



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL

**DETERMINACION DE LOS INDICES DE RIESGO SISMICO MEDIANTE EL USO DE
CURVAS DE FRAGILIDAD, EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA SURESTE
DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**

Autores:

Tutor:

Edson Martínez

Morón Williams C.I.: 19.920.101

Llinas Carlos C.I.: 18.866.541

Valencia, Junio de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



**DETERMINACION DE LOS INDICES DE RIESGO SISMICO MEDIANTE EL USO DE
CURVAS DE FRAGILIDAD, EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA SURESTE
DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**

**Trabajo Especial De Grado Presentado Ante La Ilustre Universidad De Carabobo
Para Optar Al Título De Ingeniero Civil**

Tutor:

Ing. Edson Martínez.

Autores:

Morón Williams

Llinas Carlos

Valencia, Junio del 2012

AGRADECIMIENTOS

Primeramente le doy gracias a Dios por llenarme de vida, salud e iluminar mi camino durante todo este tiempo.

A mi madre porque gracias a sus consejos, enseñanzas y experiencias supo guiarme de forma correcta, gracias a su amor, cariño y lucha constante contra las adversidades, estoy donde estoy y puedo decirle que su gran esfuerzo no fue en vano.

Te amo y te admiro como a nadie en este mundo te quiero mi gordita.

A mis hermanos por todo el apoyo recibido, lo son todo para mí los quiero inmensamente Luis (burusa), Henry (el nene) y Jorge (el piojo).

Al Profesor Ing. Edson Martínez, por ayudarnos con el presente trabajo de Grado, saber aguantar la presión de nosotros, Gracias por toda la colaboración se le aprecia.

A mis amigos, y compañeros gracias por todos los momentos buenos y malos que dejaron una gran enseñanza. Gracias por siempre estar ahí cuando se debe. Grandes, medianos y pequeños momentos.

A mi compañero de tesis Williams Morón por que sin su ayuda fuese cuesta arriba la elaboración de esta investigación.

Llinas P. Carlos J.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios el padre de todos por darme salud, sabiduría y la inteligencia necesaria para lograr este objetivo.

A mis padres por que gracias a sus consejos enseñanzas y experiencias supieron guiarme por el camino correcto, por que gracias a su amor cariño y apoyo incondicional pude lograr cumplir esta meta importante en mi vida, Uds. que siempre depositaron su confianza en mi espero retribuírselas de la mejor manera, esta demás decirles que los amo, respeto y admiro mas que a nadie en este mundo y son mi ejemplo a seguir para construir mi familia en el futuro, y me siento sumamente agradecido y orgulloso de que sean mis padres.

A mis hermanos, a cada uno de ellos les doy gracias por siempre tener su apoyo incondicional y contar con ellos en los momentos más difíciles, por siempre haber depositado su confianza en mí.

Al Ing. Edson Martínez que a pesar del momento por el cual estaba pasando nunca nos abandonó y siempre estuvo presente para brindarnos su apoyo, gracias a su ayuda y su constante colaboración hizo posible la realización del presente trabajo de grado.

A todos mis amigos sin excluir a ninguno pero en especial a Eduardo García, Javier Alvares, Carlos silva, Vanessa Cegarra y Mario Efiio mis hermanos del alma ellos que siempre estuvieron animándome y brindándome toda su ayuda para culminar esta etapa de mi vida, gracias amigos por enseñarme el verdadero valor de la amistad incondicional siempre le estaré eternamente agradecido.

A mi compañero de tesis Carlos Llinas por su amistad y que sin su ayuda y trabajo en equipo no fuera sido posible la elaboración de esta investigación

Williams D. Morón P.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por permitirme estar vivo y poder llegar hasta aquí.

A mi madre Gloria por haberme dado la vida, y ser pilar fundamental de mi formación como buen ciudadano, ya que con su estricto carácter, cariño incondicional y apoyo en todas y cada una de las decisiones tomadas esta meta fuese Difícil de alcanzar. Gracias a su trabajo arduo día a día es una meta lograda. Y como dice ella “El estudio es la única herencia que les puedo dejar”.

A mi viejita Alicia, que aunque no estés físicamente se que se encuentra presente guiando cada uno de mis pasos, protegiéndome y dándome todo el cariño que solo ella sabia darnos.

A mis hermanos Luis Ernesto Ejemplo a seguir, eres y serás como un padre para mi, saber que con tu apoyo incondicional siempre contare, para este y muchos logros en mente, te quiero y aprecio, gracias por siempre estar presente.

Henry Ernesto ejemplo de gran responsabilidad, dedicación y esfuerzo que aunque solo sea un año de diferencia eh aprendido muchas cosas de gran valor en la vida, te quiero mucho.

Jorge Luis (el piojo) gracias por apoyarme y tolerarme te quiero mucho, espero sepas escoger tu camino que ahí estaré para apoyarte.

Llinas P. Carlos J.

DEDICATORIA

Primeramente a dios por haberme permitido vivir hasta este momento y poder lograr esta meta en mi vida.

A Trina Isabel de Morón mi madre por haberme dado la vida, por criarme, educarme, guiarme en todo momento y siempre alentarme con tus palabras sabias en toda mi vida. Por siempre apoyarme incondicionalmente para poder lograr esta meta y que sin importar como pasaban tus días siempre me recibías con un beso y una sonrisa cuando entraba a la casa. Por formarme como el hombre que hoy en día soy y siempre extenderme tu mano en todo momento para darme tu apoyo incondicional.

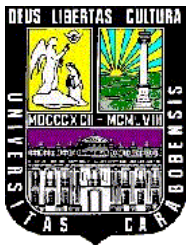
A Williams Alexis Morón Lares mi padre esa persona tan luchadora digno ejemplo a seguir como padre de familia. Por formar la familia que hoy en día tengo, por todo lo que me has dado, la vida, los estudios, los valores, mi formación personal viéndote el día a día como luchas para mantener esta familia y darnos lo mejor de ti, por apoyarme en esta meta y logro obtenido por medio de esta carrera, por ser mi amigo y aconsejarme en todo momento y por siempre brindarme tu amor.

A mis hermanos Williams Eduardo, Williams Alexis, Williams Alejandro y finalmente a María Ysabel por siempre brindarme su apoyo y su amor incondicional en todo momento, por confiar en mí y por ser dignos ejemplos de responsabilidad y admiración.

A María Jaqueline Palomares e Ivonne de laguna mis tías por aconsejarme en todo momento y cada vez que necesite de ellas, por siempre apoyarme, confiar en mí desde un principio en mi carrera y por siempre estar ahí presentes en mi vida.

A mis primos que siempre estuvieron pendientes de mí durante toda esta etapa de estudio.

Williams D. Morón P.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



DETERMINACION DE LOS INDICES DE RIESGO SISMICO MEDIANTE EL USO DE CURVAS DE FRAGILIDAD, EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA SURESTE DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.

Autores: Morón P. Williams D

Llinas P. Carlos J.

Fecha: Junio de 2012.

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de determinar los Índices de Riesgo Sísmico mediante el uso de las Curvas de Fragilidad en edificaciones ubicadas en el Municipio San Diego Edo. Carabobo. En este sentido se selecciono una muestra de 5233 edificaciones, con una altura máxima de 4 niveles. El área de estudio se dividió en cuatro sectores representativos. Se elaboro una clasificación de las estructuras seleccionadas tomando como base la tipología constructiva así como año de construcción y la norma respectiva con la cual fueron diseñadas. Seguidamente para la recolección de datos y clasificación de tipologías constructivas fue utilizada la planilla denominada Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico; con estos datos se procedió a construir las curvas de fragilidad utilizando el Software de Curvas de Fragilidad para Escuelas de Venezuela (CFSEV). Una vez elaboradas las curvas se obtuvo el Índice de Pérdida (IP) y el estado de daño para cada edificación evaluada por sector, correspondientes a tres valores de coeficientes de aceleración horizontal (Ao) que representan sismos leve , normativo y extraordinario .Finalmente se elaboraron mapas donde se reflejaron los estados de daños que presento cada tipología en los sectores establecidos, pudiendo apreciar que el sector 1 por ser diseñado con la norma sismoresistente mas actual resulto el menos vulnerable con respecto a los demás sectores, y por el contrario el sector 3 presento un comportamiento donde se apreciaron índices de pérdidas muy elevados y en consecuencia un estado de daño muy alto.

Palabras Clave: Riesgo, Curvas de Fragilidad, Índice de Pérdida

INTRODUCCIÓN

Venezuela al estar ubicada al norte de Sur América y en los límites de dos placas tectónicas, como son la placa Suramericana y la placa del Caribe, es considerado un país con alto riesgo sísmico. A lo largo de la geografía venezolana existe un sistema de fallas que la atraviesa desde la Cordillera de los Andes pasando por la Costa Central hasta llegar a la Costa Oriental del país, y la mayoría de la población habita alrededor de este sistema, lo que trae como consecuencia una alta aglomeración urbana en zonas de alto riesgo sísmico.

La presente investigación pretende determinar los niveles de riesgo sísmico mediante el uso de las curvas de fragilidad en estructuras ubicadas en el municipio San Diego, que forma parte del área urbana de la ciudad de Valencia, y es uno de los municipios con mayor crecimiento urbanístico de la zona central del país. Con este fin, se recabó una amplia y detallada información en lo que respecta a las edificaciones existentes y el riesgo sísmico a las que están expuestas, para luego clasificarlas de acuerdo a los tipos de sistemas constructivos.

A su vez, se construyeron las curvas fragilidad las cuales arrojaron un índice de pérdida probable, con lo cual se procedió a clasificar los niveles de riesgo sísmico que presentan las edificaciones presentes en la zona de estudio. Una vez obtenidos estos valores se presentan mapas donde se reflejan los resultados obtenidos al simular la ocurrencia de sismos con 3 tipos de aceleración, correspondientes a un sismo leve, sismo normativo y un sismo extraordinario

Para desarrollar la investigación se desglosó en 5 Capítulos: en el Capítulo I, se planteó el problema que presenta el Municipio y sus edificaciones desde el punto de vista sísmico, los objetivos a alcanzar así como la justificación para realizar la investigación en la zona, y finalmente las limitaciones que se presentaron a lo largo del estudio. Luego en el Capítulo II se elaboró un

marco teórico que comprende: los antecedentes del tema de investigación, las bases teóricas, ciertas definiciones cuya finalidad es dar un mejor entendimiento del tema.

Posteriormente en el Capítulo III se plantea la población, técnica de recolección de datos establecida y la metodología usada, especificando las fases necesarias para la construcción de las curvas de fragilidad mediante la aplicación del software CFSEV. Seguidamente en el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos del estudio arrojado por las curvas de fragilidad y se determinaron los Índices de Pérdida probable y los Niveles de Riesgo Sísmico de las edificaciones evaluadas para los tres valores de Aceleración horizontal establecidos. Por último se plantea el Capítulo V que corresponde a las conclusiones y recomendaciones sugeridas por los autores con respecto a los resultados obtenidos.

INDICE GENERAL

	pp.
DEDICATORIAS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE GRAFICOS.....	xiii
INDICE DE TABLA.....	xiv
RESUMEN.....	xv
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	3
Planteamiento del Problema.....	3
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Justificación.....	7
Alcance.....	8
Limitaciones.....	8
CAPITULO II.....	9
Antecedentes.....	9
Bases teóricas.....	11
Terremoto o Sismo.....	12
Hipocentro o Foco.....	12
Epicentro.....	12
Placas Tectónicas.....	13
Tipos de Placas.....	14
Principales Placas Tectónica.....	15
Cinturón o Anillo de Fuego.....	16

Ondas Sísmicas.....	17
Fallas Geológicas.....	21
Sistema de Fallas en Venezuela.....	24
Sismicidad en Venezuela.....	25
Relación entre Magnitud e Intensidad Sísmica.....	26
Vulnerabilidad Sísmica.....	29
Factores que Determinan la Vulnerabilidad Física de una Estructura.....	30
Factores que Inciden en el Comportamiento de una Estructura.....	30
Vulnerabilidad Estructural.....	35
Irregularidad en Planta.....	36
Irregularidad en Altura.....	38
Clasificación de los Sistemas Constructivos.....	41
Riesgo Sísmico.....	52
Curvas de Fragilidad.....	53
Daños y Pérdidas de los últimos Terremoto.....	54
Estados de Daños.....	57
Índice de pérdida.....	57
Estimación de Pérdidas Probables.....	58
CAPITULO III.....	60
Tipo de Investigación.....	60
Investigación Descriptiva.....	61
Diseño de la Investigación	61
Población y Muestra.....	62
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	63
Análisis y procesamiento de datos.....	65
Procedimiento de la Investigación.....	65
Fase I Delimitación del Área de Estudio.....	66
Fase II Inventario de Edificaciones.....	67

Fase III Clasificación de las Tipologías Constructivas.....	67
Fase IV Recolección de Datos.....	67
Parámetros importantes para la Evaluación de las Edificaciones en la zona de estudio.....	68
Fase V Construcción de Curvas de Fragilidad Sísmica.....	78
Fase VI Estimación de Daños y Niveles de Riesgo Sísmico.....	88
Fase VII Elaboración de Mapas.....	89
CAPITULO IV.....	90
Fase I Delimitación del Área de Estudio.....	91
Suelo de la Zona.....	91
Fase II Inventario de Edificaciones.....	96
Fase III Clasificación de las Tipologías Constructivas.....	99
Fase IV Recolección de Datos.....	109
Estudio de una Edificación.....	109
Pasos para la Recolección de Datos.....	109
Fase V Construcción de Curvas de Fragilidad Sísmica.....	113
Fase VI Estimación de Daños y Niveles de Riesgo Sísmico.....	116
Fase VII Elaboración de Mapas.....	138
CAPITULO V.....	139
CONCLUSIONES.....	139
RECOMENDACIONES.....	141
REFERENCIAS.....	143
ANEXOS.....	145

INDICE DE TABLAS

pp.

1. Relación entre Magnitud e Intensidad.....	28
2. Planilla de Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico Informe Técnico de FUNVISIS.....	76
3. Estimación de Daños en las Estructuras.....	88
4. Descripción de los Diferentes Estados de Daños en las Estructuras.....	89
5. Totalidad de las Estructuras de la Zona de Estudio.....	98
6. Totalidad y Porcentaje de Tipologías en el Sector 1.....	100
7. Totalidad y Porcentaje de Tipologías en el Sector 2.....	101
8. Totalidad y Porcentaje de Tipologías en el Sector 3.....	103
9. Totalidad y Porcentaje de Tipologías en el Sector 4.....	105
10. Índices de Perdidas en el Sector 1.....	116
11. Estado de Daño Para $A_o = 0,1g$	116
12. Estado de Daño Para $A_o = 0,3g$	117
13. Estado de Daño Para $A_o = 0,7g$	118
14. Índices de Perdidas en el Sector 2.....	120
15. Estado de Daño Para $A_o = 0,1g$	121
16. Estado de Daño Para $A_o = 0,3g$	122
17. Estado de Daño Para $A_o = 0,7g$	123
18. Índices de Perdidas en el Sector 3.....	124
19. Estado de Daño Para $A_o = 0,1g$	125
20. Estado de Daño Para $A_o = 0,3g$	126
21. Estado de Daño Para $A_o = 0,7g$	127
22. Índices de Perdidas en el Sector 4.....	128
23. Estado de Daño Para $A_o = 0,1g$	129
24. Estado de Daño Para $A_o = 0,3g$	130
25. Estado de Daño Para $A_o = 0,7g$	131
26. Porcentaje Total de Índice de Pérdidas Para $A_o = 0.1$	133
27. Porcentaje Total de Índice de Pérdidas Para $A_o = 0.3$	135

28. Porcentaje Total de Índice de Pérdidas Para $A_o = 0.7$	137
---	-----

INDICE DE GRAFICOS

	pp.
1. Porcentaje de Edificaciones Sector1.....	101
2. Porcentaje de Edificaciones Sector 2.....	103
3. Porcentaje de Edificaciones Sector 3.....	105
4. Porcentaje de Edificaciones Sector 4.....	107
5. Porcentaje Total de Tipologías Constructivas de Toda la Zona de Estudio.....	109
6. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o = 0.1g$	118
7. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o = 0.3g$	119
8. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o = 0.7g$	120
9. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o = 0.1g$	122
10. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o = 0.3g$	123
11. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o = 0.7g$	124
12. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o = 0.1g$	126
13. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o = 0.3g$	127
14. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o = 0.7g$	128
15. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o = 0.1g$	130
16. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o = 0.3g$	131
17. Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o = 0.7g$	132
18. Porcentajes de Estado de Daño Total para un $A_o = 0,1 g$	134
19. Porcentajes de Estado de Daño Total para un $A_o = 0,3 g$	136
20. Porcentajes de Estado de Daño Total para un $A_o = 0,7 g$	138

INDICE DE FIGURAS

pp.

