proyectar los puentes urbanos, carreteros, autopistas y similares para períodos medios de retorno de 1000 años; si se trata de puentes que son entrada de Centros Médicos o de Emergencia como los Bomberos, los puentes deben estar en capacidad de soportar sismos de 2500 años de período medio de retorno; estas son decisiones que, hace un par de años se debatían, y hoy por hoy ya están aceptadas en las Normas Californianas.

Por otro lado, y volviendo al "alto riesgo", las Normas ISO para plataformas costa-fuera, hacen una distinción entre las habitadas permanentemente o solo temporalmente. En el primer caso solo se admite la condición de ruina de la plataforma en 5 de cada 10 mil torres, en el segundo caso la Norma tolera 1 de cada mil torres. Y no son pequeñas inversiones, pero la vida útil es mucho menor que los 50 años de nuestras viviendas.

2. Tomando en cuenta la información de los planos de microzonificación sísmica; el sistema constructivo venezolano (mayoritariamente usando concreto armado y medianas alturas) y el descontrolado crecimiento urbano tanto en sectores formales como

asentamientos urbanos no controlados, ¿podría usted identificar zonas de Venezuela de alto riesgo sísmico?

Veo allí dos aspectos a considerar: (a) los Ingenieros Proyectistas, o sea los que finalmente definen las curvas de fragilidad sobre las cuales hablamos, no ganan mucho con la microzonación pues, de todos modos, requieren un Estudio de Suelos para diseñar las fundaciones; (b) los sismos de este último medio siglo han mostrado que el verdadero problema es identificar los suelos con problemas de licuefacción en caso de sismo y, en ciertas ciudades como México, Caracas y otras, las áreas con aluviones excepcionalmente profundos (más de unos 50 a 70 m, ya que modifican sustancialmente la forma de los espectros a emplear en el diseño). El tema de la licuefacción, es predominante en las cercanías de ríos, en los lechos de los mismos, en terrenos permanentemente saturados, etc. Condiciones que han echado abajo una cantidad importante de puentes. Zonas potencialmente licuables de Venezuela ya están en mapas, publicados y tomados en cuenta por las empresas de seguros. Por ejemplo, en Caracas, no se ha identificado el primer caso y, hasta la fecha, los mapas de microzonación esencialmente lo emplean los aseguradores para mejorar el que ya se hizo luego de 1967 por CRESTA que reúne todas las empresas aseguradoras del mundo para intercambiar información, muy especialmente de ese tipo.

Más que en microzonación, si me correspondiese orientar fondos para investigación, los dirigiría hacia el estudio y aplicación de sistemas de aislamiento sísmico, disipadores de energía de los cuales ya tenemos dos instalados en el país por iniciativa de Ingenieros Proyectistas: un edificio en Barquisimeto (el Edificio Pietrasanta) con amortiguadores para disipar energía (al igual que en los trenes delanteros y traseros de los automóviles) y la vía férrea de Caracas a Cua, sistema de disipación de energía en el tope de pilas de hasta 45 m de altura, lo cual ha sido no tan solo una mejora en la seguridad, sino un ahorro en las dimensiones de las pilas y sus fundaciones. Esa fue exactamente la estrategia de los chilenos después del sismo de 1985 (terremoto de Llolleo de magnitud 7.8). Pero con esa estrategia, han sobrevivido sismos muy intensos como el del año 10, de magnitud 8.8, cerca de Concepción con daños limitados y pocas pérdidas de vidas.

3. Si le tocara hacer una conferencia para incorporar "Oportunidades de Mejora" en los modelos de las viviendas informales, cuál sería su mensaje fundamental: ¿En materia cultural?, ¿aporte de información técnica/profesional/constructiva? o ¿informar frontalmente de la alta vulnerabilidad de sus infraestructuras individual y globalmente?

Obviamente cuando uno ve edificaciones en barrios marginales de una planta y luego las convierten en cuatro plantas, lo más probable es que eso tenga problemas. Ante una pregunta que le hizo el suscrito en un área de Petare cercana a la entrada hacia la Universidad Metropolitana, sobre unas columnas con esbelteces de tres niveles sin arriostramiento lateral, la respuesta del que estaba sentado bajo esas columnas fue: "Es que lo que pasa es que mucha gente no sabe, que la Ingeniería ha avanzado mucho en estos últimos tiempos".

Quienes más experiencia tienen en los barrios son los obreros que trabajan en la industria de la construcción, saben cómo y dónde poner las cabillas, doblar los estribos etc. Como experiencia personal, puedo referir aquí algo que no recuerdo quedase escrito en los Informes Técnicos sobre el terremoto de Gediz, Turquía central, magnitud 7.1 o por ahí, el año 1970. El suscrito estaba disfrutando de su año sabático en el Imperial College de Londres, y la Comisión que UNESCO enviaba a Turquía -una Misión multinacional- y en el Imperial College había un venezolano que había sufrido un sismo en 1967 -el suscrito- de modo que quedé en la Misión. A unos 60 a 70 km de distancia de la zona epicentral, se encontraba la localidad de Kayaköy: un área rural, con una gran explanada. El Alcalde, urbanizó esa explanada, parceló, instaló luz, agua potable, vías de comunicación, iluminación en las vías, etc. pero puso como condición a los futuros habitantes, que en un año debían haber terminado la vivienda de cada quien. Para ello no tan solo suplió materiales y entregó folletos ilustrativos tipo "Hágalo Usted Mismo", parecidas a las de Vivienda Rural en Venezuela cuando el programa antimalárico del Dr. Arnoldo Gabaldón, sino que también hubo asistencia de parte de personal más experimentado sobre aspectos críticos de las viviendas. Sucedido el sismo, los miembros de la misión UNESCO se desplazaron para conocer el desempeño de esas viviendas rurales.

Con un semisótano donde guardaban cabras, ovejas y otro ganado menor (esto luego entendí era para que, en el invierno, los rebaños fuesen un atenuante del frío nocturno), la vivienda quedaba encima de ese semisótano. Por tanto, había que conectar adecuadamente esas dos partes con armadura suministrada en el proyecto, así como lo fue el cemento y los bloques para la mampostería. El balance fue muy desigual: desde las edificaciones caídas, hasta aquellas que no tenían una grieta por más que se buscase. Estas últimas no fueron las de los campesinos, sino las de obreros que iban y venían de su trabajo, relativamente distante, en autobuses. <o sea, habían adquirido destreza en la construcción de edificaciones de concreto armado.

Por tanto, esa experiencia conduce a pensar que en nuestros barrios marginales habría que identificar los que tienen como trabajo la construcción de obras de concreto armado y hacerles ver a los que no la tienen esa experiencia y la importancia de aplicar sus consejos para reducir la vulnerabilidad a inevitables sismos futuros. Incluso de común acuerdo con las Alcaldías de los barrios marginales, compensar su trabajo con algún tipo de retribución, como por ejemplo asignarle una parcela para que él vaya construyendo y los demás copiando. En cualquier caso, parece conveniente la presencia tipo inspección, de una autoridad superior que deben ser Ingenieros graduados.

4. ¿Cómo se podría convencer, en su opinión, a la población en riesgo para que considere el riesgo latente que existe en los sectores informales?

No hace mucho, fuimos consultados por la Junta de Condominio de una edificación de varios niveles en Santa Mónica, sobre la seguridad de un determinado edificio bajo la acción de un sismo. Conversando con miembros de la Junta, mientras íbamos viendo el

edificio y ciertos detalles donde uno pone el ojo con más detenimiento, llegamos a la conclusión que en ese edificio vivían mayoritariamente personas jubiladas, algunos de la UCV, otros de organismos del estado.

Visto lo visto, y en conversa con la persona que me acompañaba, convinimos que no era procedente recomendarles un estudio más detenido, lo cual tiene un costo, el cual con poca probabilidad de equivocarnos merecería una intervención para corregir aspectos vulnerables.