29. Epicentro y Foco.....	13
30. Placas tectónicas del mundo.....	15
31. Cinturón o Anillo de Fuego.....	17
32. Ondas P.....	18
33. Ondas S.....	19
34. Ondas Love.....	20
35. Ondas Rayleigh.....	21
36. Falla Inversa.....	22
37. Falla Normal.....	23
38. Falla Transcúrrente.....	23
39. Mapa de fallas principales según Beltrán (1994).....	25
40. Danos observados en una calle de Puerto Príncipe donde se evidencia la magnitud del desastre causado por el terremoto de Haití (2010)	32
41. Daños Causados en Viviendas Durante el Terremoto de Haití de 2010.....	33
42. Daños en la estructura de un puente durante el Terremoto de Loma Prieta.....	37
43. Efecto de Torsión en Planta, Causado por Tanque Elevado.....	38
44. Entrepiso Blando Generado por Proyecto con Deficiencia Estructural.....	40
45. Irregularidad en Elevación.....	41
46. Estructura a Base de Grandes Paneles Prefabricados.....	44
47. Sistemas Prefabricados de Construcción.....	46
48. Sistema Constructivo Tipo Túnel	47
49. Estructura a base de pórticos de Concreto.....	48
50. Mampostería Confinada.....	49
51. Mampostería no Confinada.....	50
52. Sistema a Base de Grandes Pórticos de Acero.....	51
53. Sistema Constructivo de Tipo Liviano.....	52

54. Ejemplo de Curvas de Fragilidad Obtenidas Para una Edificación a través de la Aplicación CFEV.....	54
55. Mapa de ubicación del Municipio San Diego.....	66
56. Información Básica del edificio.....	80
57. Parámetros de la Norma de Diseño.....	81
58. Forma Espectral y Factores de Corrección.....	82
59. Parámetros de Capacidad.....	84
60. Límites de Daños.....	85
61. Parámetros de Espectro de Respuesta.....	86
62. Parámetros del Método de los Coeficientes.....	87
63. Datos de Velocidades de Ondas de Corte de la Zona (V_{sp}).....	92
64. Totalidad de las Edificaciones en Sector 1.....	96
65. Totalidad de las Edificaciones en Sector 2.....	96
66. Totalidad de las Edificaciones en Sector 3.....	97
67. Totalidad de las Edificaciones en Sector 4.....	98
68. Clasificación de Tipologías constructivas.....	99
69. Porcentaje Total de las Tipologías Sometidas a Estudio.....	107
70. Planilla de edificación ubicada en el Sector 2 Urb. Valle Verde.....	111
71. Planilla de edificación ubicada en el Sector 2 Urb. Valle Verde.....	112
72. curva de fragilidad con $A_0 = 0.1g$	113
73. curva de fragilidad con $A_0 = 0.3g$	114
74. curva de fragilidad con $A_0 = 0.7g$	115
75. Índices de Perdidas para un $A_0 = 0,1 g$	132
76. Índices de Perdidas para un $A_0 = 0,3 g$	134
77. Índices de Perdidas para un $A_0 = 0,7 g$	136

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Son conocidos los efectos que causan los sismos en la infraestructura de las zonas pobladas donde ocurren, así como la magnitud de pérdidas tanto materiales como humanas que pueden ocasionar. El efecto devastador y la magnitud del desastre a veces es extremadamente enorme, aún en países con alta preparación tecnológica y con códigos de construcción con criterios sismorresistentes bastante estrictos debido al historial de sismicidad de la región; pudiendo mencionar casos de eventos sísmicos ocurridos recientemente, tales como el Terremoto de Chile (2010), Terremoto de Japón (2010), y el Terremoto de Christchurch en Nueva Zelanda ocurrido a principios de 2011.

A lo largo de la historia, el hombre ha hecho esfuerzos por predecir el sitio y momento de ocurrencia de los terremotos, lo cual ha sido en vano motivado a la naturaleza de este tipo de eventos. Debido a esto han surgido diversas metodologías para prevenir el comportamiento de las estructuras frente a los sismos, de manera de

Poder estimar los daños probables que pudieran ocurrir a las edificaciones, así como cuantificar las posibles pérdidas que pudieran generarse en un sector o en una población entera. Entre esos métodos se encuentra el Cálculo de Riesgo Sísmico mediante la construcción de Curvas de Fragilidad de diversas tipologías constructivas, a través de las cuales se pueden determinar las pérdidas esperadas en la infraestructura de viviendas y en los aspectos económicos, en heridos y vidas humanas luego de la ocurrencia de un evento sísmico.

Por tratarse Venezuela de un país con una amenaza sísmica relevante, se hace necesario llevar a cabo estudios de determinación del riesgo sísmico en las poblaciones, razón por la cual se viene desarrollando en las diferentes Universidades nacionales, una línea de investigación liderada por FUNVISIS y el IMME UCV, de la cual la Universidad de Carabobo se ha hecho partícipe.

La presente propuesta parte de la necesidad de cuantificar el riesgo sísmico de grupos de edificaciones con tipologías estructurales similares utilizando las curvas de fragilidad de las mismas, y estará enfocada en el Municipio San Diego del Estado Carabobo, llevando a cabo la evaluación de edificaciones asentadas en su territorio, caracterizando su vulnerabilidad sísmica y estimando el índice de riesgos debidos a terremotos, ya que este municipio se encuentra ubicado en una zona con alta amenaza sísmica según la normativa venezolana vigente, y que además forma parte del área metropolitana de la ciudad de Valencia, tercera ciudad en cantidad de población de Venezuela.

Debido a lo anteriormente expuesto cabe preguntarse lo siguiente:

¿De qué manera se puede determinar el Índice de Riesgo Sísmico con resultados confiables, utilizando curvas de fragilidad, para predecir comportamientos debidos a terremotos en las edificaciones del Municipio San Diego del estado Carabobo?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General.

Determinar el índice de riesgo sísmico mediante el uso de curvas de fragilidad, en edificaciones ubicadas en la zona sureste del Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Objetivos Específicos.

1. Clasificar las tipologías estructurales existentes en la zona.
2. Procesar los datos para la obtención de parámetros necesarios para la elaboración de las curvas de fragilidad para cada tipología.
3. Elaborar las curvas de fragilidad de las estructuras seleccionadas a través de la aplicación de C.F.E.V.
4. Analizar los daños estimados en las edificaciones al ser sometidas a sismos.
5. Determinar el riesgo sísmico en las edificaciones del municipio San Diego.

Justificación

En diversas partes del mundo y especialmente Venezuela, se han suscitado sismos de magnitudes importantes, los cuales han puesto en manifiesto la vulnerabilidad estructural de las edificaciones, incapacitándolas funcionalmente y en algunos casos haciéndolas llegar hasta el colapso. En este sentido se presenta la necesidad de estudiar y obtener el índice de vulnerabilidad ante una amenaza sísmica de las edificaciones ubicadas en la zona central del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

Por consiguiente se requieren estudios más precisos en cuanto a los niveles de riesgo sísmicos que presentan las edificaciones en los centros poblados, según lo indica la Norma COVENIN 1756 – 2001 Edificaciones Sismo resistentes. Las áreas del municipio San Diego presentan una alta peligrosidad sísmica, por lo que surge la necesidad de realizar la evaluación de la vulnerabilidad estructural ante la acción de un sismo. Con los cuales se pretende efectuar un estudio que pueda servir de apoyo a los actuales y futuros planes de construcciones sismo resistentes.

De este modo se desea que este estudio, además, pueda convertirse en una herramienta para sensibilizar a los entes sociales acerca de las implicaciones de la actividad sísmica para la construcción de edificaciones, así como un apoyo para estudios futuros en la materia.

Alcance y Limitaciones

El presente trabajo se aboca a determinar el índice de riesgo sísmico que presentan las edificaciones de la zona central del Municipio San Diego ante una potencial amenaza sísmica producto de la ubicación geográfica y una alta densidad poblacional.

Para llevar a cabo los estudios se utilizará la información cartográfica suministrada por la Alcaldía del Municipio, sobre el número de viviendas en los diversos sectores y parroquias que conforman este municipio, se realizaran visitas de campo accedando si es posible al interior de las edificaciones.

Para la obtención de los índices de riesgo sísmico, se utilizará la metodología correspondiente al uso de las curvas de fragilidad.

La investigación está limitada a evaluar estructuras hasta 4 plantas por requerimiento del programa, cabe destacar que entre más detallada sea la información de la estructura, el análisis será más preciso, por tanto se tendría que contar con la mayor colaboración de los habitantes del sector para la accesibilidad a las viviendas y/o estructuras.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación

Con el paso de los años Venezuela se ha convertido en objeto de estudio con respecto a la vulnerabilidad sísmica, debido al impacto tan negativo que producen los sismos en la economía, bienestar y desenvolvimiento normal de este mismo.

A continuación se presentan algunos estudios realizados sobre el tema utilizando la metodología de curvas de fragilidad en estructuras o edificaciones urbanas:

Gustavo Coronel, Oscar A. López y Nelson Betancourt (2010). *Evaluación de niveles de riesgo sísmico en escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad en Venezuela.* En este trabajo se presenta una metodología que permite estimar daños, pérdidas y niveles de riesgo sísmico en las edificaciones escolares de Venezuela a partir de la información recopilada en un inventario de las características estructurales básicas que condicionan su desempeño sísmico. Bajo la hipótesis de que los edificios

Fueron diseñados siguiendo la normativa correspondiente a la época de construcción, se estiman los desplazamientos cedente y último de cada edificio. Se caracteriza el daño mediante cuatro estados de daño y se construyen curvas de fragilidad sísmica basadas en una distribución lognormal. La contribución principal a este trabajo la constituye la aplicación CFSEV, herramienta desarrollada para generar las curvas de fragilidad.

Hernández Julio Javier (2009). *Confiabilidad Sísmica-Estructural de edificaciones Existentes de Caracas.* Proyecto Pensar en Venezuela. C.I.V., Capítulo: DMC. Jornadas 18 y 19 de septiembre de 2009. Se presenta una evaluación aproximada de la confiabilidad sísmica-estructural de las edificaciones aporticadas de concreto armado existentes en la ciudad de Caracas, construidas según las normas de las últimas siete décadas (1939-2009), diferenciando entre bajas, medianas y altas y tomando en cuenta la influencia de los espesores de los depósitos de suelos. Los resultados obtenidos se comparan con antiguas estimaciones y con recientes presentaciones, mostrando su superior validez de acuerdo con calibraciones empíricas ad-hoc, en satisfacción del indispensable espíritu científico de una investigación de esta índole. Permiten discriminar los distintos niveles de riesgo sísmico a que están sometidas las diversas edificaciones en el valle de Caracas, permitiendo tanto la definición cualitativa de prioridades de intervención ventajosas, como estimados cuantitativos del riesgo, necesarios para adelantar racionalmente tomas de decisiones de planificación económica, gestión de desastres y programas de aseguramiento. De esta investigación se tomaron como referencia los valores de R establecidos para las diferentes normas así como metodología para presentación de resultados.

Velásquez Vargas José Martín (2006). *Estimación de pérdidas por sismo en edificios peruanos mediante Curvas de Fragilidad analíticas.* **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.** Agosto 2006. En esta tesis se desarrolla una metodología que permite predecir de manera razonable las pérdidas por sismo en edificios peruanos. La metodología tiene un enfoque probabilístico y está basada en curvas de fragilidad. Las curvas de fragilidad son funciones que representan la vulnerabilidad de una estructura cuando está sometida a diversos niveles de intensidad sísmica. Con esta herramienta de evaluación se podría estimar los costos de reparación de grupos de edificios

o evaluar el desempeño de sistemas de refuerzo. Este trabajo constituye una estimación del riesgo sísmico de edificaciones. La metodología para generar curvas de fragilidad es implementada en un programa de cómputo y se generaron las curvas de fragilidad para 2 colegios típicos peruanos. Se

observa una marcada diferencia en la vulnerabilidad sísmica de ambos colegios. Los resultados demuestran que la vulnerabilidad sísmica de las estructuras estudiadas está adecuadamente representada mediante sus curvas de fragilidad. También se concluye que pueden estimarse con una razonable precisión los costos de reparación estructural. Existe una clara diferencia en los costos de reparación estimados para los 2 colegios estudiados. El aporte de esta investigación lo constituyen conceptos relacionados con el tema así como bases metodológicas que servirán de guía

BASES TEORICAS

Terremoto o Sismo

También llamado seísmo, o simplemente temblor, son sacudidas o movimientos bruscos del terreno, generalmente producidos por disturbios tectónicos o volcánicos. En algunas regiones de América se utiliza la palabra temblor para indicar movimientos sísmicos menores y terremoto para los de mayor intensidad.

Los más importantes y frecuentes se producen cuando se libera energía potencial elástica acumulada en la deformación gradual de las rocas contiguas al plano de una falla activa, pero también pueden ocurrir por otras causas, por ejemplo en torno a procesos volcánicos, por hundimiento de cavidades cársticas o por movimientos de ladera.

Hipocentro o Foco

Es el punto en la profundidad de la Tierra desde donde se libera la energía en un terremoto. Cuando ocurre en la corteza de ella (hasta 70 km de profundidad) se denomina superficial. Si ocurre entre los 70 y los 300 km se denomina intermedio y si es de mayor profundidad:

Epicentro

Es el punto de la superficie de la Tierra ubicado directamente sobre el hipocentro. Generalmente es la localización de la superficie terrestre donde la intensidad del terremoto es mayor. Las características de la falla, sin embargo, pueden hacer que el punto de mayor intensidad esté alejado del epicentro.

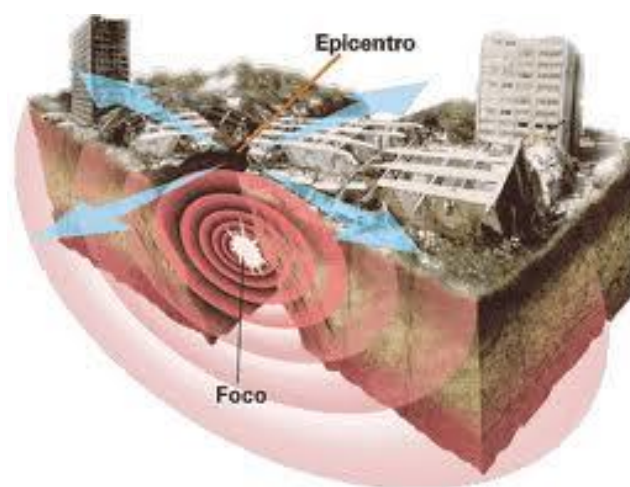


Figura 1: **Epicentro y Foco**

Fuente: www.6topoder.com

Placas Tectónicas

[Tectónica de placas](#) es una teoría que explica la estructura y la dinámica de la superficie terrestre. Establece que la [litosfera](#) (la porción superior más fría y rígida de la Tierra) está fragmentada en una serie de placas que se desplazan sobre la [asténósfera](#). Esta teoría también describe el movimiento de las placas, sus direcciones e interacciones. La [litosfera](#) terrestre está dividida en placas grandes y en placas menores o microplacas. En los [bordes](#) de las placas se concentra actividad [sísmica](#), volcánica y tectónica. Esto da lugar a formación de grandes [cadenas](#) y cuencas.

Durante la década de los años cincuenta y sesenta, los grandes avances tecnológicos permitieron cartografiar en detalle el suelo oceánico. Estos estudios pusieron en evidencia la existencia de dorsales oceánicas que se caracterizan por un intenso volcanismo y por la presencia de actividad tectónica a grandes profundidades.

La tectónica de placas permite explicar el movimiento observado en la litosfera terrestre por medio de los mecanismos de subducción y de expansión del fondo oceánico, y cuyas formas y tamaño cambian continuamente.

Tipos de placas

Las placas litosféricas son esencialmente de dos tipos, según la clase de corteza que forma la superficie. Hay dos clases de corteza: la [oceánica](#) y la [continental](#).

a) **Placas oceánicas:** Están cubiertas íntegramente por corteza oceánica, delgada, de composición básica: hierro y magnesio dominantes. Aparecen sumergidas en toda su extensión, salvo por existencia de edificios volcánicos [intraplaca](#), de los cuales los destacados por altos aparecen emergidos, o por arcos [insulares](#) (de islas) en alguno de sus bordes. Los ejemplos más notables se ubican en el Pacífico: la [del Pacífico](#), la [placa de Nazca](#), la [placa de Cocos](#) y la [Placa Filipina](#).

b) **Placas mixtas:** Son placas parcialmente cubiertas por [corteza continental](#) y así mismo en parte por [corteza oceánica](#). La mayoría de las placas es de estas características. Para que una placa sea íntegramente continental tendría que carecer de bordes de tipo divergente (dorsales) en su [contorno](#). En teoría esto es posible en fases de convergencia y de [colisión](#) de fragmentos continentales. Así pueden interpretarse algunas subplacas que constituyen los continentes. Valen como ejemplos de placas mixtas la [placa Sudamericana](#) y la [placa Euroasiática](#).

- **Microplacas:** Placa de Birmania, Placa Yangtze, Placa de Timor, Placa Cabeza de Pájaro, Placa de Panamá, Placa de Rivera, Placa de Pascua, Placa de Juan Fernández.

- **Placas antiguas:** Placa de Kula, Placa de Farallón.

Cinturón o Anillo de fuego

El Cinturón de Fuego es el resultado directo de la [tectónica de placas](#), el movimiento y la colisión de las placas de la [corteza terrestre](#). La sección oriental del Cinturón es el resultado de la subducción de la [placa de Nazca](#) y la [placa de Cocos](#) debajo de la [placa Sudamericana](#) que se desplaza hacia el oeste. La placa de Cocos se hunde debajo de la [placa del Caribe](#) en [Centroamérica](#). Una porción de la [placa del Pacífico](#), junto con la pequeña [placa Juan de Fuca](#) se hunden debajo de la [placa Norteamericana](#). A lo largo de la porción norte del cinturón, la placa del Pacífico, que se desplaza hacia el noroeste, está siendo subducida debajo del arco de las [Islas Aleutianas](#). Más hacia el oeste, la placa del Pacífico está subducida a lo largo de los arcos de la [península de Kamchatka](#) en el sur más allá de [Japón](#). La parte sur es más compleja, con una serie de pequeñas placas tectónicas en colisión con la placa del Pacífico, desde las [Islas Marianas](#), [Filipinas](#), [Bougainville](#), [Tonga](#), y [Nueva Zelanda](#). [Indonesia](#) se encuentra entre el cinturón de Fuego a lo largo de las islas adyacentes del noreste, incluyendo [Nueva Guinea](#).

- **Ondas P:** también llamadas ondas Primarias, Ondas de compresión u ondas longitudinales, son ondas que comprimen y expanden las rocas en la dirección de la propagación. Estas ondas generalmente viajan a una velocidad 1.73 veces de las ondas S y pueden viajar a través de cualquier tipo de material. Velocidades típicas son 330m/s en el aire, 1450m/s en el agua y cerca de 5000m/s en el granito.

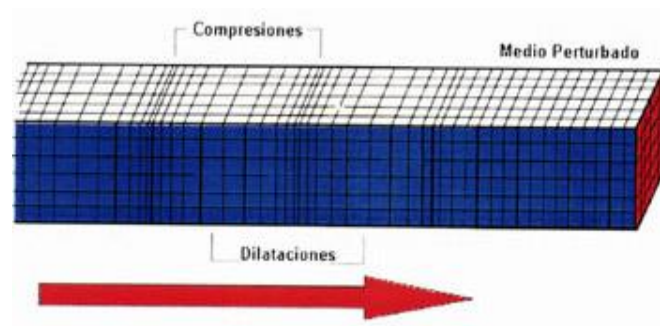


Figura 4: **Ondas P**

Fuente: www.funvisis.gob.ve

- **Ondas S:** Son ondas transversales o de corte, lo cual significa que el suelo es desplazado perpendicularmente a la dirección de propagación, alternadamente hacia un lado y hacia el otro. Las ondas S pueden viajar únicamente a través de sólidos debido a que los líquidos no pueden soportar esfuerzos de corte. Su velocidad es alrededor de 58% la de una onda P para cualquier material sólido. Usualmente la onda S tiene mayor amplitud que la P y se siente más fuerte que ésta. Por ejemplo en el núcleo externo, que es un medio líquido, no permite el paso de las ondas S.

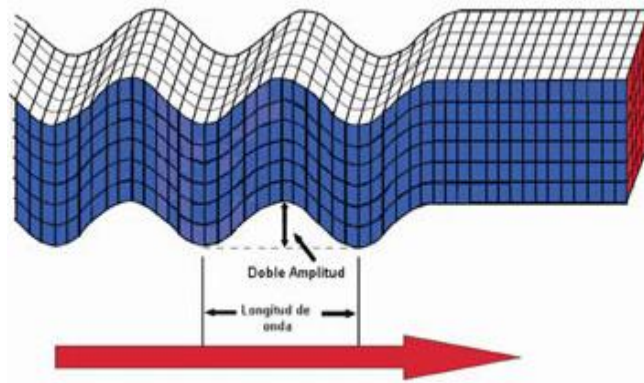


Figura 5: **Ondas S**

Fuente: www.funvisis.gob.ve

b) Ondas Superficiales: Las ondas superficiales son análogas a las ondas de agua y viajan sobre la superficie de la Tierra. Se desplazan a menor velocidad que las ondas de cuerpo. Debido a su baja frecuencia provocan resonancia en edificios con mayor facilidad que las ondas de cuerpo y son por ende las ondas sísmicas más destructivas y causan mayor daño a edificaciones y a cualquier tipo de obras civiles. Existen dos tipos de ondas superficiales:

- **Ondas Love:** son ondas superficiales que provocan cortes horizontales en la tierra. Fueron bautizadas por A.E.H. Love, un matemático británico que creó un modelo matemático de las ondas en 1911. Las ondas Love son levemente más lentas que las ondas de Rayleigh.

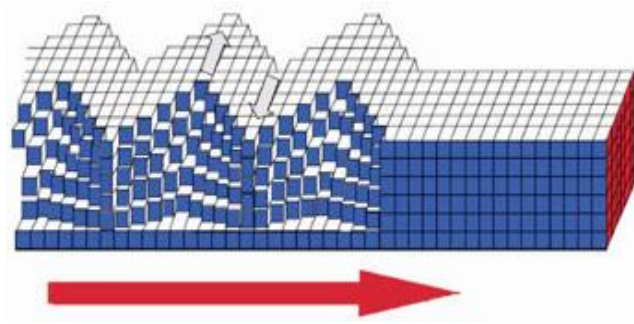


Figura 6: **Ondas Love**

Fuente: www.funvisis.gob.ve

- **Ondas Rayleigh:** Son ondas superficiales que viajan como ondulaciones similares a aquellas encontradas en la superficie del agua. La existencia de estas ondas fue predicha por John William Strutt.

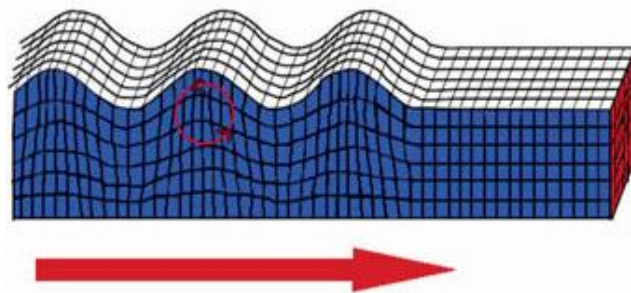


Figura 7: **Ondas Rayleigh**

Fuente: www.funvisis.gob.ve

Fallas Geológicas

Una falla constituye una discontinuidad que se forma por fractura en las [rocas](#) superficiales de la [Tierra](#) (hasta unos 200 km de profundidad) cuando las fuerzas [tectónicas](#) superan la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de un deslizamiento de las rocas tangencial a este plano.

- a) **Falla inversa:** Este tipo de fallas se genera por compresión (Fig. A). El movimiento es preferentemente horizontal y el plano de falla tiene típicamente un ángulo de 30 grados respecto a la horizontal. El bloque de techo se encuentra sobre el bloque de piso. Cuando las fallas inversas presentan un manteo inferior a 45° , estas pasan a tomar el nombre de [cabalgamiento](#).



Figura 8: **Falla Inversa**

Fuente: www.wikipedia.org

- b) **Falla normal o directa:** Este tipo de fallas se generan por tracción (Fig. B). El movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se

desliza hacia abajo se le denomina **bloque de techo**, mientras que el que se levanta se llama **bloque de piso**. Otra manera de identificar estas fallas es la siguiente. Si se considera fijo al bloque de piso (aquel que se encuentra por encima del plano de falla) da la impresión de que el bloque de techo *cae* con respecto a este. Conjuntos de fallas normales pueden dar lugar a la formación de [horsts](#) y [grábenes](#).

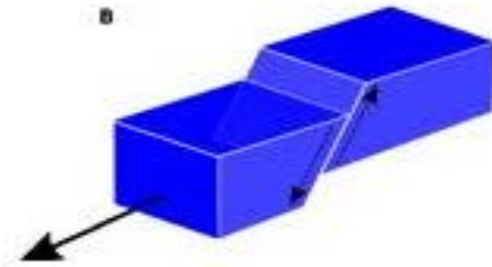


Figura 9: **Falla Normal**

Fuente: www.wikipedia.org

- c) **Falla de desgarre, o transcurrente:** En esta tipología el componente vertical del salto es despreciable y el movimiento predominante es horizontal (Fig. C). . Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: dextral y sinistral. Situándose el observador en cualquiera de los bloques y mirando hacia dónde se desplaza el otro, son dextrales aquellas donde el movimiento relativo de los bloques es hacia la derecha, mientras que en las sinistralas, ocurre al contrario.

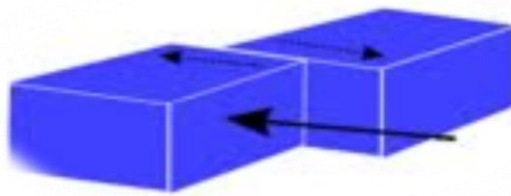


Figura 10: **Falla Transcurrente**

Fuente: www.wikipedia.org

Sistema de Fallas en Venezuela

El norte de Venezuela es parte del límite entre las placas Caribe y América del Sur. La zona de contacto de estas dos placas tectónicas ha generado un sistema de fallas principales activas del tipo rumbo-deslizante dextrales orientadas aproximadamente en dirección este-oeste a lo largo de un cinturón de aproximadamente 100 a 150 Km., definido por los sistemas montañosos de los andes venezolanos, la cordillera central y oriental, denominado sistema de fallas Oca-Ancón-Boconó-San Sebastián-El Pilar. El sistema de fallas principales esta seguido por un numero de fallas activas menores entre las que se encuentran: Valera, La Victoria, Tacagua - El Ávila y Úrica (Schubert et al., 1984; Grases et al., 1994). El oriente de Venezuela esta caracterizado por dos regímenes tectónicos: El primero está conformado por un sistema de fallas rumbo-deslizante dextral, dentro del cual se destaca la falla de El Pilar. El segundo por una zona de subducción que se extiende desde el noroeste de la región hasta el Arco de El Caribe, representado por la Antillas Menores (Schubert et al., 1984; Beltrán et. Al., 1994; Sobiesiak et al., 2002).

La Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológica (FUNVISIS) es el organismo encargado de la instalación y mantenimiento de La Red Sismológica Nacional, conformada por 35 estaciones banda ancha de tres componentes, cuya función es el registro continuo de

la actividad sismológica del país generado por el Sistema de fallas geológicas activas. La información adquirida por la nueva red está destinada al estudio de la sismicidad en Venezuela como producto de la interacción de las placas tectónicas, y los resultados que se derivan de esta investigación son un valioso aporte para la estimación del riesgo sísmico en el norte de Venezuela.

Sismicidad en Venezuela

En gran medida, la actividad sísmica del país está asociada al sistema de fallas activo predominante: Oca- Ancón-Boconó -San Sebastián-El Pilar (figura 11) generada por el continuo movimiento este-oeste de la placa Caribe con respecto a la de América del Sur. Este sistema de fallas ha sido el causante de los sismos más severos que han ocurrido en el territorio nacional, entre los que se destacan: 1812, 1900 y 1967 entre otros (Schubert et al., 1984; Grases et al., 1994).

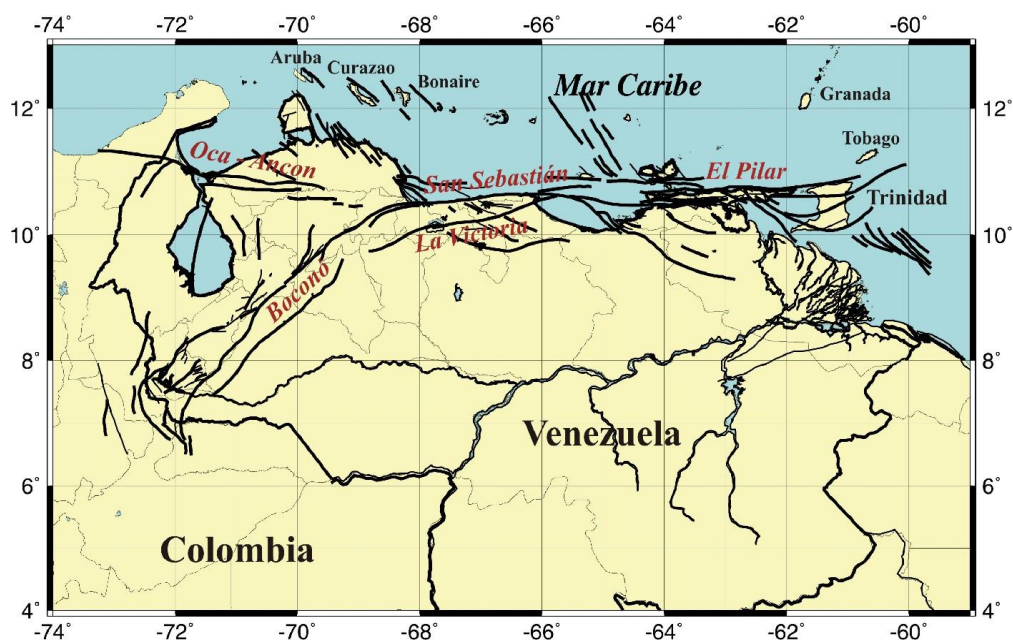


Figura 11: Mapa de fallas principales según Beltrán (1994)

Fuente: www.funvisis.gob.ve

Relación entre Magnitud e Intensidad sísmica

El tamaño de un terremoto puede determinarse en base al cálculo de la energía liberada, es decir de su magnitud y su intensidad.

La magnitud: es una medida objetiva y absoluta de la energía producida en el foco de un terremoto. Se calcula en función de la amplitud y de la frecuencia de las ondas sísmicas registradas en los sismogramas

Es un parámetro único que no depende de la distancia a la que se encuentre el observado se determina calculando el logaritmo de la amplitud máxima de ondas registradas en un sismógrafo, en este mismo orden y dirección la escala de magnitud es logarítmica, aunque existen varias escalas de magnitud, por razones prácticas la escala más utilizada es la Magnitud Local o de Richter. Hecha la observación anterior esta escala es logarítmica arbitraria denominada así en honor del sismólogo estadounidense Charles Richter (1900-1985).