La mayor parte de la gente que vive en ese edificio particular, solo está en condiciones. y con dificult.ad, de adquirir alimentos y un mínimo de medicinas para sobrevivir. ¿Cómo hablarles de un riesgo, de la conveniencia de reforzar su edificio? Representan inversiones absolutamente inalcanzables, incluyendo ahorros y eso lo puedo testimoniar como Profesor jubilado que soy. De modo que le dimos las gracias por la visita y que en algún momento les pasaríamos un Informe, cosa que no hemos hecho.

¿Fue lo correcto? ¿Fue éticamente lo justo? Siempre me asalta la duda de la Junta de Condominio, sobre el porqué de nuestro silencio. También pienso que, al igual que ellos, habrá mucha gente que vive en edificios proyectados con Normas superadas. Ejemplo: cuando sucedió el sismo de Cariaco en 1997, en Cumaná, a 75 km de distancia del epicentro, se vino abajo un edificio y costó 33 vidas. En los alrededores no había daños graves en otros edificios de esa altura. Sin entrar en detalles, ese edificio, proyectado a mediados de los años 70, cumplía con las normas vigentes en esos años, pero en el 82 las sísmicas se cambiaron y en el 85 las de proyectos de concreto armado también, de modo que ese edificio se vino abajo, en ese particular punto de Cumaná, por tener aluviones de más de 45 m de profundidad que amplificaron la señala registrada en la UDO a una distancia y rumbo comparables con el epicentro, con algún pecado en su configuración que fue destacado en la Norma sísmica de 1982. O sea, la aplicación de una Norma obsoleta y que se modificó pocos años después, les costó la vida a 33 personas.

El caso sigue en manos de una Juez y, mientras tanto, el acusado es el Arquitecto (absolutamente incomprensible). Para finalizar, el informe técnico sobre la ruina de ese edificio, hecho con las herramientas más modernas y personal muy calificado, excelentemente enfocado para identificar debilidades, reveló que, de los 10 modelos estudiados, todos cumplían las normativas vigentes para el año del proyecto; o sea el Ingeniero, quien huyó por temor a represalias, había hecho su trabajo según las Normativas vigentes.

12/06/2017

Entrevista a Ingeniero Ángel Rangel.

Autor: Armando O. García K.

Tutor: Ingeniero Ricardo Rivas.

Gestión del riesgo y su vínculo con las comunidades resilientes

1) ¿Conoce usted algún plan de contingencia local, regional ante un sismo? - ¿Lo podría explicar?

Son muy variados y diversos los casos que conozco a nivel nacional de gobiernos y organizaciones de la sociedad civil que de manera conjunta han venido desarrollando programas y planes de contingencia vinculados a la preparación y organización de la respuesta a nivel local en caso de sismo. En este momento considero que la iniciativa que cuenta con la mejor base de información técnica de apoyo y la capacidad para la toma de decisiones, la organización, preparación y logística lo constituye el *Plan de Contingencia del Municipio Chacao de Caracas para casos de terremotos y otras emergencias*, llevado adelante por iniciativa de la *Alcaldía de Chacao*, y el cual ha contado (en su proceso de diseño, preparación, organización, información y realización de simulacros) con una amplia participación de todas las dependencias oficiales, representantes del sector privado, organizaciones de vecinos, organizaciones de profesionales y técnicos, ONG, etc., de la región.

2) ¿Cree usted que Venezuela es una sociedad que podría tender hacia una "sociedad resiliente"?

Convencido estoy que Venezuela no solo es una sociedad que puede tender hacia una sociedad resiliente, sino que dadas sus condiciones de alta exposición a las amenazas vinculadas a fenómenos naturales, socio-naturales y tecnológicos, y su alto grado de vulnerabilidad ante ellas; está en el deber (obligación) de hacer sus mejores esfuerzos por crear conciencia institucional y social, y contar con la adecuada organización, preparación, recursos, y capacidades (económicas-financieras, normativas, legales, logísticas, etc.,) para poder afrontar con posibilidades de éxito eventos que tengan el potencial de causar daño, y poder igualmente recuperarse en el menor tiempo posible, ante los potenciales impactos o consecuencias negativas vinculadas a la materialización de las amenazas en su territorio; incluidas las concernientes al proyectado cambio climático.

3) Cuando le surge la oportunidad de hablar de ciudades sustentables, ¿En qué parte de ese proceso se considera los hallazgos de ENCOVI en los Índices de vulnerabilidad

ciudadana vinculado a factores físico-ambientales e índices vinculados a factores socio-económicos?

El modesto aporte de la iniciativa ENCOVI, y muy particularmente en lo concerniente a los resultados del Índice de Vulnerabilidad Ciudadana, está básicamente dirigido para ser utilizada como una herramienta adicional para la toma de decisiones en materia de políticas públicas en Gestión de Riesgos y Desastres en el país, dado que facilita la identificación de las condiciones o factores subyacentes del riesgo a nivel de los hogares (en lo económico, social, y físico-ambiental); los cuales tienen una importante influencia sobre las capacidades y recursos con los que cuenta la sociedad (en un momento determinado) en lo que respecta al conocimiento del riesgo a que puedan estar expuestos, y a la preparación y organización disponible tanto para los aspectos de prevención y mitigación, como en la respuesta ante las emergencias o desastres a nivel local.

4) ¿Cómo se podría convencer, en su opinión, a la población en riesgo para que considere el riesgo latente que existe en los sectores informales?

En mi opinión, la existencia de asentamientos informales en situación de riesgo tienen componentes o impulsores sociales, políticos, económicos y hasta culturales, con lo cual, cualquier propuesta para tratar de concientizar a la población de estos asentamientos sobre su situación de vulnerabilidad ante las amenazas, debe tomar en consideración las razones que llevan a los más pobres a tomar la iniciativa de tratar de constituir un hogar en áreas o terrenos no aptos (la vulnerabilidad social y económica traducida en más vulnerabilidad físico-ambiental), en muchos casos aun a sabiendas del riesgo que esta decisión lleva implícita. Algunos de estos impulsores serian, por ejemplo: la falta de empleo, las pocas oportunidades económicas-financieras para la adquisición de viviendas que tiene el sector más pobre de la población, y el creciente déficit de viviendas sociales no atendida por parte del sector oficial, entre otros.

De igual manera, el concientizar a los residentes de los asentamientos informales pasa por explicarles de manera sencilla el riesgo vinculado a las condiciones de precariedad constructiva de sus hogares ante los fenómenos físicos naturales a que estarán expuestos, las nefastas consecuencias que para su futuro tiene la intervención irracional de terrenos y los ecosistemas con la tala, la quema, el manejo indebido de la basura (es decir la degradación ambiental en general), el involucrarlos directamente en todo el proceso de gestión del riesgo, y hacerles ver la importancia de su participación para lograr que este tema entre de manera definitiva en la agenda política y de inversión de los líderes y los gobiernos a todos los niveles (nacional, regional y municipal).

Es fundamental el destacar los inconvenientes derivados del amplio y creciente proceso de auto construcción en los asentamientos informales por su relación con la degradación de los suelos (deforestación), la dudosa calidad de los materiales empleados, así como la precariedad constructiva (sin apego a ninguna Norma técnica) que en general les acompaña.

12/06/2017

Entrevista a Ingeniero Óscar A. López

Autor: Armando O. García K.

Tutor: Ingeniero Ricardo Rivas.

Gestión del riesgo y su vínculo con las comunidades resilientes

1) Tomando en cuenta la información de los planos de microzonificación sísmica; el sistema constructivo venezolano (mayoritariamente usando concreto armado y medianas alturas) y el descontrolado crecimiento urbano tanto en sectores formales como asentamientos urbanos no controlados, ¿podría usted identificar zonas de Venezuela de alto riesgo sísmico?

Hay tres condiciones para identificarlas: 1) Las zonas de mayor amenaza de acuerdo al mapa nacional (zonas 5, 6 y 7); 2) Las zonas de mayores efectos locales, por ejemplo, zonas de grandes espesores de sedimentos (Los Palos Grandes) o zonas de pendiente pronunciada (cerros de Caracas); 3) Las zonas de construcciones informales hechas sin normas de construcción. Hay muchas zonas de Caracas que cumplen con estas tres condiciones.

2) Si le tocara hacer una conferencia para incorporar "Oportunidades de Mejora" en los modelos de las viviendas informales, cuál sería su mensaje fundamental: ¿En materia cultural?, ¿aporte de información técnica/profesional/constructiva? o ¿informar frontalmente de la alta vulnerabilidad de sus infraestructuras individual y globalmente?

Generar una cultura sísmica, de conocimiento del tema; promover el reforzamiento y la adecuación Sismorresistente.

3) ¿Cómo se podría convencer, en su opinión, a la población en riesgo para que considere el riesgo latente que existe en los sectores informales?

Uso de los medios de difusión masiva, radio, TV, internet, redes sociales, para educar y generar cultura sísmica.

14/06/2017

Entrevista a Ingeniero Marianela Lafuente

Autor: Armando O. García K.

Tutor: Ingeniero Ricardo Rivas.

Gestión del riesgo y su vínculo con las comunidades resilientes

1) En relación a las consecuencias que tendría para Caracas la ocurrencia de un sismo, ¿conoce de algunos estudios que hayan modelado niveles de ruina en infraestructura pública o privada? ¿Conoce de estudios formales o paramétricos que se refieran a estimaciones de "pérdidas de vidas", tomando en cuenta las concentraciones de población en áreas que podrían considerarse de "alto riesgo"?

Recuerdo en este momento los trabajos de Julio Hernández, sobre edificios en la zona de Los Palos Grandes y trabajos de Oscar A. López y su equipo, que hizo un estudio de la vulnerabilidad sísmica de los barrios de Caracas y llegó a conclusiones sobre el número de víctimas. También conozco estudios de Ahmed Mebarki que hizo modelos y mapas de vulnerabilidad sísmica en Caracas. Esas referencias deben poder conseguirse en FUNVISIS o en el IMME.

2) Tomando en cuenta la información de los planos de microzonificación sísmica; el sistema constructivo venezolano (mayoritariamente usando concreto armado y medianas alturas) y el descontrolado crecimiento urbano tanto en sectores formales como asentamientos urbanos no controlados, ¿podría usted identificar zonas de Venezuela de alto riesgo sísmico?

Cruzando el mapa de amenaza ´sísmica en la norma COVENIN vigente con un mapa de densidad demográfica actualizado, se puede comprobar que las grandes ciudades en las zonas centro y noroccidental del país son zonas en riesgo. Sobre todo, si se toma en cuenta que alrededor de un 50% de la población, o más, habita en viviendas informales

3) Si le tocara hacer una conferencia para incorporar "Oportunidades de Mejora" en los modelos de las viviendas informales, cuál sería su mensaje fundamental: ¿En materia cultural?, ¿aporte de información técnica/profesional/constructiva? o ¿informar frontalmente de la alta vulnerabilidad de sus infraestructuras individual y globalmente?

Tanto si la vivienda está ya construida o se trata de un nuevo desarrollo a construir, el factor más importante a considerar es el emplazamiento. Un estudio del sitio, a fin de evaluar, no solamente la amenaza sísmica sino otros factores de riesgo, como derrumbes e inundaciones, así como el tipo de terreno, es fundamental. Si el sitio es considerado

adecuado, existen numerosos sistemas constructivos confiables que pueden recomendarse para construir viviendas seguras.

Los planes de autoconstrucción más exitosos se basan en urbanizar terrenos en sitios adecuados y luego ofrecer asistencia técnica y apoyo para que la población construya sus viviendas de manera segura.

4) ¿Considerando los hallazgos de ENCOVI, en su opinión, como podría cambiarse "la percepción de esos constructores de viviendas informales" para convertirse en constructores del "no riesgo" ?, ¿conoce experiencias exitosas en ese sentido en América Latina?

Los constructores informales construyen el riesgo como consecuencia de una cantidad de factores que han sido ampliamente discutidos, pero que son de muy difícil solución. Todos tienen que ver con la pobreza y las condiciones de exclusión de grandes porcentajes de la población.

Hay muchas experiencias exitosas a pequeña escala, de proyectos sobre autoconstrucción que pueden consultarse en la bibliografía, tanto en Venezuela, como en Perú, Ecuador, Colombia, y muchos países.

No conozco ninguna propuesta que lleve a una solución milagrosa e integral del "problema de la vivienda". Y eso es porque, en realidad, la vivienda no es el problema. El problema de fondo es la pobreza.

5) ¿Cómo se podría convencer, en su opinión, a la población en riesgo para que considere el riesgo latente que existe en los sectores informales?

No hay una respuesta fácil. Los programas educativos y de divulgación pueden ayudar, pero no son suficientes.

6) ¿Cómo se podría vincular los niveles de ruina funcional con la demanda de viviendas que podría existir a raíz de un sismo en los asentamientos urbanos no controlados?

Después de un sismo, es necesario evaluar los niveles de daño de las viviendas y crear algún tipo de sistema de priorización para determinar rápidamente si: a) la vivienda es inhabitable, en cuyo caso es necesario sustituirla y/o cambiarla de localización; b) si la vivienda es reparable; c) si la vivienda puede continuar siendo ocupada después del sismo sin mayores reparaciones.

Es de fundamental importancia evaluar previamente las condiciones globales del asentamiento analizado. Algunos aspectos a resolver son: a) ¿el emplazamiento es globalmente seguro?; b) ¿se requieren obras de estabilización?; c) ¿los drenajes son adecuados? d) evaluar el equipamiento y la infraestructura de servicios; entre otros.

29/06/2017

Entrevista a Ingeniero Valentina Páez Hernández

Autor: Armando O. García K.

Tutor: Ingeniero Ricardo Rivas.

Gestión del riesgo y su vínculo con las comunidades resilientes

7) En relación a las consecuencias que tendría para Caracas la ocurrencia de un sismo, ¿conoce de algunos estudios que hayan modelado niveles de ruina en infraestructura pública o privada? ¿Conoce de estudios formales o paramétricos que se refieran a estimaciones de "pérdidas de vidas", tomando en cuenta las concentraciones de población en áreas que podrían considerarse de "alto riesgo"?

En Venezuela se han desarrollado investigaciones en el área de evaluación del riesgo sísmico en edificaciones, entre ellas puedo citar las siguientes:

- Castillo A., López-Almansa F. y Pujades L. G. (2011). Seismic Risk Analysis of Urban Non-Engineered Buidlings: Application to an Informed Settlement in Merida, Venezuela. Nat Hazards, 59: 891-916.
- JICA (2004). Plan Básico de Prevención de Desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela. Informe Final. PacificConsultants International en asociación con OYO International Corporation.
- Mebarki A. y Valencia N. (2003). Vulnerabilidad Sísmica de Construcciones Informales en Mampostería: Riesgos Sísmicos y Mapas SIG. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 8, N° 2, 2003.

Adicionalmente a ello, el Departamento de Ingeniería Sísmica de FUNVISIS, en cooperación con el IMME-UCV y el financiamiento de FONACIT desarrollo un proyecto que tuvo como objetivo Reducir el Riesgo Sísmico en Edificaciones de Caracas SismoCaracas (http://www.funvisis.gob.ve/sismoCaracas/) en el cual se determinó la vulnerabilidad en estructuras según su tipología (estructuras de pórticos de concreto, de muros, primera asistencia, centros de salud, puentes y viviendas populares), a continuación listo los trabajos que se han derivado de dicho proyecto.