La escala de magnitud crece de forma semilogarítmica, de manera que el incremento de una unidad de magnitud significa un aumento de 30 en la energía liberada por el sismo. Es

decir, un terremoto de magnitud 7 es aproximadamente 30 veces mayor que uno de magnitud 6 y 900 veces mayor que uno de magnitud 5.

Una de las contribuciones más valiosas de Charles Richter fue el descubrir que las ondas sísmicas propagadas por todos los terremotos pueden proporcionar buenas estimaciones de sus magnitudes. Él consiguió los registros de las ondas sísmicas de un gran número de terremotos, y desarrolló un sistema de calibración para medición de las magnitudes. Richter demostró que cuanto mayor era la energía intrínseca de un terremoto, mayor era la "amplitud" de movimiento del terreno en una distancia dada.

La magnitud Richter se puede calcular gráficamente utilizando un registro sismográfico, sin embargo **la intensidad** es una medida de los efectos causados por un sismo en un lugar determinado de la superficie terrestre. En ese lugar, un sismo pequeño pero muy cercano puede causar alarma y grandes daños, en cuyo caso decimos que su intensidad es grande; en cambio un sismo muy grande pero muy lejano puede apenas ser sentido ahí y su intensidad, en ese lugar, será pequeña.

Cuando se habla de la intensidad de un sismo, sin indicar dónde fue medida, ésta representa (usualmente) la correspondiente al área de mayor intensidad observada (área pleistocista).

La escala más común en América es la escala modificada de Mercalli (mm) que data de 1931. Ésta, detallada en el Apéndice, va del grado I (detectado sólo con instrumentos) hasta el grado XII (destrucción total), y corresponde a daños leves hasta el grado V. Como la intensidad varía de punto a punto, las evaluaciones en un lugar dado constituyen, generalmente, un promedio; por eso se acostumbra hablar solamente de grados enteros.

Tabla 1

Relación entre Magnitud e Intensidad

Escala de Mercalli		Magnitud Richter	
I.	Casi nadie lo siente.	2.5	No es sentido en general, pero es registrado por sismómetros.
II.	Sentido por unas cuantas personas.		
III.	Notado por muchos, pero sin la seguridad de que se trate de un temblor.	3.5	Sentido por mucha gente.
IV.	Sentido por muchos en el interior de las casas. Se siente como si un vehículo pesado golpeara la casa.		
V.	Sentido por casi todos; mucha gente despierta; los árboles y los postes de alumbrado se balancean.		
VI.	Sentido por todos; mucha gente sale corriendo de sus casas; los muebles se desplazan y daños menores se observan.	4.5	Puede causar daños menores en la localidad.
VII.	Todos salen corriendo al exterior; se observan daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños menores en edificios bien contruidos.		
VIII.	Daños ligeros en estructuras de buen diseño; otro tipo de estructuras se colapsan.	6	Sismo destructivo.
IX.	Todos los edificios resultan con daños severos; muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación; grietas notorias en el suelo.		
X.	Muchas estructuras son destruidas. El suelo resulta considerablemente fracturado.	7	Un terremoto o sismo mayor.
XI.	Casi todas las estructuras caen. Puentes destruidos. Grandes grietas en el suelo.	8.0 ó Mayor	Grandes terremotos.
XII.	Destrucción total. Las ondas sísmicas se observan en el suelo. Los objetos son derribados y lanzados al aire.		

Fuente: www.Sismologia.cicese.mx

Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad sísmica de una edificación es un conjunto de parámetros capaces de predecir el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una

estructura bajo unas condiciones probables de sismo, y se demuestre que la estructura no es apta para resistir este tipo de acciones.

Existen tres categorías de vulnerabilidad: la exposición destructiva a una amenaza; la incapacidad de reaccionar de forma adecuada cuando esta se concreta y la imposibilidad para recuperar las condiciones normales de vida. Esos tres niveles o categorías están condicionados por los siguientes factores:

- a) **El grado de exposición:** el tiempo y el modo de sometimiento de un ecosistema y sus componentes a los efectos de una actividad o energía potencialmente peligrosa, es decir, la cantidad y la duración de la energía potencialmente destructiva que recibe.
- b) **La protección:** las defensas del ecosistema y de sus elementos, que reducen o eliminan los efectos que puede causar una actividad potencialmente destructiva, y que puede ser permanente, habitual y estable u ocasional, pero que debe estar activa en el momento de la exposición a la fuerza desestabilizadora.
- c) **La reacción inmediata:** la capacidad del ecosistema y de sus elementos para reaccionar, protegerse y evitar el daño en el momento en el que se desencadena la energía potencialmente destructiva o desestabilizadora.
- d) **La recuperación básica o rehabilitación:** el restablecimiento de las condiciones esenciales de subsistencia de todos los componentes de un ecosistema, evitando su muerte o deterioro luego del evento destructivo.

- e) **La reconstrucción:** la restauración del equilibrio y de las condiciones normales de vida de un ecosistema, por su retorno a la condición anterior o, con frecuencia, a un nuevo estado más evolucionado y menos vulnerable.

Algunos factores que determinan la Vulnerabilidad Sísmica de una Estructura

1. Vulnerabilidad de sitio y tipo de proyecto

- Amplificación de intensidades sísmicas
- Posibilidad de licuefacción
- Terrenos inestables

2. Vulnerabilidad estructural por configuración arquitectónica

- Simetría
- Continuidad y Proporcionalidad
- Incumplimiento de Hipótesis de Diafragma Rígido
- Columnas cortas

3. Vulnerabilidad global de la estructura

- Piso blando
- Torsión en planta
- Incompetencia sísmica por falta de rigidez

4. Vulnerabilidad por deficientes juntas de separación sísmica e interacción entre estructuras.

5. Vulnerabilidad por falta de compatibilidad entre Arquitectura, Estructuras e Instalaciones.

6. Vulnerabilidad por mala praxis constructiva



Figura 12. Daños observados en una calle de Puerto príncipe donde se evidencia la magnitud del desastre causado por el Terremoto de Haití de 2010.

Fuente: <http://pagina13.org.br/?p=5743>

Hay situaciones en las que la población está realmente expuesta a sufrir daño si llegara a ocurrir un evento natural peligroso (sismo, huracán, inundaciones, tormentas, etc.), un ejemplo de esta situación se evidenció en Haití durante el terremoto de 2010, que causó gran devastación por lo vulnerable de sus construcciones (Ver Figura 12 y 13), sin embargo, hay otras, en donde la comunidad está rodeada de ciertas condiciones de seguridad, por lo cual puede considerarse protegida.



Figuran 13: **Daños causados en viviendas durante el Terremoto de Haití de 2010.**

Fuente: <http://radiografiamundial.com>

Factores que Inciden en el Comportamiento de una Estructura ante una Amenaza Sísmica

a) Resistencia: (La estructura debe ser capaz de soportar el sistema de cargas verticales y horizontales, estáticas y dinámicas, que actúen sobre ella)

- **Acerca de la Resistencia**

1. Proporcionar resistencia sísmica por lo menos en dos direcciones perpendiculares.

2. Incluir líneas sucesivas de resistencia (Ventaja del sistema dual Pórticos-Muros de Corte)
3. Buscar trayectorias continuas para las cargas, desde su punto de aplicación hasta su punto final de resistencia.

b) Rigidez: (Los desplazamientos horizontales deben ser pequeños). Para que la estructura sea rígida: El proyecto arquitectónico debe permitir ubicar muros de corte (de Concreto Armado o Albañilería Confinada, que limiten los desplazamientos laterales)

▪ **Acerca de la Rigidez**

1. Es importante proporcionar elementos que resistan fuerzas horizontales sin deformaciones importantes (¡Placas!)
2. Antiguamente se consideraba el criterio de diseñar estructuras flexibles sobre suelo rígido, y estructuras rígidas sobre suelo flexible (para alejar sus frecuencias de vibración). Hoy esto se considera obsoleto y se exige siempre

c) Ductilidad: (La estructura debe permitir un comportamiento inelástico en determinadas zonas, lo que significa figuración, sin perder su resistencia ni que se produzca una falla frágil)(La estructura debe tener un comportamiento elástico durante sismos leves e inelástico durante sismos severos)

Para que la estructura sea **Dúctil**: Se deben cumplirlas exigencias de la Norma de Concreto Armado, especialmente los artículos referidos al Diseño Sismo-resistente.

Esto trata principalmente del tipo de estribos, su espaciamiento, longitudes de anclaje, longitudes de traslape y detalles sobre la colocación de las armaduras dentro de las vigas

▪ **Acerca de la Ductilidad:**

1. Diseñar estructuras capaces de ingresar a una etapa plástica, sin perder su resistencia y sin llegar a la falla.
2. Prevenir la formación de rótulas plásticas en elementos que afecten menos la estabilidad de la estructura (antes en vigas que en columnas)
3. Diseñar conexiones entre elementos, de manera que se permita desarrollar la ductilidad.
4. Proporcionar adecuadas longitudes de anclaje
5. Considerar que la falla por corte es frágil y causa pérdida repentina de resistencia sin suficiente disipación de energía.

d) Deriva: Es la razón entre el desplazamiento relativo de entrepiso y la altura del mismo

Vulnerabilidad Estructural

Es la capacidad que tienen las estructuras para soportar las solicitaciones a las que se ve sometida en el momento del sismo, es decir, la forma con la cual esta responde a los desplazamientos y los esfuerzos producidos por las fuerzas inerciales durante la vida útil de la edificación. Cuando esta capacidad se ve rebasada, las consecuencias pueden ir desde daños menores hasta el colapso, tal como se muestra en la figura 14.



Figura 14: Daños en la estructura de un puente durante el Terremoto de Loma Prieta.

Fuente: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/terremotos6.htm>

a) Irregularidad en planta

- **Irregularidad torsional:** La irregularidad torsional existe cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mas de 1.2 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia.



Figura 15: Efecto de torsión en planta, causado por tanque elevado

Fuente: <http://es.scribd.com>

- **Retrocesos excesivos en las esquinas:** La configuración de una estructura se considera irregular cuando esta tiene retrocesos excesivos en sus esquinas. Un retroceso en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del retroceso, son mayores que el 15 por ciento de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del retroceso.

- **Discontinuidades en el diafragma:** Cuando el diafragma tiene discontinuidades apreciables o variaciones en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entradas, retrocesos, o huecos con áreas mayores al 50 por ciento del área bruta del diafragma o existen cambios en la rigidez efectiva del diafragma de más del 50 por ciento, entre niveles consecutivos, la estructura se considera irregular.

- **Desplazamiento de plano de acción de elementos verticales:** La estructura se considera irregular cuando existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por los efectos sísmicos tales como cuando se traslada el plano que contiene a un grupo de elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, en una dirección perpendicular a él.

- **Sistemas no paralelos:** Cuando las direcciones de acción horizontal de los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica no son paralelas o simétricas con respecto a los ejes ortogonales horizontales principales del sistema de resistencia sísmica, la estructura se considera irregular.

b) Irregularidad en altura

- **Piso flexible:** Cuando la rigidez ante las fuerzas horizontales de un piso es menor del 70 por ciento de la rigidez del piso superior o menor del 80 por ciento del promedio de la rigidez del piso superior o menor del 80 por ciento del promedio de la rigidez de los tres pisos superiores, la estructura se considera irregular.



Figura 16: **Entrepiso blando** generado por proyecto con deficiencia estructural

Fuente: <http://es.scribd.com>

- **Irregularidad en la distribución de las masas:** Cuando la masa, m_i , de cualquier piso es mayor de 1.5 veces la masa de uno de los pisos contiguos, la estructura se considera irregular. Se exceptúa el caso de cubiertas que sean más livianas que el piso de abajo.
- **Irregularidad geométrica:** Cuando la dimensión horizontal del sistema de resistencia sísmica en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, la estructura se considera irregular.



Figura 17: **Irregularidad en elevación**

Fuente: <http://es.scribd.com>

- **Desplazamientos dentro del plano de acción:** Cuando existen desplazamientos de los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, dentro de su plano de acción, mayores que la dimensión horizontal del elemento, la estructura se considera irregular.
- **Piso débil – discontinuidad en la resistencia:** Cuando la resistencia del piso es menor del 70 por ciento de la red del piso inmediatamente superior, entendiendo la resistencia del piso como la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante de piso para la dirección considerada, la estructura se considera irregular.

Clasificación de los sistemas constructivos

Los conceptos relacionados con materiales, técnicas de construcción, sistemas constructivos, y sus significados, son utilizados numerosas veces sin un adecuado fundamento que los explique y distinga adecuadamente.

Los componentes constructivos, como combinaciones de partes, pueden constituir a su vez sistemas; se refiere ese término a agrupaciones de partes que permiten obtener resultados determinados. De esta manera la edificación estaría conformada por diversos sistemas, producto de diferentes clases de componentes constructivos. Según la función e importancia que desempeñan en una edificación. Algunos de los diversos sistemas constructivos para efectos de esta investigación pueden clasificarse en:

- **Sistemas a base de grandes paneles prefabricados:** Luego de los elementos tridimensionales, que ponían en entre dicho la comodidad que caracteriza una vivienda, se introdujeron los sistemas a base de grandes paneles, constituidos por elementos cuyas dimensiones son del orden de la altura de entreplanta o superiores. En este sistema los paneles suelen ser rectangulares, por lo general una de las dimensiones es la de entrepisos y la otra del tamaño de una habitación.

El sistema a base de grande paneles se divide en paneles de muros exteriores, paneles de muros y tabiques interiores y losas de forjado. Estos paneles presentaron variaciones para ampliar su aplicabilidad, una de ellas fue el panel formado por un perímetro rectangular, conteniendo uno o varios huecos de ventana y puerta. Desde el punto de vista de su constitución los paneles grandes se dividen en panel homogéneo o de una sola capa, adecuados para la realización de viviendas de poca

altura y panel multicapa o tipo sándwich, que son los paneles formados por tres capas, dos de hormigón de idénticas características y una intermedia a base de un material de gran poder aislante termo-acústico.

El sistema de grandes paneles sufre una variación a lo largo del tiempo, surgiendo lo que se denomina sistema de paneles medianos, en este caso el panel tiene una de sus dimensiones igual a la altura de la entreplanta (caso de elementos de pared), o igual a la luz del vano (elementos de forjado). Los elementos prefabricados de grandes dimensiones, se trata de una prefabricación pesada, cerrada e integral. Pesada, por ser la combinación de grandes paneles bidimensionales, cerrada por la utilización mínima de elementos diferentes además de una rígida combinación entre ellos, e integral por ser exclusivamente de hormigón, sin posibles combinaciones con otras técnicas.



Figura 18: estructura a base de grandes paneles prefabricados

Fuente: www.arqhys.com

- **Sistemas prefabricados:** La Prefabricación se define como el intento de sistematización y coordinación entre los distintos elementos constructivos destinado a facilitar su puesta en obra, lo cual de una forma u otra siempre ha estado presente en la construcción.

La aparición masiva recibe su gran impulso debido a la gran necesidad de construir viviendas de una forma numerosa, barata y rápida, necesidades originarias en las guerras, migraciones, centros urbanos y la explosión demográfica.

Los ensayos realizados hasta la fecha han alcanzado resultados no satisfactorios o contradictorios, ya que la necesidad de crear grandes infraestructuras y la imposibilidad de que la prefabricación total tenga cabida fuera de grandes operaciones edificatorias, “pone en evidencia la imposibilidad de generalizar los sistemas e incluso la economía de los métodos”.

El desarrollo de estos elementos ha llevado a un gran avance en cuanto a la industrialización de elementos y a la incorporación de técnicas a la edificación convencional. La construcción almacenes y naves industriales se hace casi enteramente a través de la puesta en obra de este tipo de materiales.

La tendencia en otro tipo de edificaciones es creciente a la hora de incorporar elementos estandarizados y coordinados, lo cual no repercute en los aspectos de calidad y versatilidad de la edificación.