- Coronel D. Gustavo. (en curso). Modelos para la Evaluación del Riesgo Sísmico Integral en Venezuela. Trabajo de Grado para optar al Doctorado Individualizado en Ciencias de la Ingeniería. IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Oscar A. López.
- De Gouveia, Gilberto. (2015). Evaluación del Riesgo Sísmico en Puentes y Tramos Elevados. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Oscar A. López.

- Olbrich, Florian. (2015). Evaluación Sismorresistente de Edificaciones Patrimoniales de Mampostería No Reforzada ubicadas en el área metropolitana de caracas. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Ángelo Marinilli.
- Páez, Valentina. (2016). Evaluación del Riesgo Sísmico en Viviendas Populares. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Oscar A. López.
- Rengel, José Gregorio. (2016). Desempeño Sismorresistente de Edificaciones de Muros de Ductilidad limitada. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Oscar A. López.
- Rojas G., Romme J. (en curso). Vulnerabilidad Sísmica de Edificios de Mediana Altura de Pórticos de Concreto Reforzado con Paredes de Relleno. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Gustavo Coronel D.
- Guerrero, Alejandra. (en curso). Movimiento Sísmico y Derrumbe de Edificios en Caracas durante el Sismo de 1967. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Oscar A. López.
- Lee, Carlos. (en curso). Desempeño y Adecuación Sismorresistente de Edificaciones Antiguas de baja altura de Concreto Reforzado Relleno con Tabiquería. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiarum, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor: Prof. Oscar A. López.
- Rincón, Raúl. (en curso). Evaluación y Refuerzo Sísmico de una Estación de Bomberos. Trabajo de Grado para optar al Grado de Especialización, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Oscar A. López. Tutor Industrial: Ing. Jorge González.
- Castillo, M. y Villamizar, J. (2012). Evaluación estructural y sismorresistente de un edificio residencial antiguo tipo 6M8-66 construido por el Banco Obrero en zonas urbanas de Caracas. Trabajo de Especial de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Gustavo Coronel D. (IMME-FI-UCV), Tutor Industrial: Ing. Romme Rojas (FUNVISIS). Caracas, Venezuela.
- Guerrero, Alejandra y Zeoli, Grecia. (2011). Efectos de los Terremotos sobre las Viviendas Populares de un sector del barrio Telares de Palo grande. Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Gustavo Coronel D (IMME-FI-UCV).
- Hernández, Adrián y Puerta, Misael. (2016). Evaluación del Riesgo Sísmico Integral en El Área Metropolitana de Caracas Mediante Indicadores Determinísticos de

Amenaza y Vulnerabilidad. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela (IMME-FI-UCV). Tutor Académico: Prof. Gustavo Coronel D.

- Ibarra, Theo A. (2013). Evaluación Sismorresistente del Módulo de Hospitalización Norte del Hospital J.M. De Los Ríos en el Marco de las Normas Nacionales. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, EIC-FI Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Ricardo Bonilla. Tutor Industrial: Ing. William Ascanio.
- López, Iván F. (2013). Evaluación Sismorresistente de Estructuras de Primera Asistencia, caso de Estudio: Estación de Bomberos de El Valle. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, EIC-FI Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Oscar A. López. Tutor Industrial: Ing. Jorge González.
- Maneiro, S. y Palma, N. (2012), Evaluación estructural y sismorresistente de dos edificios residenciales antiguos de la urbanización Los Palos Grandes. Informe de Pasantía Industrial para Optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerzas Armada Bolivariana - UNEFA, Núcleo Chuao, Tutor Académico: Prof. Gustavo Coronel D. (IMME-FI-UCV), Tutor Industrial: Ing. Romme Rojas (FUNVISIS). Caracas. Venezuela.
- Montaño, Jason A. y Duque, Raymond J. (2013). Evaluación del Riesgo Sísmico en Tramos Elevados de La Autopista Valle-Coche. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Oscar A. López. Tutor Industrial: Ing. Gilberto De Gouveia.
- Palacios, Licett C. y Fuentes, José Y. (2012). Evaluación Sísmica de Vivienda Populares del Barrio Los Telares de Palo Grande. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Oscar A. López. Tutor Industrial: Ing. Valentina Páez.
- Rengel, Humberto. (2016). Propiedades Dinámicas y Evaluación Sismorresistente de un Edificio Tipo Túnel. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Oscar A. López. Tutor Industrial: Ing. José Gregorio Rengel.
- Rodríguez, Humberto. (2014). Evaluación Sismorresistente del Ala Sur del Hospital de Niños J. M. de Los Ríos bajo el Marco de Las Normas Nacionales. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Ricardo Bonilla. Tutor Industrial: Ing. William Ascanio.
- Soto, Daniel A. y Henríquez, Cristian F. Evaluación Sismorresistente del Desempeño ante Acciones Sísmicas de La Edificación Administrativa del Observatorio Cagigal. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero

Civil, IMME-FI - Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Oscar A. López. Tutor Industrial: Ing. Florián Olbrich.

- Villamizar, Jeniffer A. Evaluación Estructural y Sismorresistente de un Edificio Residencial Antiguo Tipo 6M8-66 construido por El Banco Obrero en Zonas Urbanas de Caracas. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, EIC-FI Universidad Central de Venezuela. Tutor Académico: Prof. Gustavo Coronel D. Tutor Industrial: Ing. Romme Rojas.

8) Tomando en cuenta la información de los planos de microzonificación sísmica; el sistema constructivo venezolano (mayoritariamente usando concreto armado y medianas alturas) y el descontrolado crecimiento urbano tanto en sectores formales como asentamientos urbanos no controlados, ¿podría usted identificar zonas de Venezuela de alto riesgo sísmico?

El riesgo es el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, por lo que se puede asociar el riesgo con lo siguiente:

- Mapa de zonificación sísmica de la Norma Covenin 1756, establece la amenaza según la aceleración del suelo. A mayor amenaza, mayor riesgo.
- Zonas de alta densidad poblacional, en las que sus construcciones no tienen asesoría técnica para su levantamiento, tales como nuestros sectores populares. El censo del INE 2011 indica que más de un 67% de la población venezolana de ubica en la Zona Norte Costera de Venezuela, aunado a ello aproximadamente un 70% de las unidades de viviendas son viviendas populares (Referencia de ello, es el artículo que te facilite en PDF).
- En Caracas las zonas con una amenaza mayor, se deben al espesor de sus sedimentos, ya que estos amplifican la acción sísmica. Ejemplo: Los Palos Grandes. Puedes profundizar puedes consultar el informe de Microzonificación sísmica.

9) Si le tocara hacer una conferencia para incorporar "Oportunidades de Mejora" en los modelos de las viviendas informales, cuál sería su mensaje fundamental: ¿En materia cultural?, ¿aporte de información técnica/profesional/constructiva? o ¿informar frontalmente de la alta vulnerabilidad de sus infraestructuras individual y globalmente?

Dar continuidad a la línea de investigación en el área de vivienda popular, fomentar planes de reforzamiento en las estructuras construidas, planes de capacitación y acompañamiento técnico para el levantamiento de nuevas edificaciones.

10) ¿Cómo se podría convencer, en su opinión, a la población en riesgo para que considere el riesgo latente que existe en los sectores informales?

Acompañamiento constante y continuo a las comunidades a través de planes de pasantías, tesis y servicios comunitarios, esto debe llevar consigo una fuerte campaña comunicacional que genere conciencia.

ANEXO B

CUESTIONARIO DE APOYO EJECUTADO EN SECTOR BARRIO SANTA ANA

CUESTIONARIO PARA MUESTRA EN SECTOR SANTA BARRIO SANTA ANA

Autor: Armando O. García Key

Fecha:

Ubicación: Barrio "Santa Ana"

Pregunta 1)

¿Se cumple para el concreto con que se hicieron las fundaciones, machones, vigas, dinteles y losas la siguiente proporción?

Si	No

- 3 partes de piedra
- 1 parte de arena
- 1 parte de cemento

Pregunta 2)

¿Se usó alguno de los siguientes sistemas de losa de entrepiso?

Si	No

- Perfiles de acero con paneles de arcilla denominados "tabelones"
- Losa maciza de concreto reforzado.

Pregunta 3)

En el caso de uso de losa de perfiles de acero con tabelones. ¿las correas están simplemente apoyadas sobre las vigas? (ver Figura cuestionario 1)

Si	No

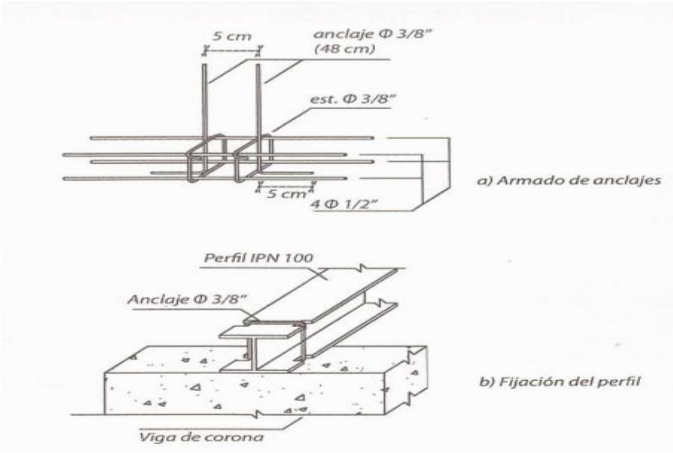


Figura cuestionario 1. Conexión losa de platabanda y viga de corona

Pregunta 4)

Para el caso de losa maciza. ¿la piedra tiene un tamaño predominante grande, alrededor de 1" (2,54cm)?

Si	No

Pregunta 5)

En el caso de esta vivienda. ¿es ésta la sección y armado típico del acero longitudinal y transversal adoptado al momento de la construcción? (ver figura cuestionario 2)

Si	No

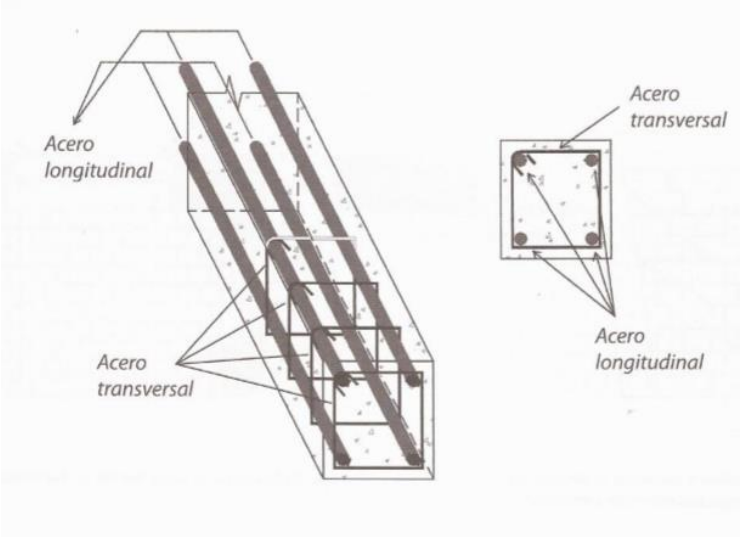


Figura cuestionario 2.Acero longitudinal y transversal en elemento de concreto reforzado.

Pregunta 6)

Al sobreponer las cabillas. ¿se respetó alguna longitud? (ver figura cuestionario 3a y 3b)

Si	No

Diámetro de cabilla	Longitud de solape
3/8"	45 cm
1/2"	60 cm

Figura cuestionario 3 a. Longitud de solape (cm)

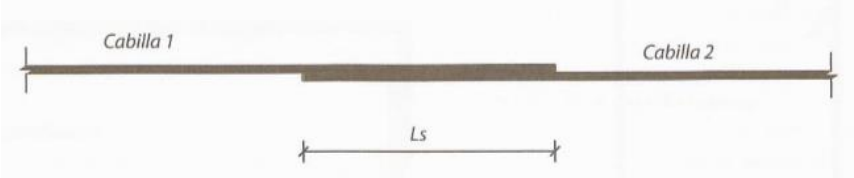


Figura cuestionario 3 b. Longitud de solape.

Pregunta 7)

Con respecto a los armados de fundación, machones y vigas corona.

FUNDACIONES (ver figura cuestionario 4)

¿Se cumple el siguiente armado?

Si	No

- Acero longitudinal: 3 cabillas de ¾" en la parte superior de la fundación y en la parte inferior 5 cabillas de 1" y una de ¾" de diámetro

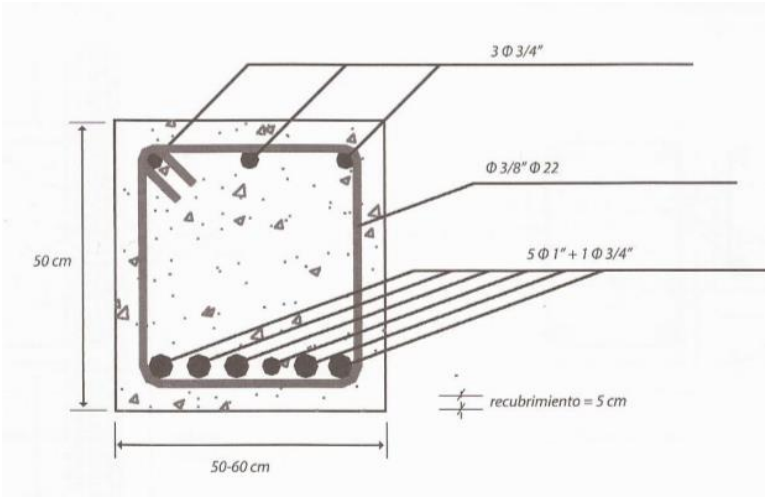


Figura cuestionario 4. Armado de fundaciones.

MACHONES (ver figura cuestionario 5)

¿Se cumple el siguiente armado?

Si	No

- Acero longitudinal: 4 cabillas de ½".
- Acero transversal: ligaduras de 3/8" con separación a 6 cm en los extremos y hasta una distancia igual a ¼ de la altura del piso, y el resto separadas a 12 cm

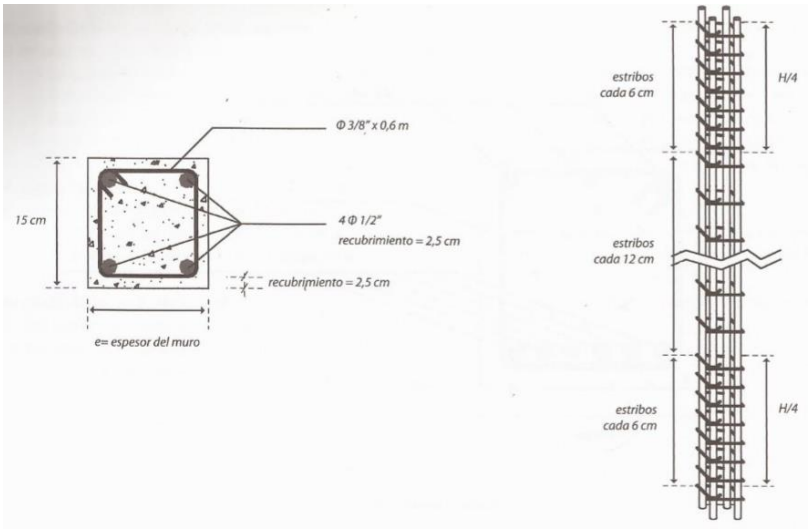


Figura cuestionario 5. Armado machones.

VIGAS CORONA (ver figura cuestionario 6)

¿Se cumple el siguiente armado?