Figura 19: **Sistemas Prefabricados de Construcción.**

Fuente: <http://boletin-iccyc.com>

- **Tipo túnel:** La denominada tipo túnel, conocida como Tipo mecanizado, es el sistema estructural conformado por muros y placas macizas en concreto reforzado con mallas electrosoldadas de alta resistencia, fundidos monolíticamente en el mismo lugar en el que se hace la construcción.

Es esta importante técnica la que se ha venido utilizando con más frecuencia en los últimos años en países Latinoamericanos obteniendo excelentes resultados. Para este tipo de construcción es necesario el uso de torres grúas para el manejo de las grandes placas, que incluso pueden llegar a tener el tamaño completo de uno de los ambientes de la futura vivienda.

También es característico del sistema Tipo Túnel, que el uso de los encofrados permita la incorporación de cajas eléctricas y pasos de tubería perfectamente

ubicados, pues las instalaciones se amarran a la malla y las cajas se incrustan en los muros. En la placa se sitúan cruces prefabricadas para colocar la formaleta de inicio de muro así como las mallas de refuerzo.

La construcción con formaletas metálicas permite un buen acabado, y el ensamble monolítico de muros y losas de entrepiso le confieren un buen comportamiento frente a la acción de sismos intensos. Las fachadas se pueden construir sin limitaciones arquitectónicas y el aislamiento acústico y térmico es aceptable, similar al de otros sistemas como los de mampostería o prefabricación en grandes paneles de concreto reforzado.



Figura 20: **Sistema Constructivo Tipo Túnel**

Fuente: <http://www.civil.cicloides.com>

- **Sistemas de pórticos de concreto:** En este sistema se aprovecha al máximo la capacidad de ambos, es decir, la eficiencia de los pórticos trabajando a cortante y de las paredes de “cortante” trabajando a flexión, donde a través de las deformaciones

horizontales se produce una interacción entre ambos sistemas donde las deformaciones lineales del pórtico son restringidas por la pared en su parte superior y las deformaciones parabólicas de las paredes, son restringidas por los pórticos en su parte inferior. Su acción depende de la rigidez relativa entre ambos.



Figura 21: Estructura a base de pórticos de Concreto.

Fuente: <http://es.scribd.com>

- **Mampostería confinada:** La mampostería es un término que aplica a las partes o divisiones en una construcción, pero aplica por lo general a las paredes; estas se conforman de bloques huecos, ya sea de arcilla o concreto, y se pegan usando mezcla de mortero (o sea arena, más cemento y agua).

Cuando esta mampostería se encuentra sujeta o enmarcada utilizando elementos estructurales, por ejemplo una estructura metálica o de concreto armado, decimos que se trata de mampostería confinada.

Y ahora cuando en esos espacios huecos al interior de los bloques se añaden barras por lo general estriadas de acero, (aparte del relleno de estos espacios con mezcla de mortero), decimos que se trata de mampostería reforzada. Se cuida además que estas barras estén soldadas o ancladas



Figura 22: **Mampostería Confinada**

Fuente: <http://informedeobra02.blogspot.com>

- **Mampostería no confinada:** Se considerarán como muros no confinados ni reforzados aquéllos que, aun contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento (exterior o interior), no tengan el refuerzo necesario. Se observa la ausencia de vigas y columnas luego del sismo. Así como también la presencia de bloques trabados en las esquinas de la casa.



Figura 23: **Mampostería no Confinada**

Fuente: <http://www.nanotecnologia.cl>

- **Sistemas de pórticos de acero:** las características físicas de este material lo hacen ideal para la construcción, pues es muy resistente para lo que representa su peso, relativamente barato y se encuentra disponible en básicamente cualquier parte del mundo

El acero también es el material idóneo cuando se trata de construcción industrial o comercial a base de armaduras. Dónde una armadura es básicamente una combinación de barras unidas entre ellas logrando un conjunto de triángulos. Gracias a esta geometría, las armaduras pueden dotar de gran estabilidad sobre grandes distancias con muy poco peso.

La construcción con base de articulaciones de acero ya sea dentro de las armaduras o no, trabaja a compresión y a tensión para poder dar soporte a la

estructura, ya que cuando se trata de tensión, el acero es uno de los materiales más efectivos. Entonces, podemos decir que la articulación es el punto en donde coinciden todos los elementos de acero y al mismo tiempo se logra un equilibrio perfecto entre la compresión y tensión, siendo la suma de estos dos aceros. La falta de este equilibrio puede causar que la estructura se empiece a mover hasta que logue llegar a la falla de la misma.



Figura 24: Sistema a Base de grandes pórticos de acero

Fuente: <http://catarina.udlap.mx>

- **Sistema de construcción liviana:** Esta técnica constructiva es generalmente aplicada a viviendas de uno o pocos pisos, siendo bastante útil y de rápida construcción este sistema. La estructura respectiva está formada por perfiles conformados a partir de chapas laminadas en frío y luego galvanizadas.

Se utiliza en viviendas, centros comerciales, hospitales y en general en todo tipo de edificaciones donde se requiera construir muros, fachadas, entrepisos, cielos

rasos y bases para cubierta, conformándose una solución integral como respuesta a las nuevas tendencias constructivas

El bajo peso propio de una estructura de acero frente a otros materiales le permite tener mejores propiedades frente a las solicitaciones sísmicas. Pero en el diseño de las mismas debe considerarse especificaciones especiales para minimizar ese riesgo. En el último terremoto de Chile (2010), las estructuras industriales de acero han tenido un comportamiento superior a otras soluciones constructivas. En el caso de las construcciones livianas tampoco sufrieron daños, dado su muy bajo peso y relativa alta resistencia.



Figura 25: **Sistema Constructivo de tipo liviano**

Fuente: <http://commons.wikimedia.org>

Riesgo Sísmico

Se llama riesgo sísmico a una medida que combine la peligrosidad sísmica, con la vulnerabilidad y la posibilidad de que se produzcan en ella daños por movimientos sísmicos en un período determinado. la cual está íntimamente vinculado al grado de exposición, su predisposición a ser afectado por el evento sísmico.

Curvas de Fragilidad

La curva de fragilidad o sísmica es una función que relaciona la intensidad sísmica con el daño o pérdida esperada en un elemento expuesto específico. 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. Generalmente para estos últimos, el comportamiento de la estructura es altamente no lineal, e implica un grado de complejidad más elevado.

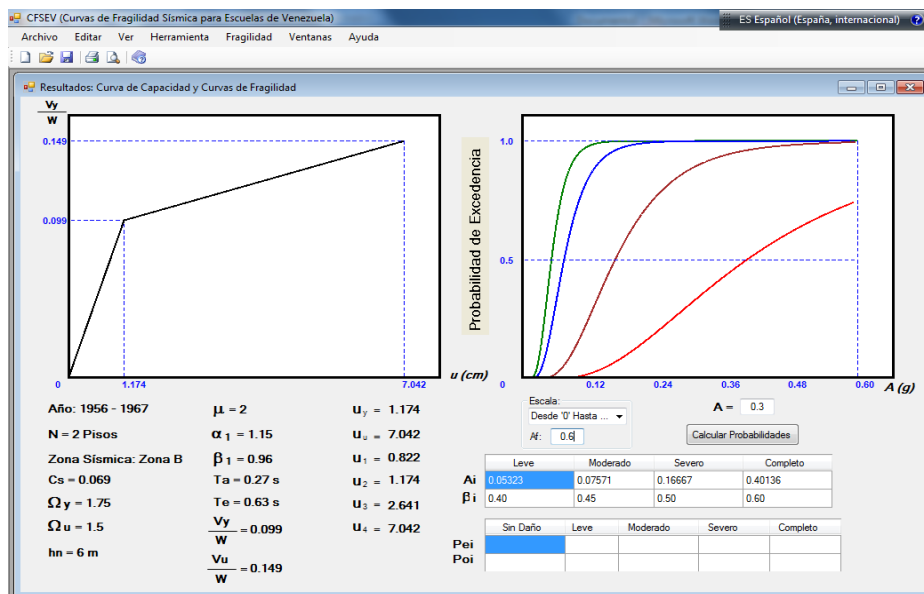


Figura 26: Ejemplo de Curvas de fragilidad obtenidas para una edificación a través de la aplicación CFSEV.

Fuente: Coronel G. y López O.

Daños y Perdidas de los últimos Terremotos

▪ Serie Sísmica de Lorca de 11/05/2011:

La serie sísmica se inició con un terremoto premonitorio de magnitud Mw 4.5 al NE. Lorca a las 17:05:13 (hora local). Este terremoto se ha catalogada de intensidad sísmica VI en la escala EMS (Ligeramente dañino: Sentido por la mayoría en los interiores y por muchos en el exterior. En los edificios las personas se asustan y escapan. Los objetos pequeños caen. Daño ligero en los edificios corrientes, por ejemplo, aparecen grietas en el enlucido y caen trozos). Posteriormente se han registrado 4 terremotos de magnitud comprendida entre 1.5 y 2.3 y a las 18:47:25 (hora local) ha ocurrido el terremoto principal de magnitud Mw 5.1. Este terremoto ha sido sentido ampliamente y su intensidad está comprendida entre VI y VII. La intensidad VII en la escala EMS considera

al terremoto como Dañino (La mayoría de las personas se asustan y escapan al exterior. Los muebles se desplazan y los objetos caen de las estanterías en cantidad. Muchos edificios corrientes sufren daños moderados: pequeñas grietas en las paredes, derrumbe parcial de chimeneas). Datos preliminares: Instituto Geográfico nacional. Estimo al menos 7 muertos y numerosos heridos.

- **2011 Tohoku Earthquake:**

11 de Marzo de 2011 a las 14:46 (hora de Japón) Magnitud Mw = 9.0. Terremoto interplaca (placa del Pacífico - Placa de Norte América). Generó un tsunami con alturas de 7 m en Soma y 4.2 m en Orai aproximadamente.

- **Edificios Destruídos:**

Más de 73000 debidas al terremoto y al tsunami (estimaciones)
Muertos: Más de 11000 debidos al terremoto y al tsunami (estimaciones)
Costes Económicos: Podrían llegar hasta los 235000 millones de dólares según las estimaciones del Banco Mundial.

- **Terremoto de Christchurch 2011.**

El costo del terremoto en Christchurch, Nueva Zelandia, fue calculado en 11.500 millones de dólares neozelandeses (US\$ **8.600 millones**) por AIR Worldwide, una empresa que evalúa los daños financieros para los aseguradores luego de una catástrofe y que tiene sedes en EEUU, Asia y Europa.

"AIR Worldwide estima que las pérdidas para el sector de los seguros (debidos a esta catástrofe) estarán entre 5.000 y 11.500 millones de dólares neozelandeses (entre 2.730 y 6.300 millones de euros)", indicó esta empresa en un comunicado.

Agregó que el Ministerio de Hacienda de Nueva Zelandia garantizó en las últimas horas que hay fondos para cubrir las necesidades inmediatas dado los daños en la infraestructura de la ciudad, especialmente en **puentes, caminos y Línea férrea**. El último balance del terremoto se mantiene en al menos 75 fallecidos y 300 desaparecidos.

Estados de Daños

Para estudiar el efecto de los sismos se usa un factor de daño que representa la relación entre el costo de reparación y el costo de reposición (reemplazo total) del edificio. En esta investigación se utilizaran los estados de daño establecidos por Coronel Gustavo en el trabajo “*Evaluación de niveles de riesgo sísmico en escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad*”, en el cual se establecieron cinco estados de daños denominados: A (sin daño estructural), B (daño leve), C (daño moderado), D (daño severo) Y E (daño completo). La descripción de cada uno de estos estados de daño se describen con su correspondiente índice de pérdida en el capítulo 3.

Índice de pérdida

El índice de pérdida (I_p) representa la pérdida media esperada y adopta valores comprendidos entre 0 por ciento y 100 por ciento. El índice (I_p) permite una descripción cualitativa y cuantitativa de las pérdidas para efectos de comparar edificios y tomar decisiones hacia la prevención y reducción de los riesgos sísmicos. Este valor permite representar un resultado discreto de cada edificación, denominado daño ponderado y facilita la interpretación de resultados a través de mapas y gráficos.

Estimación de Pérdidas Probables

Otra perspectiva de los cálculos de confiabilidad estructural, y que permite también comparar los riesgos corridos por las distintas edificaciones en las diversas comarcas, es la de estimar las pérdidas globales esperadas ante los distintos niveles de movimiento del terreno. Su aplicación más importante es la de estimar los efectos social-económicos de cada escenario sísmico, para tomar previsiones de políticas públicas de atención a la eventual emergencia.

Para estimar la pérdida global probable a que un edificio está expuesto dado cierto sismo, se toman en cuenta las distintas posibilidades de daño, total, severo y moderado, asignando fracciones de pérdida a cada uno de éstos, es de hacer notar que estos límites se

establecen una vez obtenida la matriz de daño a través de las curvas de fragilidad. Al daño total se asigna 100% de pérdida, disminuyendo este porcentaje hasta llegar a cero para estructuras sin daño. Luego se le asigna el promedio del costo de acuerdo al porcentaje de daño y se estiman los daños totales probables, siendo que el cálculo de pérdidas probables representa una evaluación integrada de los daños, para escenarios sísmicos determinados.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

En este Capítulo se presenta la Metodología utilizada en el desarrollo de los objetivos planteados para la realización de este trabajo especial de grado, mediante técnicas y procedimientos. En función del problema de esta investigación se seleccionaron distintos métodos y técnicas que sustentaron el tipo de utilizada, la modalidad de estudio, su población y su muestra, y los instrumentos de recolección de datos que permitieron suministrar la información necesaria.

Tipo de Investigación

Este trabajo identifica y describe características del escenario en estudio, establece comportamientos concretos de factores del escenario que pueden amplificar o modificar el efecto de algún evento o fenómeno de carácter natural generado en el entorno, y descubre y comprueba asociación entre variables para determinar el riesgo, por lo que este estudio puede catalogarse como de Tipo Descriptivo.

Investigación Descriptiva

En una investigación descriptiva su objetivo es determinar la situación de las variables involucradas en el estudio en un momento dado con relación a su presencia o ausencia, la frecuencia con que se presenta un fenómeno (incidencia o prevalencia), características de las personas, lugar y periodo donde ocurre. El investigador se limita a la investigación de los hechos tal como ocurren con el objetivo de describirlos, no busca explicar ni analizar las causas de esos hechos sino presentarlos. De esta manera las investigaciones descriptivas brindan las bases cognoscitivas para otros estudios descriptivos o explicativos, pues se generan hipótesis susceptibles de comprobación.

Esta investigación permitirá obtener información y datos relacionados con las variables involucradas en el estudio, para luego establecer relaciones de asociaciones entre ellas, a través de estas se explicarán en forma los procedimientos necesarios para determinar los Niveles de Riesgos Sísmico que pueden sufrir las edificaciones hasta 4 pisos de altura, utilizando como herramienta principal las Curvas de Fragilidad, la cual son generada por el software (CFSEV) utilizando como base las diferentes Normas de Venezuela de acuerdo al año de construcción para cada edificación en el Municipio San Diego Edo Carabobo.

Diseño de la Investigación

Es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado, en atención al diseño de la investigación según Arias (2006), debe su carácter a lo que se define como investigación de Campo, siendo “ aquella que consiste en la recolección de datos directamente a los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos

(datos primarios) sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes”.

Bajo el mismo orden de ideas se podría definir diciendo que es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social. (Investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Población y Muestra

Según Hernández Sampieri y otros (2000) define lo siguiente: “La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, podemos decir que la población es la totalidad del fenómeno a estudiar, en donde las unidades de población poseen una característica común” (p. 54).

En esta investigación se toma como Población el conjunto de edificaciones existentes dentro de los límites de estudio del Municipio San Diego, del estado Carabobo, orientado al lado sur-este comprendido entre la urbanización valle de oro y la zona industrial castillito, incluyendo zonas residenciales, comerciales e industriales, así como edificaciones de tipo esencial tales como educacionales, gubernamentales y hospitalarias .