Si	No

- Acero longitudinal: 4 cabillas de ½"
- Acero transversal: ligaduras de 3/8" con separación de 8 cm en los extremos y hasta una distancia de 50 cm, y el resto separadas a 15 cm.

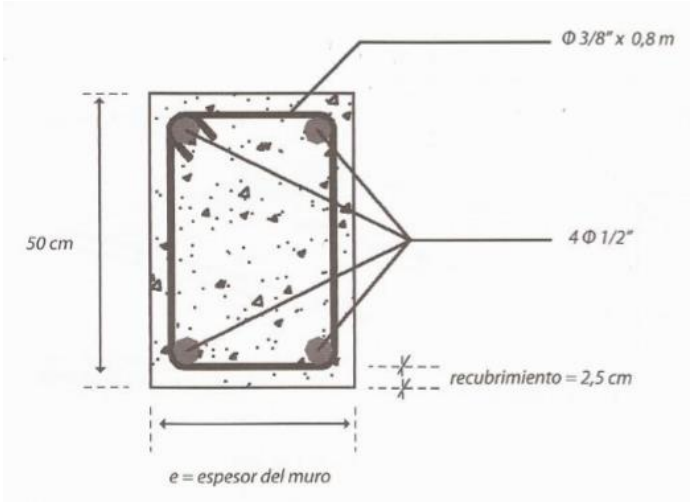


Figura cuestionario 6. Armado de la viga corona.

Pregunta 8)

¿Al momento de construir la vivienda se observó el flujo de agua en los alrededores del terreno?

Si	No

Pregunta 9)

En la conexión machón y viga corona. ¿se cumplió el siguiente esquema? (ver figura cuestionario 7)

Si	No

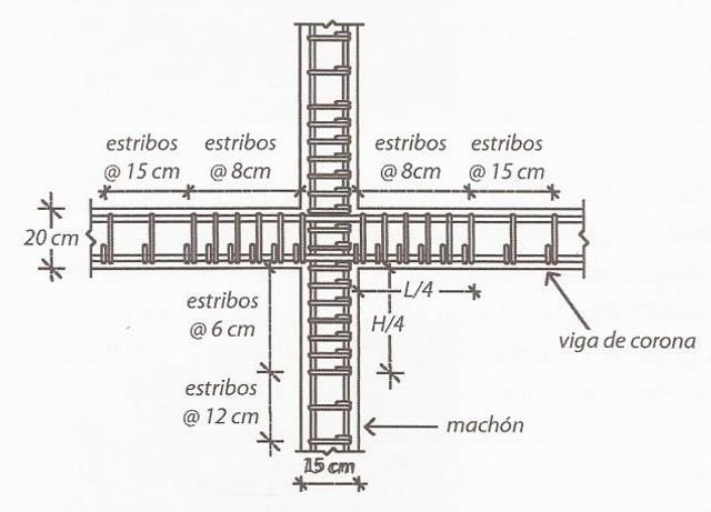


Figura cuestionario 7. Conexión machón y viga de corona.

Pregunta 10)

¿En la construcción de la vivienda se construyeron vigas de riostra? (ver figura cuestionario 8)

Si	No

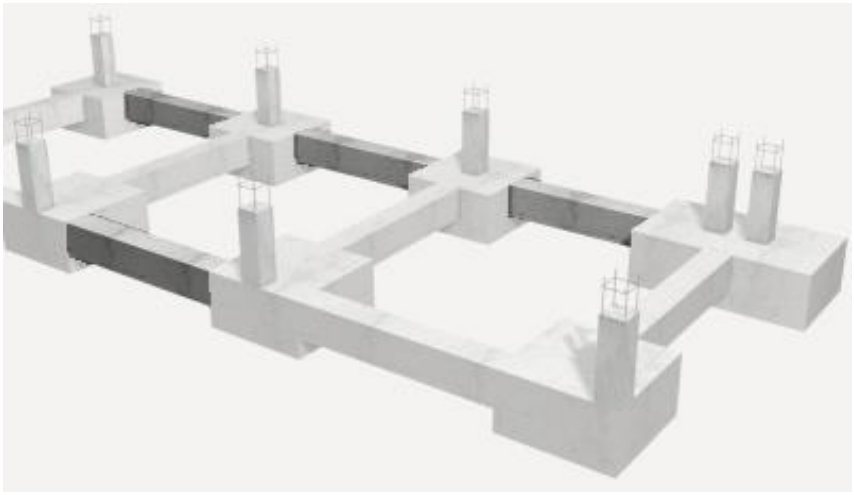


Figura cuestionario 8. Viga de riostra.

Pregunta 11)

¿Cuántas personas habitan en la vivienda? ___

Pregunta 12)

De las personas que habitan en la vivienda cuantas son:

- Menores de 15 años ___
- Entre 15 y 65 años ___
- Mayor de 65 años ___

Pregunta 13)

¿En la vivienda hay personas con algún tipo de discapacidad? ___; ¿Cuántas? ___

Pregunta 14

¿Cuántos dormitorios tiene la vivienda? ___

Pregunta 15

¿Cuántas personas ejercen de sostén familiar? ___

APÉNDICE

ENCUESTA DE CONDICIONES DE VIDA DEL VENEZOLANO (AÑO 2014)

Lineamientos de políticas públicas desde las organizaciones sociales

Análisis de las condiciones de vida

ENCOVI

Encuesta sobre Condiciones de Vida
Venezuela 2014

Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas Naturales

Prof. Ángel Rangel (Coordinador). UCAB-UCV-COMIR-Red de Solidaridad Ciudadana
Prof. Jesús González. UCV-Red de Solidaridad Ciudadana

Encuesta sobre Condiciones de Vida en Venezuela 2014-ENCOVI

INTRODUCCION

El proyecto **Análisis de Condiciones de Vida de la Población Venezolana 2014** surge debido a la preocupación compartida por la **Universidad Católica Andrés Bello, la Universidad Central de Venezuela y la Universidad Simón Bolívar** frente a la falta de información pública adecuada y oportuna que permita conocer cuál es la situación social del país en los tiempos que corren.

Desde el mes de abril del año 2014 se constituyó un equipo técnico conformado por destacados profesionales de las tres universidades expertos en distintas materias del área social quienes, basados en su dilatada experiencia de investigación, en breve tiempo acordaron la agenda temática básica para tener esta radiografía de la población venezolana que ha revelado cuál es la situación respecto a: *condiciones de la vivienda y los servicios, la seguridad personal, la salud, la nutrición y alimentación, la educación, el trabajo, las pensiones, los programas sociales-misiones, y las Condiciones de Vulnerabilidad de los Ciudadanos ante las Amenazas Naturales*.

Este diagnóstico se obtuvo a través de una encuesta de carácter nacional mediante entrevistas realizadas en poco menos de 1.500 hogares aplicando un cuestionario de un centenar de preguntas, treinta y dos de las cuales fueron consideradas para la construcción del *Índice de Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas Naturales*.

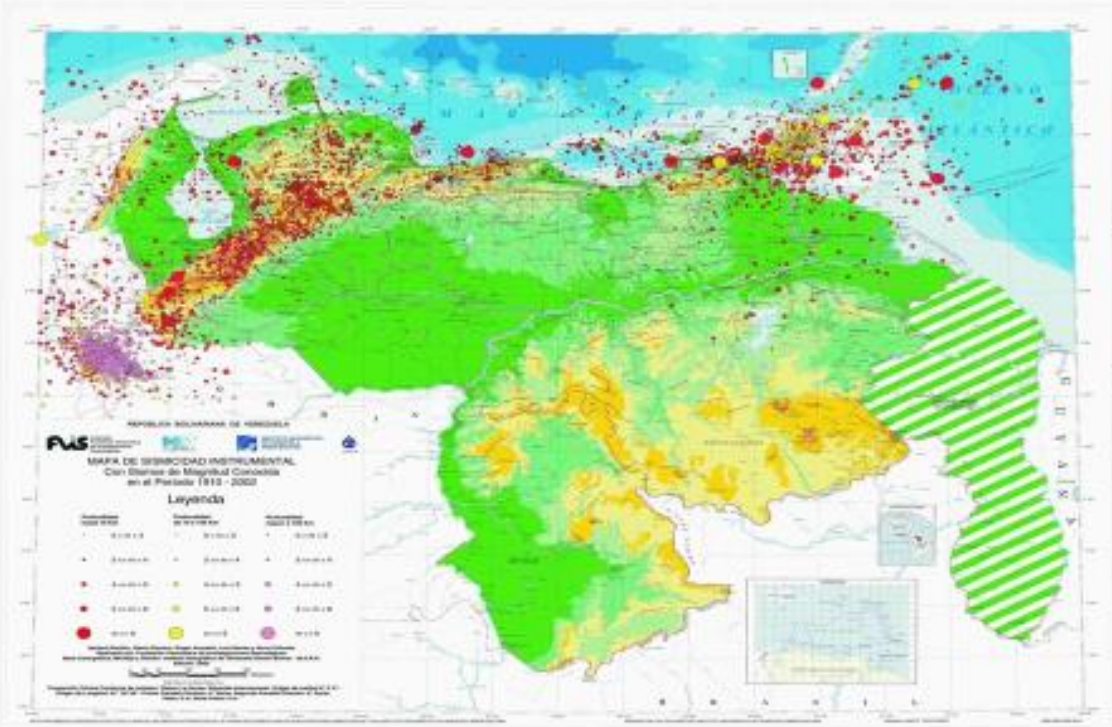
El trabajo de campo se efectuó durante los meses de agosto y septiembre de 2014, y los resultados fueron presentados públicamente por áreas, entre los meses de febrero y marzo del 2015.

La Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas Naturales

Marco conceptual de la *Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas Naturales*
(A . Rangel)

Condiciones predominantes de fragilidad, indefensión o susceptibilidad de un sistema social (comunidad-hogar-personas), en un momento determinado, frente a los impactos derivados de la materialización de una amenaza natural, influenciadas por factores demográficos, educativos, físicos, económicos, ambientales, culturales y de organización, que favorecen la conversión de un fenómeno natural a categoría de desastre; al potenciar la probabilidad de sufrir pérdidas significativas debido a las limitadas capacidades de anticipación, resiliencia y resistencia del sistema ante eventos que exponen a riesgo la vida, los modos de vida, el ambiente, y los bienes.

Venezuela y su exposición a las amenazas de origen natural



Mapa de Sismicidad Instrumental histórica en Venezuela entre el año 1910 y el 2002, elaborado por FUNVISIS.

Aproximadamente el 80% de la población se encuentra en zonas de *Alta Amenaza Sísmica*

Precipitaciones, tormentas, inundaciones, sequias, incendios forestales y otros fenómenos naturales que amenazan a Venezuela.

Adicional al tema de la sismicidad, es importante destacar que Venezuela (país tropical), por su ubicación y sus características climáticas, hidrometeorológicas, geomorfológicas y geológicas, se encuentra expuesta, entre otros, al riesgo de inundaciones, tsunamis, deslizamientos, incendios forestales, tormentas; así como a fuertes vientos y lluvias, influenciadas por la "temporada de huracanes" que anualmente (junio-noviembre) se desarrolla en el Océano Atlántico, particularmente en la cuenca del Caribe.

Los fenómenos hidrometeorológicos, particularmente las inundaciones, están asociados a la mayor cantidad de pérdidas y afectaciones registradas en el territorio nacional.

Construcción del Índice de Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas Naturales (IVCAN)

Como parte del proceso de desarrollo de la encuesta nacional, y para facilitar el manejo de la información de resultados, se diseño un índice, que hemos denominado, ***Índice de Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas Naturales-IVCAN,*** tomando en consideración un total de 32 variables, vinculadas a factores Sociales, Económicos y Físico-Ambientales, consideradas con incidencia directa en la capacidad de los ciudadanos para anticiparse, afrontar y reaccionar de manera segura ante los impactos de las amenazas, y lograr éxito en las acciones de ***Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) y de Adaptación al Cambio Climático.***

Factores de identificación de la Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas

Factores Sociales

(Expresado en número de personas expuestas a condición de vulnerabilidad)

1. Sexo
2. Edad
3. Acceso a TIC y teléfono celular en el hogar
4. Organización Comunitaria Local
5. Información preventiva y formación para la RRD
6. Sistemas de Alerta a Nivel Local
7. Plan de Evacuación de Emergencia a Nivel Local
8. Acceso a Servicios de Salud a Nivel Local
9. Nivel educativo
10. Percepción del riesgo de Incendios
11. Percepción del riesgo de Sismos
12. Percepción del riesgo de Lluvias
13. Percepción del riesgo de Inundaciones
14. Percepción del riesgo de Deslizamiento

Percepción del Riesgo ante Amenazas Naturales

Factores de identificación de la Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas

Factores Económicos

(Expresado en número de personas expuestas a condición de vulnerabilidad)

1. Posibilidad de acceso a crédito
2. Disponibilidad de pólizas de seguro de bienes inmuebles
3. Plan o póliza de asistencia médica
4. Estrato socioeconómico
5. Disponibilidad de vivienda alterna en caso de emergencia (propia o familiar)
6. Capacidad de ahorros
7. Propiedad de la vivienda
8. Disponibilidad de empleo formal permanente

Factores de identificación de la Vulnerabilidad Ciudadana ante las Amenazas

Factores físico-ambientales

(Expresado en número de personas expuestas a condición de vulnerabilidad)

1. Vivienda en área con declaratoria oficial de riesgo
2. Presencia de relleno inestable cerca de la vivienda
3. Vivienda en área cercana a deslizamiento activo
4. Origen de construcción de la vivienda
5. Condiciones de las vías de acceso a la vivienda
6. Disponibilidad de sistema de suministro de agua potable
7. Disponibilidad de sistema de manejo de aguas negras
8. Condiciones para el manejo de la basura a nivel local
9. Tipo de material predominante en piso de la vivienda
10. Tipo de estructura de la vivienda

FACTORES SOCIALES

Condiciones consideradas desfavorables ante las amenazas

FACTORES SOCIALES DESAGREGADOS	*No. Personas*	*% Personas*
Mujeres	15.480.636	52%
Personas menores de 10 y mayores de 60 años	8.181.361	27%
Sin acceso a TIC y Celular	5.162.599	17%
Con deficiente organización comunitaria para RRD	27.526.941	91%
Sin información y/o formación preventiva	28.359.245	94%
Sin disponibilidad de sistema de alerta local	26.865.386	89%
No conoce existencia de plan de evacuación local	28.241.317	93%
Sin acceso a servicios de salud a nivel local	18.521.569	61%
Hasta nivel de educación primaria	12.448.923	41%
No percibe riesgo de Incendios (a)	23.197.855	77%
No percibe riesgo relacionado a los Sismos (b)	26.693.582	88%
No percibe riesgo relacionado a las Lluvias (c)	13.106.098	43%
No percibe riesgo relacionado a Inundaciones (d)	21.870.217	72%
No percibe riesgo de posible Deslizamiento (e)	26.013.526	86%
Sin Percepción del Riesgo ante Amenazas Naturales (a+b+c+d+e/5)	22.176.255	73%

- **El 93% de las personas desconoce la existencia de un plan para evacuación.**
- **El 88% no percibe la amenaza del riesgo sísmico, y 72% del riesgo de inundaciones.**
- **En el 89% de los casos no se dispone de sistema de alerta para casos de emergencias.**
- **Alto acceso a medios de TIC contrasta con baja información sobre prevención.**

INDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VINCULADO A FACTORES SOCIALES

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VICULADO A FACTORES SOCIALES ANTE LAS AMENAZAS NATURALES		
Personas Expuestas	% Población	Escala/ Índice VS
3.926.820	13%	Muy Alto
12.082.523	40%	Alto
9.968.081	33%	Medio
3.322.694	11%	Bajo
906.189	3%	Muy Bajo

El 86% de la población, 25.977.424 personas, se encuentran ubicadas en la escala entre los niveles *Medio y Muy Alto* vinculado a factores sociales.