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población. En consecuencia Aranguren, S. (1997) define la muestra como “aquellos métodos para seleccionar las unidades de investigación que son utilizados al azar de manera que todos objetos o sujetos que tienen la posibilidad de ser seleccionados como elemento representativo de la población de donde provienen” (p.49)

En ese mismo orden de ideas Arkin y Colton. (1995) establecen que la muestra es: Una porción representativa de la población, que permite generalizar los resultados de una investigación. Es la conformación de unidades dentro de un subconjunto que tiene por finalidad integrar las observaciones (sujetos, objetos, situaciones, instituciones u organización o fenómenos), como parte de una población. Su propósito básico es extraer información que resulta imposible estudiar en la población, porque esta incluye la totalidad.

De esta manera se puede indicar que la muestra para esta investigación comprende las edificaciones hasta cuatro (4) niveles de altura, totalizando 5100 edificaciones, las cuales estén construidas con las Normas Venezolanas desde MOP 1967 hasta la COVENIN 1756-01:2001.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Una vez establecido el diseño de la investigación, fue necesario definir las técnicas de recolección de datos, que fueron constituidas mediante los instrumentos que permitieron obtenerlos de la realidad. Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información. La recolección de datos se refiere al proceso de obtención de información empírica que permita la medición de las variables en las unidades de análisis, a fin de obtener los datos necesarios para el estudio del problema o aspectos de la realidad social motivo de investigación.

Según Hernández, Fernández y Baptista (1998), “la observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas”. En relación a la observación, Méndez (1995) señala que ésta se hace “a través de formularios, los cuales

tienen aplicación a aquellos problemas que se pueden investigar por métodos de observación, análisis de fuentes documentales y demás sistemas de conocimiento”.

Bajo el mismo orden de ideas Según Hurtado (2000), la observación es la primera forma de contacto o de relación con los objetos que van a ser estudiados. Constituye un proceso de atención, recopilación y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos (vista), para estar pendiente de los sucesos y analizar los eventos ocurrientes en una visión global, en todo un contexto natural.

La técnica utilizada para este trabajo de grado consistió en la observación y se llevo a cabo visitando los distintos barrios y urbanizaciones que conforman el área en estudio. El instrumento de recolección de información lo constituyen planillas desarrolladas por el IMME y FUNVISIS, donde se recogió información requerida de la muestra en estudio para elaborar las Curvas de Fragilidad. Además se utilizaron como instrumento mapas de la zona, e información de estudios realizados por los organismos competentes en la materia, así como información recabada directamente de la población.

Mediante la observación indirecta se recaudaron datos importantes como lo son los estudios de suelo, año de construcción de la edificación, ubicación de la misma, y todos los demás datos necesarios para poder consumir con dicho proceso de evaluación. Por último se conocerá mas a fondo las características de la edificación lo cual se realizo mediante un proceso de inspección visual y haciendo uso conjuntamente con la planilla desarrollada por FUNVISIS en la cual se tomaron datos necesarios como: ubicación de la edificación, uso de la edificación, año de construcción, tipo estructural de construcción, esquema de planta, esquema de elevación, irregularidades, y por último grado de deterioro entre otras.

Análisis y Procesamiento de Datos

Para analizar los datos correspondientes a las características estructurales de las edificaciones, se realizaron las inspecciones y se llenaron las planillas resumen para luego clasificar las diferentes tipologías existentes, a través de tabulación, análisis y la interpretación de los datos recopilados. En lo que respecta al procesamiento para la construcción de las curvas de fragilidad y matrices de daños, se utilizó la aplicación (Software) desarrollada en el IMME UCV, por los profesores Gustavo Coronel y Oscar López.

Procedimiento de la Investigación

La ejecución de este Trabajo de Grado se llevó a cabo en siete fases investigativas que están relacionadas con los objetivos específicos del estudio, las cuales se explican de una manera breve a continuación:

FASE I DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la realización de esta fase fue necesario recaudar información cartográfica en la alcaldía del municipio, con el fin de establecer los límites del área en estudio, para proceder luego a dividirla en sectores con edificaciones de características de uso similares.



Figura 27: Mapa de ubicación del Municipio San Diego.

Fuente: Alcaldía de San Diego

FASE II INVENTARIO DE EDIFICACIONES:

Luego de establecidos los sectores de estudio, se desarrollo un inventario de las edificaciones entre 1 y 4 niveles, utilizando para ello el Plano correspondiente al Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) del municipio.

FASE III CLASIFICACIÓN DE LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

En esta fase se procedió a agrupar las edificaciones de acuerdo al sistema constructivo, cabe destacar que se estudiaron edificaciones de concreto y acero de sistemas estructurales aporticados, sistemas de pórticos resistentes a momentos como son los sistemas conformados de marcos rígidos (vigas y columnas) capaces de resistir los momentos a flexión causados por las cargas laterales así como las fuerzas gravitacionales, y sistemas tipo túnel. En base a esto se establecieron 35 tipologías.

FASE IV RECOLECCIÓN DE DATOS

El paso contiguo para la realización del trabajo especial de grado fue el uso de la planilla de inspección visual la cual se utilizo para clasificar y estudiar las edificaciones según su tipología constructiva y características esenciales como se describen a continuación.

Parámetros Importantes para la Evaluación de las Edificaciones en la Zona de Estudio.

- 1. Datos Generales:** este parámetro se basa en dar a conocer la fecha en que se hizo la inspección de la edificación, y la hora tanto de comienzo como de finalización de la misma.
- 2. Datos de los Participantes:** aquí se da a conocer los datos personales de los participantes que realizan la inspección, como el nombre y apellido, correo electrónico, teléfono y por ultimo la función que ejerce cada uno de ellos al momento de realizar la inspección, que pudiera ser inspector, revisor o supervisor.

3. Datos del Entrevistado: este punto básicamente es para explicar la relación existente entre el entrevistado y la edificación, además de sus datos personales como por ejemplo: nombre y apellido, teléfono y correo electrónico.

4. Identificación y Ubicación de la Edificación: indica muchas de las características fundamentales acerca de la edificación como:

- **Número o Nombre de la Edificación:** básicamente describe el nombre o número de la edificación para una fácil localización en el mapa de estudio.
- **Número de Sótanos:** cantidad de niveles existentes por debajo de la cota terreno de la estructura. Usualmente son vistos en centros comerciales como estacionamiento vehicular.
- **Número de Pisos:** indica uno de los parámetros más importantes de la edificación para la elaboración de las curvas de fragilidad de la misma. Cabe destacar que solo se estudiaron edificios de hasta 4 pisos de altura. Incluyendo planta baja como un primer nivel
- **Estado, Ciudad, Municipio:** se refleja la ubicación mas precisa de la edificación en estudio, todas las inspecciones de las edificaciones estudiadas se realizaron en el estado de Carabobo, ciudad valencia y municipio san diego.
- **Parroquia, Urbanización, Sector, Barrio:**

5. **Uso de la Edificación:** se indica el uso de la edificación para las cuales se señalan varias opciones a escoger como son: vivienda unifamiliar, vivienda multifamiliar, medico asistencial, educativo, deportivo-recreativo, industrial, comercial cultural entre otros. Se acota que si por ejemplo que la edificación tenga un uso residencial y a parte sea también de uso comercial, en este caso se marcan las dos opciones en la planilla. A continuación se hace un detallado mas especifico de los usos que pudieran ser subconjuntos de los antes ya mencionados:

- **Gubernamental:** se incluyen edificios municipales, estatales, y locales.
- **Medico Asistencial:** todas las edificaciones con fines principalmente la atención a la población en materia de salud, o en su defecto que se utilicen mas que todo en caso de una catástrofe. En este grupo se puede incluir las estaciones de bomberos, policías, protección civil, entre otros
- **Industrial:** se refiere a las instalaciones donde se desarrollan actividades productivas como por ejemplo: fábricas, galpones, depósitos, almacenes, plantas industriales, entre otros.
- **Comerciales:** constituidas generalmente por uno o mas edificios cuya finalidad principalmente es exhibición y venta de mercancía, como entidades financieras, centros comerciales, restaurantes, moteles, concesionarios de vehículos, entre otros.
- **Educativo:** todas las instalaciones que prestan servicio de aprendizaje y formación personal a toda la población, desde las escuelas hasta las universidades.

- **Residencial:** se refiere a todos aquellos edificios cuya ocupación es residencial como: town-houses, residencias unifamiliares, multifamiliares, hoteles, residencias para personas mayores y discapacitadas, entre otras.
 - **Deportivo – Recreativo:** incluye edificaciones con finalidad de entretenimiento para la población, como canchas deportivas, gimnasios, complejos deportivos, etc.
6. **Capacidad de Ocupación:** se indica el número de habitantes que residen en el edificio y también se describe la duración en tiempo como puede ser mañana, tarde, noche o todo el día, en la cual el o los habitantes residen en ella.
7. **Año de Construcción:** parámetro fundamental para el vaciado y realización de las curvas de fragilidad (CFSEV). En la planilla de especifican intervalos de años en la que fue construida la edificación como se muestran a continuación:
- Antes de 1939
 - Entre 1940 y 1947
 - Entre 1948 y 1955
 - Entre 1956 y 1967
 - Entre 1968 y 1982
 - Entre 1983 y 1998
 - Entre 1999 y 2001

- Después del 2001

8. Condición del Terreno: indica las condiciones del terreno y sus características topográficas, si presenta una condición de planicie, ladera, base o cima. Así como también refleja si hay existencia o no de drenajes en la misma. Generalmente todas las edificaciones estudiadas presentaron una condición del terreno en planicie.

9. Tipo Estructural: parámetro donde se describe minuciosamente la tipología constructiva con la que fue diseñada la estructura. Es necesario tener una tipología en edificaciones industriales, comerciales, residenciales, entre otras, ya en vista de que cada tipología viene íntimamente ligada con sus características globales de la misma.

Las características de cada edificación vienen dadas por el año de la estructura, tipo de estructura, y número de pisos. A continuación se mencionan las siguientes tipologías constructivas:

- Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto
- Muros de concreto armados
- Pórticos de acero
- Pórticos de acero con perfiles tubulares
- Pórticos de acero con cerchas

- Sistemas prefabricados a base de grandes paneles de o de pórticos
- Sistemas tipo túnel

10. Esquema de Planta: se refleja o indica la forma que presenta el edificio en planta, donde dichas opciones se mencionan a continuación:

- Forma rectangular
- Forma H
- Forma T
- Forma U
- Forma L
- Forma O

Se destaca que la forma de planta mas predominante en las edificaciones fue la forma rectangular.

11. Esquema de Elevación: en este reglón se estudia la forma del edificio a medida que aumenta su altura, clasificadas en:

- Forma pirámide invertida
- Forma piramidal
- Forma T, U, L

- Forma cuadrada: donde la relación entre las dimensiones de su base y altura es muy parecida.
- Forma esbeltez vertical: cuando las dimensiones de la altura son muy grandes con respecto a las dimensiones del ancho del mismo.

12. Irregularidades: Estas son algunas tipos de irregularidades de tipo constructivo que pueden estar presentes en las estructuras a estudiar:

- Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones
- Presencia de al menos un entrepiso débil o blando
- Presencia de columnas cortas
- Discontinuidad de ejes en las columnas
- Aberturas significativas en losas
- Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta
- Separación entre edificios
- Adosamiento: losa contra losa
- Adosamiento: Losa contra columna

13. Grado de Deterioro: Estado de deterioro o falta de mantenimiento de las estructuras. Este se evaluará mediante los siguientes parámetros:

- Estado de Concreto. Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo.
- Estado de Acero corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo.
- Agrietamiento en paredes de relleno.
- Estado general de mantenimiento.

14. Observaciones: Se tomara en cuenta cualquier tipo de detalles de las edificaciones visibles o relevantes que puedan afectar a las estructuras.

15. Croquis de Situación, Ubicación y Planta: Estos croquis serán realizados a mano para tener un mejor detalle de la estructura. Niveles, fachada, irregularidad en planta y Ubicación de la misma.

Todos estos datos se agrupan y se ordenan en una planilla como la que se muestra:

Tabla 2

Planilla de Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico Informe Técnico de FUNVISIS

PLANILLA DE INSPECCION PARA EDIFICACIONES									
(Características Sismorresistentes)									
1. Datos generales (rellenar)									
1.1 Fecha	1.2 Hora de Ini		1.3 Hora Cul						
2. Datos de los participantes (rellenar)									
Función	Nombre y apellido		teléfono		Correo Electrónico				
2.1 Inspector									
2.2 Inspector									
2.3 Inspector									
3. Datos del entrevistado (rellenar)									
3.1 Relación con la Edif	3.2 Nombre y apellido		3.3 Teléfono		3.4 Correo Electrónico				
4. Identificación y Ubicación de la edificación (rellenar)									
4.1 Nombre o N			4.2 N de Pisos		4.3 N de Semi Sótanos				
4.4 N de Sótanos			4.5 Estado		4.6 Ciudad				
4.7 Municipio			4.8 Parroquia		4.9 Urb. Sector. Barrio				
4.10 Calle, Vereda, otro									
5. Uso de la edificación (marcar con una x, múltiple opciones)									
☐ Gubernamental	☐ Militar	☐ Medico Asistencial		☐ Industrial	☐ Otro (Especifique)				
☐ Bomberos	☐ Vivienda Popular	☐ Educativo		☐ Comercial					
☐ Protección Civil	☐ Vivienda Unifamiliar	☐ Deportivo-Recreativo		☐ Oficina					
☐ Policial	☐ Vivienda Multifamiliar	☐ Cultural		☐ Religioso					
6. Capacidad de Ocupación (rellenar y marcar con una x una opción)									
6.1 Numero de personas que ocupan el inmueble									
6.2 Ocupación durante ☐ Mañana ☐ Tarde ☐ Noche									
7. Ano de Construcción (rellenar y marcar con una x una opción)									
Ano	☐ Antes de 1939	☐ Entre 1940 y 1947		☐ Entre 1948 y 1955		☐ Entre 1956 y 1967			
	☐ Entre 1968 y 1982	☐ Entre 1983 y 1998		☐ Entre 1999 y 2001		☐ Después de 2001			
8. condición del terreno (marcar con una x una opción por pregunta)									
8.1 Edificación en:		☐ Planicie	8.2 Pendiente del terreno		☐ 20 - 45°		☐ Mayor de 45°		
		☐ Ladera	8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera		☐ SI		☐ NO		
8.6 Drenajes		☐ Base	8.4 Pendiente del talud		☐ 20 - 45°		☐ Mayor de 45°		
☐ SI	☐ NO	☐ Cima	8.5 Separación al talud		☐ Menor a H del Talud		☐ Mayor al H del Talud		
9. Tipo Estructural (marcar con una x múltiples opciones)									
☐ Pórticos de concreto armado					☐ Pórticos de acero diagonalizados				
☐ Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto					☐ Pórticos de acero con cerchas				
☐ Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales					☐ Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos				
☐ Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel					☐ Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada				
☐ Pórticos de acero					☐ Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada				
☐ Pórticos de acero con perfiles tubulares									
10. Esquema de planta (marcar con una x)					11. Esquema de elevación (marcar con una x)				
☐ H	☐ L	☐ Esbeltez Horizontal		☐ T	☐ U	☐ Esbeltez Vertical			
☐ T	☐ O			☐ Pirámide invertida	☐ L				
☐ U	☐ Ninguno			☐ Piramidal	☐ Ninguno				

Fuente: Lopez. O; Coronel G; Informe de FUNVISIS FUN- 019.2011

Tabla cont.