El 94% de la población no tiene información sobre prevención y actuación ante situaciones de Riesgo y/o Desastres Naturales.

El 93% desconoce de la existencia de un plan de evacuación ante emergencias a nivel local.

FACTORES ECONÓMICOS

Condiciones consideradas desfavorables ante las amenazas

FACTORES ECONÓMICOS DESAGREGADOS	Personas	% Población
Sin posibilidad de acceso a crédito	24.292.657	80%
Sin pólizas de seguro para bienes inmuebles	27.021.114	89%
Sin plan o póliza de asistencia médica	15.277.385	51%
En pobreza estructural (según método NBI)	6.222.552	21%
Sin vivienda alterna en caso de emergencia (propia o familiar)	3.062.324	10%
Sin capacidad de ahorros	22.012.077	73%
No propietario de la vivienda	6.487.730	21%
Sin empleo formal permanente	5.465.381	18%

- La capacidad de *Resiliencia* de la población en caso de desastre es muy limitada.
- El 80% de la población no tiene acceso a créditos aplicables a la recuperación.
- El 89% no posee pólizas de seguro para sus bienes inmuebles.
- El 51% no posee plan o póliza de asistencia médica y hospitalaria privada.
- El 73% no tiene posibilidad de ahorro.
- Un total de 1.555.638 hogares (21%), se encuentran en condición de pobreza.

INDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VINCULADO A FACTORES ECONOMICOS

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VINCULADO A FACTORES ECONÓMICOS ANTE LAS AMENAZAS NATURALES

Personas Expuestas	*% Población*	*Escala/ Índice VE*
1.208.252	4%	Muy Alto
13.894.901	46%	Alto
12.082.523	40%	Medio
2.718.568	9%	Bajo
302.063	1%	Muy Bajo

La mitad de los venezolanos pueden ser considerados en una condición de *Alta Vulnerabilidad Económica* ante el potencial impacto vinculado a las amenazas naturales.

FACTORES FÍSICOS - AMBIENTALES

Condiciones consideradas desfavorables ante las amenazas

FACTORES FÍSICOS- AMBIENTALES DESAGREGADOS	*N° de Viviendas/Hogares*	*% de Viviendas/Hogares*
Vivienda en área con Declaratoria Oficial de Riesgo	1.050.615	14%
Existencia de Relleno Inestable	1.280.605	17%
Vivienda cercana a Deslizamiento	753.297	10%
Vivienda Autoconstruida	4.745.770	63%
Sin vías de Acceso Vehicular a la Vivienda	828.627	11%
Sin abastecimiento de Agua por Acueducto	1.205.275	16%
Sin sistema de manejo de Aguas Negras	753.297	10%
Sin servicio de Recolección de Basura	979.286	13%
Paredes de vivienda con/sin machones, o vivienda sin estructura	3.540.495	47%
Vivienda con Piso de Tierra	451.978	6%

Destaca el alto número de viviendas autoconstruidas (63 %), de las cuales no se tiene garantía del uso de Normas Técnicas de diseño y calidad constructiva, vinculada al riesgo ante las amenazas naturales.

Un aproximado del 50% de las viviendas, pueden ser considerados vulnerables ante sismos y otras amenazas naturales.

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VINCULDO A FACTORES FISICO-AMBIENTALES

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA VINCULADA A FACTORES FÍSICO-AMBIENTALES ANTE LAS AMENAZAS NATURALES

N° Viviendas/hogares por niveles de vulnerabilidad	**Estimado de personas expuestas en viviendas/hogares (4pers/h)**	**% de personas expuestas en viviendas/hogares**	Escala/ Índice VFA
498.918	1.995.672	7%	Muy Alto
3.176.364	12.705.456	42%	Alto
1.557.270	6.229.080	20%	Medio
1.942.950	7.771.800	26%	Bajo
376.075	1.504.300	5%	Muy Bajo

El 49 % de las personas, 14.701.128 ciudadanos, se estima que habitan viviendas en condiciones de *Alta a Muy Alta Vulnerabilidad Físico-Ambiental* ante las Amenazas Naturales

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD CIUDADANA ANTE LAS AMENAZAS NATURALES-IVCAN

Índice Vulnerabilidad Económicos (población)	Índice Vulnerabilidad Físico-ambientales (población)	Índice Vulnerabilidad Sociales (población)	Suma Escala	Relación de Población respecto IVCAN	% Población respecto IVCAN	Índice IVCAN	
1.208.252	1.995.672	3.926.820	7.130.744	**2.376.915**	**8%**	Muy Alto	51 %
13.894.901	12.705.456	12.082.523	38.682.880	**12.894.293**	**43%**	Alto	
12.082.523	6.229.080	9.968.081	28.279.684	**9.426.561**	**31%**	Medio	82%
2.718.568	7.771.800	3.322.694	13.813.062	**4.604.354**	**15%**	Bajo	
302.063	1.504.300	906.189	2.712.552	**944.184**	**3%**	Muy Bajo	

IVCAN = IVE+IVFA+IVS/3

De acuerdo a los resultados del IVCAN, al 51 % de los venezolanos, es decir 15.271.208 ciudadanos se les puede considerar expuestos a condiciones de *Alta y Muy Alta Vulnerabilidad ante las Amenazas Naturales*

Principales hallazgos

- La alta vulnerabilidad ciudadana existente ante las amenazas naturales, incrementa la probabilidad del Riesgo de Desastres en el país.
- La vulnerabilidad detectada está íntimamente vinculada a condiciones socioeconómicas, usos de los suelos, características constructivas de viviendas, así como al déficit en la incorporación de la "variable riesgo" en materia de planificación y ordenamiento del territorio, y en el fortalecimiento de la cultura y participación ciudadana, en función a la Reducción del Riesgo de Desastre (RRD).
- Resulta alarmantemente los bajos niveles de percepción del riesgo, de preparación y de resiliencia de la sociedad, para casos de eventos peligrosos vinculados a fenómenos naturales.
- La mayor condición de vulnerabilidad se concentra en las comunidades socialmente menos favorecidas.
- Están dadas las condiciones para que el impacto de eventos vinculados a fenómenos naturales alcancen categoría de desastres, con su lamentable secuela de pérdidas y daños para la sociedad venezolana.

Recomendaciones Generales de Políticas Públicas

- Resulta urgente la coordinación de todos los niveles de gobierno, en el diseño e implementación de políticas y acciones de reducción de la vulnerabilidad ciudadana y fortalecimiento de la resiliencia, con énfasis en el nivel local.
- La Gestión del Riesgo, con su enfoque proactivo, debe sustituir a la acción netamente reactiva ante las amenazas y el riesgo de desastres vinculados a fenómenos naturales.
- La intervención en materia de Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), debe ser producto de un proceso de Gobernanza basado en una amplia participación y sincera relación de cooperación entre el sector público, privado y social.
- Las mejoras en las condiciones de vida, y el fortalecimiento de la cultura preventiva con programas educativos, y el facilitar el mayor conocimiento del riesgo en los ciudadanos, serán fundamentales para incentivar su participación en materia de RRD, y disminuir la construcción social del riesgo.
- La participación de la comunidad en el diseño, ejecución y control de las actividades de RRD y de adaptación al cambio climático, es la mejor herramienta para alcanzar cambios en el nivel actual de vulnerabilidad, percepción del riesgo, y resiliencia a nivel local.

Principales mensajes

No esperemos a que un desastre evidencie en pérdidas y afectación, lo que un estudio de vulnerabilidad refleja como posible.

Anticipémonos

ACTUEMOS YA!