12. Irregularidades (marcar con una x múltiples opciones)			
☐ 12.1 Ausencia de vigas altas en una o en dos direcciones	☐ 12.6 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta		
☐ 12.2 Presencia de al menos un entrepiso débil o blando	12.7 Separación entre edificios (cm) _____		
☐ 12.3 Presencia de columnas cortas	☐ 12.8 Adosamiento: Losa contra losa		
☐ 12.4 Discontinuidad de ejes de columnas	☐ 12.9 Adosamiento: Losa contra columna		
☐ 12.5 Aberturas significativas en losas			
13. Grado de deterioro (marcar con una x una opción por pregunta)			
13.1 Est de Concreto. Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo.	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo		
13.2 Est de Acero Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo		
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo		
13.4 Estado general de mantenimiento	☐ Ninguno ☐ Regular ☐ Bajo		
14. Observaciones			
15. Croquis de planta			
Croquis de planta			
16. Croquis de fachadas			

Fuente: Lopez. O; Coronel G; Informe de FUNVISIS FUN- 019.2011

FASE V CONSTRUCCIÓN DE CURVAS DE FRAGILIDAD SÍSMICA

La caracterización de la vulnerabilidad sísmica del edificio mediante curvas de fragilidad se basa en la información básica de cada estructura, suponiendo que los edificios fueron diseñados acorde con la normativa correspondiente a su época (López et al., 2010). Bajo esta hipótesis se construyen curvas de capacidad bilineal para cada edificio a partir de:

1) La estimación de la capacidad resistente a nivel de cedencia (V_y) dividida entre el peso (W) del edificio, a partir de los coeficiente sísmicos (C_s) establecido por las seis normas venezolanas de los años 1939, 1947, 1955, 1967, 1982 y 1998 o 2001, llevados a nivel de cedencia e incorporando un factor de sobrerresistencia (Ω_y):

2) La determinación del desplazamiento cedente (u_y) suponiendo que la respuesta dinámica de la estructura está contenida en el modo fundamental (T_e):

3) La determinación del desplazamiento último (u_u) asignando un factor de ductilidad última (μ_u) a cada norma:

$$u_u = \mu_u u_y \quad (3)$$

Se implementan cuatro estados de daños denominados: 1) Ligero; 2) Moderado; 3) Severo y 4) Completo. Cada estado de daño queda representado en la curva de capacidad en Función del desplazamiento cedente y del último a partir de los siguientes límites (Barbat et al., 2008):

$$u_1 = 0,70 u_y$$

$$u_2 = u_y$$

$$u_3 = u_y + 0,25(u_u - u_y) \quad (4 \text{ a, b, c, d})$$

$$u_4 = u_u$$

Las curvas de fragilidad permiten representar en términos probabilísticos la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y proporcionan la probabilidad de que la respuesta de una estructura alcance o exceda determinado límite asociado al daño, como función de un parámetro indicador de la intensidad sísmica. A partir de la curva de capacidad de cada edificio se estima la curva de fragilidad para el límite de cada estado de daño.

Después de la toma de datos realizada en campo a las estructuras, se procederá a vaciar la información al programa (CFSEV). Para así generar las curvas de fragilidad y la obtención del índice de pérdida de cada tipología estructural, utilizando para ello la siguiente información

- 1. Información Básica del Edificio:** Norma Constructiva que va depende directamente del año de construcción de las estructuras, estas variaran desde el año 1967 hasta la actualidad. Números de pisos de las edificaciones teniendo como limitante hasta cuatro niveles por especificaciones de SOFTWARE tomando como referencia planta baja como primer nivel.(Véase Figura)

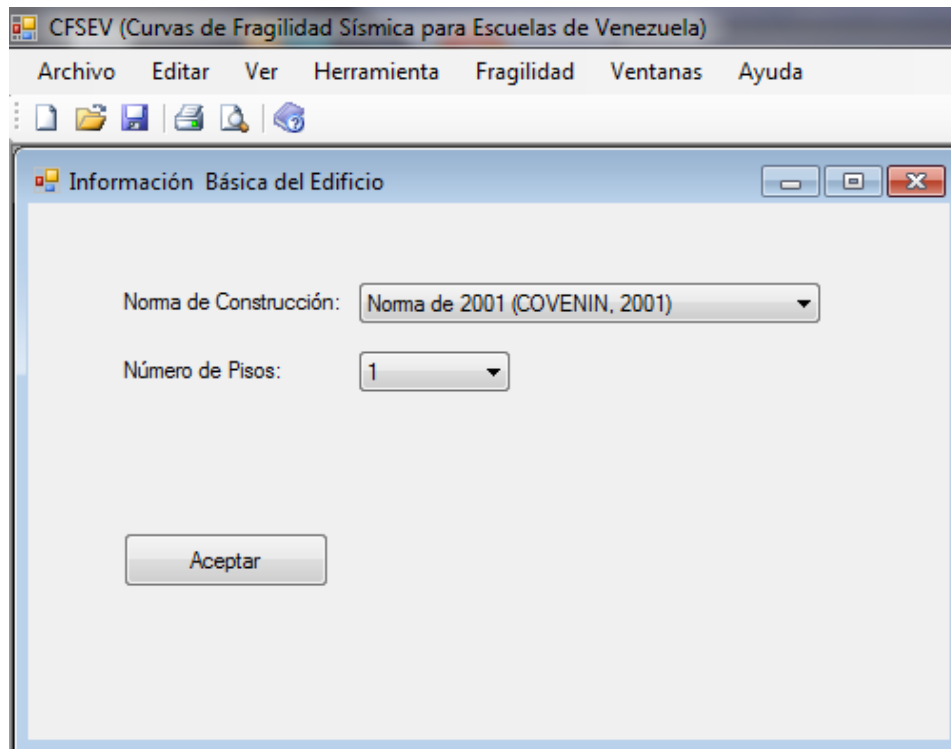


Figura 28: **Información Básica del edificio**

Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

2. **Parámetros de Diseño:** ya teniendo como referencia la Norma de 2001 directamente el programa nos genera distintos parámetros como Zona sísmica, factor de importancia (α), tipo de suelo, factor de reducción de respuesta(R) y el Factor de corrección del coeficiente de aceleración horizontal (ϕ).

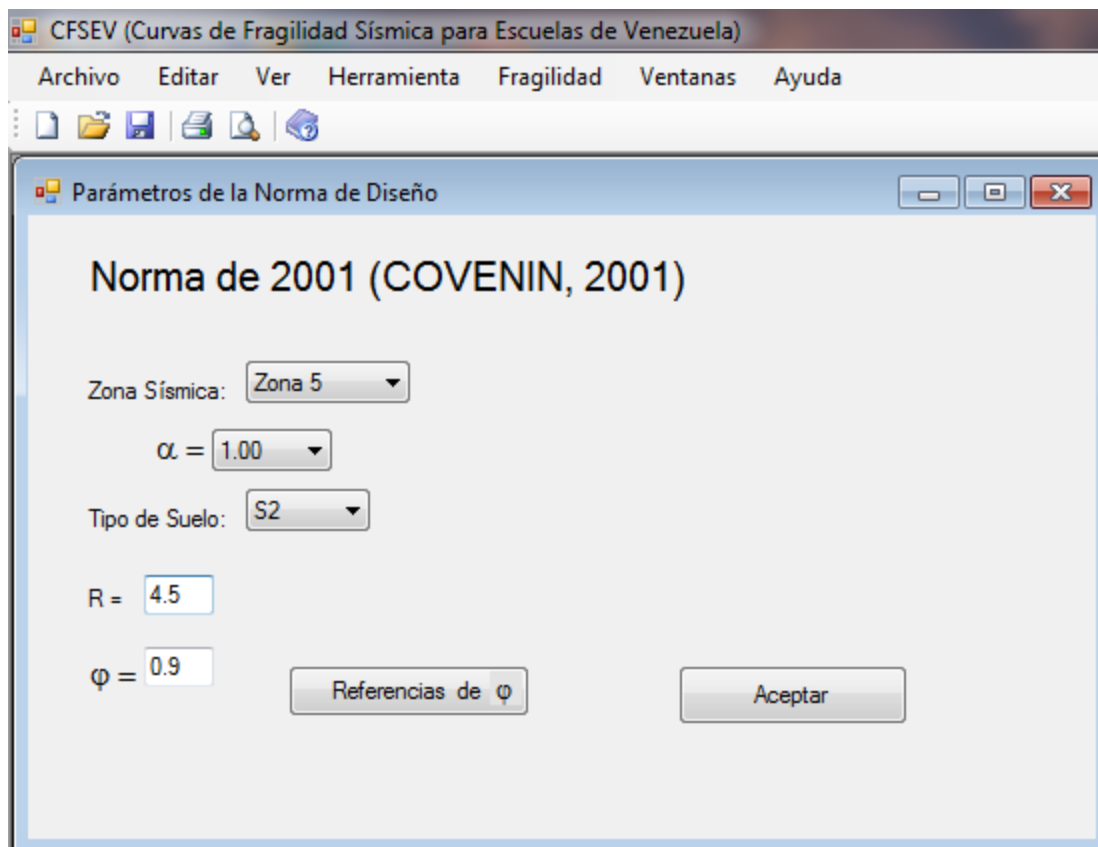


Figura 29: **Parámetros de la Norma de Diseño**

Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

- **Zona Sísmica:** Va depender directamente del estado donde se vaya a realizar el estudio, como del año en que fue construida la edificación, ya que cada Norma Constructiva tiene su distribución de zonas sísmicas. En la Norma COVENIN 1756-01-2001 más específicamente el cap. 4. tabla 4.2 se puede apreciar la distribución de las zonas de todo el país.
- **Factor de Importancia (α):** Para determinar del Factor de importancia (α) es necesario conocer el grupo al cual pertenece, tal como se especifica en el capítulo 6, específicamente en la tabla 6.1 de la Norma 1756 (COVENIN 2001).

- **Tipo de Suelo:** Depende del perfil geotécnico del terreno, a su vez se indica que tipo de Vsp y la profundidad H a la que fue ensayada dicha muestra, seguidamente de acuerdo a la zona sísmica elegida, se podrá conocer qué forma espectral y que factor de corrección (ϕ) le corresponde a cada edificación. Como se aprecia en la figura()

Material	Vsp (m/s)	H (m)	Zonas Sísmicas 1 a 4		Zonas Sísmicas 5 a 7	
			Forma Espectral	ϕ	Forma Espectral	ϕ
Roca sana/fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos firmes/medio densos	170-250	≤50	S3	0.70	S2	0.95
		>50	S3 ^(a)	0.70	S3	0.75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤15	S3	0.70	S2	0.90
		>15	S3 ^(a)	0.70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos más rígidos	-	H ₁	S3 ^(c)	0.65	S2	0.70

Figura 30: Forma Espectral y Factores de Corrección

Fuente: Norma COVENIN 1756-1:2001

- **Factor de Reducción de Respuesta:** Este factor va a depender directamente de los niveles de diseño y del tipo de estructura tal como lo expresa la tabla 6.4 de la Norma COVENIN 1756-01-2001.

3. **Parámetros de Capacidad:** estos factores son utilizados para la elaboración de la curva de capacidad. Donde nos encontramos parámetros de sobrerresistencia

cedente y última para los periodos indicados, parámetros de acuerdo el número de pisos de la estructura. Factor de Ductilidad nominal (μ) para distintos periodos, y finalmente la obtención de los valores de Fw dependiendo del año de la norma a utilizar.

CFSEV (Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela)

Archivo Editar Ver Herramienta Fragilidad Ventanas Ayuda

Parámetros de la Capacidad

Parámetros de sobrerresistencia cedente y última para los periodos indicados:

Antes de 1967		Entre 1967 y 1982		Después de 1982	
(Nivel de Diseño Bajo, ND1)		(Nivel de Diseño Medio, ND2)		(Nivel de Diseño Especial, ND3)	
Ω_y	Ω_u	Ω_y	Ω_u	Ω_y	Ω_u
1.60	1.50	1.70	1.50	1.80	1.50

Parámetros indicados de acuerdo al número de pisos:

					Antes de 1982	Después de 1982
N	hn (m)	α_1	β_1	Ta (seg)	Te (seg)	Te (seg)
1	3	1.00	1.00	0.16	0.34	0.27
2	6	1.15	0.96	0.27	0.58	0.45
3	9	1.20	0.93	0.36	0.79	0.61
4	12	1.25	0.91	0.45	0.99	0.76

Valores del factor de ductilidad nominal (μ) para distintos periodos:

Antes de 1967	Entre 1967 y 1982	Entre 1982 y 1998 (ND3)	Después de 1998 (ND3)
2.0	3.0	4.0	4.5

$\lambda =$ 3.0

Valores del factor Fw

N	MOP 1939	MOP 1947	MOP 1955	MOP 1967	COVENIN 1982	COVENIN 1998 y 2001
1	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857
2 - 4	1.143	1.000	0.857	0.929	0.929	1.000

Aceptar Ayuda

Figura 31: Parámetros de Capacidad

Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

4. **Límites de Daños:** En esta fase se elige el tipo de dato a estudiar, ya sea por Desplazamientos o por Deriva. Estos parámetros los genera por defecto el programa al escoger el tipo de datos.

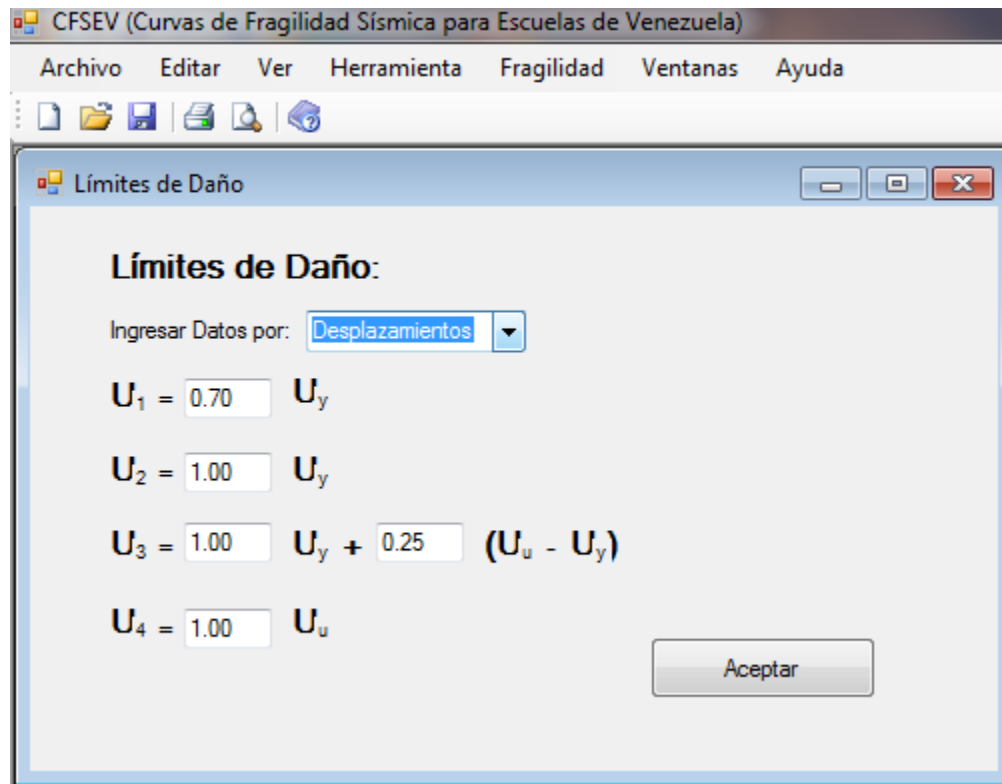


Figura 32: Límites de Daños

Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

5. **Parámetros del Espectro de Respuesta:** en esta fase el SOFTWARE CFSEV genera por defecto los valores de Beta, T^* y P con tan solo seleccionar el espectro de diseño.

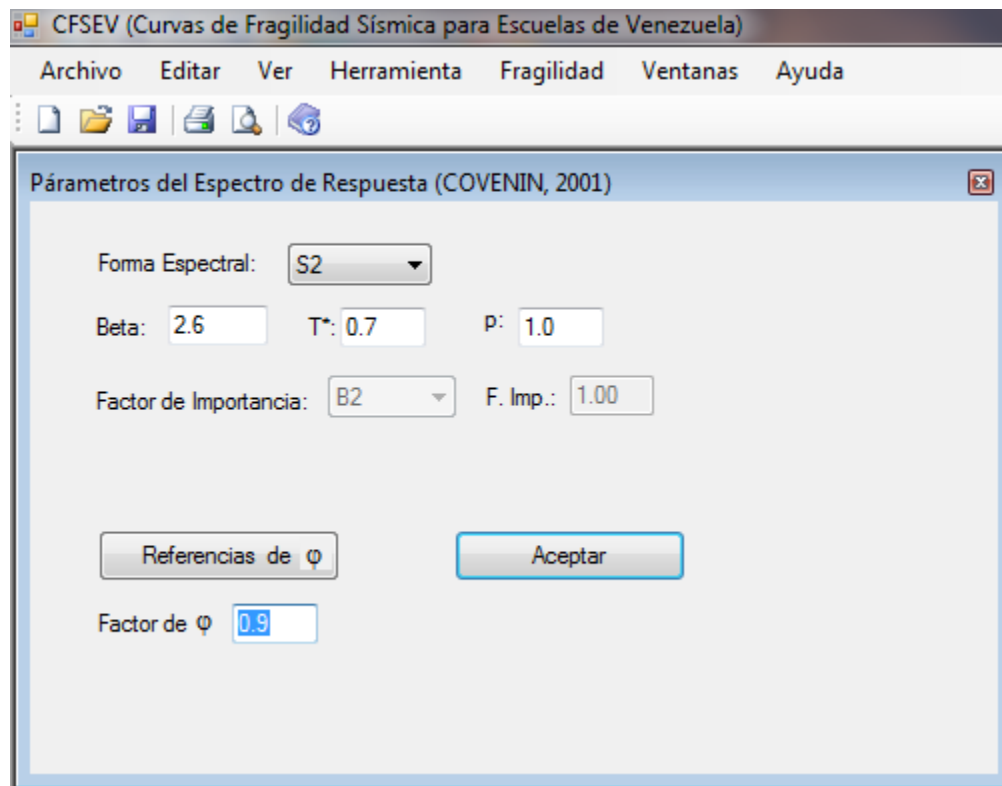


Figura 33: **Parámetros de Espectro de Respuesta**

Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

6. Parámetros del Método de los coeficientes

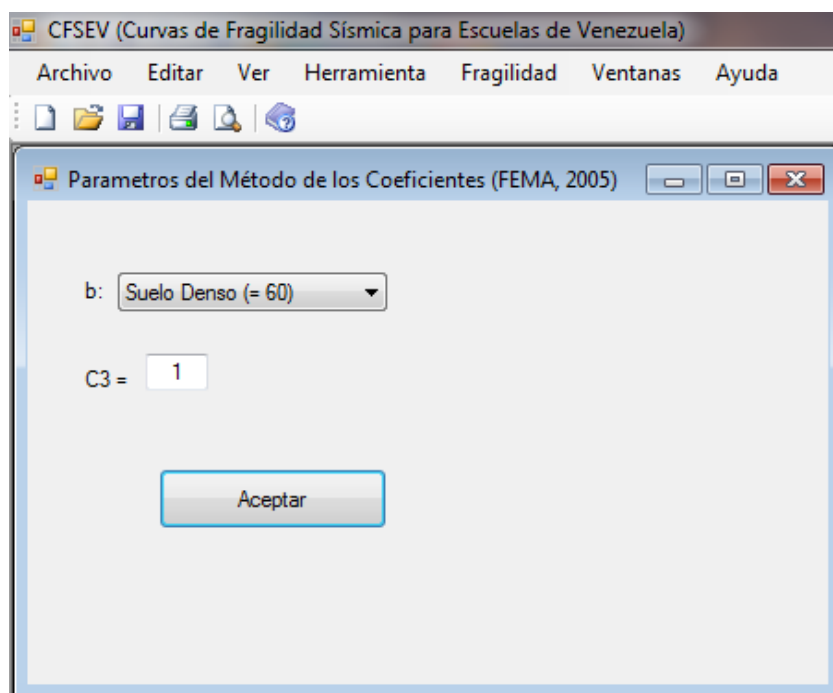


Figura 34: **Parámetros del Método de los Coeficientes**

Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

FASE VI ESTIMACIÓN DE DAÑOS Y NIVELES DE RIESGO SÍSMICO

Para la estimación de daños las probabilidades de ocurrencia (P_i) de cada estado de daño (i) Prefijado se obtienen de las curvas de fragilidad a partir de la aceleración máxima del terreno (A_k) estimada en cada estructura para cada evento sísmico (k) definido de forma determinística. El daño medio (D_m) se estima en cada edificio mediante la Ecuación (7), ponderando las Probabilidades de ocurrencia de cada estado de daño con los factores de daño (D_i).

Tabla 3

Estimación de Daños en las Estructuras

Estado de Daño	Porcentaje Ip
Sin Daño	0 - 2,5
Leve	2,5 - 10,5
Moderado	10,5 - 30
Severo	30 - 70
Completo	>70

Fuente: **Coronel G. y López O.**

Tabla 4

Descripción de los diferentes estados de Daño en las Estructuras

Estado de Daño	Descripción	Índice de Perdida Ip (%)

Sin Daño	Sin daño estructural, con posible presencia de pequeños daños en Componentes no estructurales.	0
Daño Leve	Presencia de pocas, localizadas y muy pequeñas grietas en Elementos estructurales. Evidentes grietas en los elementos no estructurales, separación entre la tabiquería y los elementos.	2
Daño Moderado	Grietas evidentes en elementos estructurales con pérdida de Recubrimiento en algunos casos. La mayoría de las paredes de tabiquería exhibe grandes grietas diagonales y horizontales y Algunas pueden perder su estabilidad.	10
Daño Severo	Falla localizada de algunos elementos estructurales o sus conexiones sin pérdida de la estabilidad vertical del sistema. La mayoría de la tabiquería presenta grandes grietas y varias paredes pueden volcarse. La mayoría del mobiliario no anclado se ha volcado. La estructura presenta una deformación lateral permanente.	50
Daño Completo	Desplazamiento lateral excesivo. Pérdida de la estabilidad vertical. Representa el colapso parcial o total de la edificación.	100

Fuente: Elaboración propia

FASE VII ELABORACION DE MAPAS:

Para la estimación de daños, pérdidas y niveles de riesgo sísmico en las edificaciones estudiadas se representan los resultados obtenidos a través de mapas temáticos y gráficos.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo hace referencia a la investigación la cual, según Hurtado y Toro (2002, p. 41), es “aquella que predominantemente, tiende a usar instrumentos de medición y comparación que proporcionan datos cuyo estudio requiere el uso de modelos matemáticos y de la estadística”, en este sentido se podría decir que los datos adquiridos permitirán la realización de conclusiones y recomendaciones destinados a aportar lo que se espera de esta investigación.

Una vez recolectada la información necesaria para cumplir con los requerimientos de los objetivos trazados, se procedió a la formulación de los objetivos, mediante la aplicación de la observación directa, así como la revisión bibliográfica de las normas vigentes relacionadas con el comportamiento sismoresistente.

Los datos obtenidos en el desarrollo de esta investigación se presentan a continuación en cada una de las fases de acuerdo a los objetivos planteados.

FASE I DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO

Como estrategia de trabajo, se realizó una distribución de áreas en la geografía del Municipio con el fin de facilitar e interpretar los resultados, utilizando un mapa proporcionado por la Alcaldía del Municipio San Diego donde se puede apreciar la configuración de los sectores urbanos.

La zona donde se llevo a cabo la investigación corresponde al Sector Sureste del Municipio, siendo sus linderos los siguientes:

Norte: Arterial 5.

Sur: Autopista Regional del Centro entre Distribuidor Zona Industrial 1 y Distribuidor Zona Industrial 2.

Este: Av. 63 (El jabillo)

Oeste: Avenida Don Julio Centeno.

Suelo de la Zona

Se obtuvo el suelo típico de la zona resultando un suelo denso con una velocidad de onda de corte aproximada de 300 m/s; este dato fue extraído del Trabajo Especial de Grado de América Spech, Septiembre (2008), del Municipio San Diego, Estado Carabobo”, y se muestra en la Figura 35.

Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	Vs30 Campos	Vs30 Imai & Yoshimura	Vs30 Ohta & Goto	Vs30 Nehrp
			Este	Norte						
Abr-06	1	14	614.818	1.134.937	Sector La Cumaca	6	239.26	237.85	233.73	190.89
Abr-06	2	14	614.902	1.134.934	Sector La Cumaca	6	310.63	245.44	253.09	203.40
Abr-06	3	14	614.792	1.134.905	Sector La Cumaca	6	311.34	245.83	259.70	204.61
Abr-06	4	12	614.865	1.134.985	Sector La Cumaca	6	301.64	239.41	249.63	193.63
Abr-06	5	12	614.912	1.134.970	Sector La Cumaca	6	296.56	235.56	255.16	190.53
Abr-06	6	12	614.809	1.134.951	Sector La Cumaca	6	306.71	243.91	255.00	202.69
Abr-06	7	12	614.850	1.134.927	Sector La Cumaca	6	301.06	238.70	255.57	194.76
Abr-06	8	12	614.839	1.134.882	Sector La Cumaca	6	316.71	249.33	266.88	211.10
Abr-06	9	12	614.885	1.134.878	Sector La Cumaca	6	326.91	256.51	271.68	220.35
Abr-06	10	10	613.706	1.129.924	Complejo empresarial Los Arales	3	423.48	323.42	403.27	329.10
Mar-06	11	8	613.703	1.128.983	Complejo empresarial Los Arales	4	441.51	333.55	393.60	345.20
Ene-06	77	8	613.157	1.135.187	Terreno a la derecha del Distribuidor San Diego	6	283.63	226.40	257.87	179.13
Ago-07	78	8	613.252	1.135.067	Terreno a la derecha del Distribuidor San Diego	6	304.63	239.02	273.98	195.74
Jun-07	79	10	615.236	1.128.395	Estacion San Diego. Tramo C-1	5	550.23	404.88	460.52	475.07
Jun-07	80	9	615.297	1.128.385	Estacion San Diego. Tramo C-1	6	479.09	359.45	370.73	380.67
Jun-07	81	10	615.232	1.128.429	Estacion San Diego. Tramo C-1	5	618.32	384.37	442.66	433.80
Jun-07	82	10	615.048	1.128.485	Estacion San Diego. Tramo C-1	4	564.15	413.40	481.64	496.63
Jun-07	83	14	615.163	1.128.374	Estacion San Diego. Tramo C-1	6	522.50	387.66	383.04	434.44
Abr-07	69	8	613.858	1.128.406	Residencias Laguna Club	3	411.78	314.01	380.80	309.95
Abr-07	70	8	613.842	1.128.481	Residencias Laguna Club	3	350.51	272.63	329.28	244.48
Abr-07	71	8	613.827	1.128.545	Residencias Laguna Club	3	407.45	311.14	375.62	304.95
Abr-07	72	8	613.809	1.128.621	Residencias Laguna Club	3	335.66	262.24	360.45	230.79
Feb-07	73	8	613.677	1.134.313	Residencias Laguna Club	2	273.87	219.39	255.33	171.00
Feb-07	74	8	613.554	1.134.301	Urb. El Remanso	5	303.84	240.16	287.20	199.15
Feb-07	75	8	613.576	1.134.281	Urb. El Remanso	4	294.88	234.06	282.12	190.77
Ene-07	19	10	612.907	1.130.006	Cenda de San Diego. Urb. El Morro II	1	430.31	325.94	472.65	333.71
Ene-07	20	10	612.894	1.130.014	Cenda de San Diego. Urb. El Morro II	2	443.01	334.37	466.99	348.22
Ene-07	21	10	612.881	1.130.003	Cenda de San Diego. Urb. El Morro II	2	440.28	332.57	466.35	345.04
Ene-07	22	15	614.830	1.126.893	Zona Ind. Castillo	3	364.19	281.98	348.80	258.40
Ene-07	23	15	614.900	1.126.887	Zona Ind. Castillo	3	365.50	283.03	342.54	258.74
Ene-07	24	15	614.927	1.126.890	Zona Ind. Castillo	3	346.72	259.28	342.06	240.00

Figura 35: Datos de Velocidades de Ondas de Corte (Vsp) de la Zona.

Fuente: América Spech, Septiembre 2008

Figura 35 cont.

Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	Vs30 Campos	Vs30 Imai & Yoshimura	Vs30 Ohta & Goto	Vs30 Nehrp
			Este	Norte						
Abr-06	12	8	613.151	1.135.115	Urb. San Antonio	3	192.15	150.88	214.42	101.04
Abr-06	13	8	613.089	1.135.944	Urb. San Antonio	3	174.85	148.16	198.25	87.77
Abr-06	14	8	613.029	1.135.813	Urb. San Antonio	4	157.68	135.33	169.25	75.29
Abr-06	15	8	613.085	1.135.712	Urb. San Antonio	4	173.89	147.42	188.93	87.11
Jul-05	16	8	616.057	1.135.477	Res. Las Trinitarias Country Club	3	315.27	248.40	301.75	209.33
Jul-05	17	8	615.986	1.135.475	Res. Las Trinitarias Country Club	3	311.57	245.75	300.24	206.27
Jul-05	18	8	615.989	1.135.418	Res. Las Trinitarias Country Club	3	337.44	263.33	321.43	231.84
Abr-02	25	8	616.709	1.127.340	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	6	437.73	331.43	375.98	338.05
Abr-02	26	8	616.516	1.127.391	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	7	505.45	375.59	429.55	421.16
Abr-02	27	8	616.171	1.127.330	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	4	511.92	379.57	475.47	430.91
Abr-02	28	8	615.826	1.127.354	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	5	424.98	322.61	381.51	325.15
Abr-02	29	8	615.526	1.127.563	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	4	347.72	270.46	348.97	243.28
Abr-02	30	8	618.935	1.129.041	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	5	403.59	308.47	361.30	304.22
Abr-02	31	8	618.636	1.128.877	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	5	459.92	352.19	438.71	379.29
Abr-02	32	8	618.339	1.127.955	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	4	483.46	360.96	459.13	396.31
Abr-02	33	8	618.158	1.128.809	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	5	455.27	342.48	435.08	362.44
Oct-01	34	8	613.604	1.131.878	Urb. Sansur	6	271.31	217.61	247.65	189.56
Oct-01	35	8	613.56	1.131.915	Urb. Sansur	8	225.67	185.25	213.18	126.06
Oct-01	36	8	613.599	1.131.974	Urb. Sansur	5	257.30	207.86	249.37	155.15
Oct-01	37	8	613.549	1.131.977	Urb. Sansur	5	259.21	209.26	243.47	155.97
Jul-00	42	10	613.352	1.129.368	Urb. Paso Real	4	376.20	289.73	348.47	273.52
Jul-00	43	8	613.261	1.129.363	Urb. Paso Real	4	486.74	363.36	440.31	396.31
Abr-00	38	10	613.389	1.131.288	Res. Poblado de San Diego	5	350.73	279.46	313.61	255.86
Abr-00	39	8	613.307	1.131.433	Res. Poblado de San Diego	5	332.31	259.90	311.78	227.51

Fuente: América Spech, Septiembre 2008

Figura 35 cont.

Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	Vs30 Campos	Vs30 Imai & Yosimura	Vs30 Ohta & Goto	Vs30 Inehp
			Este	Norte						
Abr-00	40	10	613.482	1.131.545	Res. Poblado de San Diego	4	320.86	252.14	309.36	215.55
Abr-00	41	8	613.315	1.131.587	Res. Poblado de San Diego	5	393.46	301.60	357.18	290.60
Jul-98	44	8	614.660	1.126.993	Zona Ind. Castillo	3	488.82	363.20	461.01	400.16
Jul-98	45	8	614.660	1.126.975	Zona Ind. Castillo	2	378.17	291.07	393.89	275.65
Jul-98	46	8	614.690	1.126.988	Zona Ind. Castillo	2	293.50	233.16	319.99	189.16
Oct-97	51	15	613.489	1.133.995	Colegio Patria Bolivariana, Urb. Monteserino	7	357.58	277.74	288.92	249.87
Oct-97	52	10	613.446	1.134.058	Colegio Patria Bolivariana, Urb. Monteserino	5	353.21	274.51	306.14	246.89
Jul-97	48	8	612.751	1.131.614	Urb. La Esmeralda	4	437.12	330.81	383.57	339.06
Jul-97	49	8	612.755	1.131.655	Urb. La Esmeralda	7	451.84	340.54	370.34	356.16
Jul-97	50	8	612.803	1.131.689	Urb. La Esmeralda	4	436.42	330.30	391.59	338.62
Nov-93	59	8	613.659	1.133.845	Sector Yuma	5	353.54	274.62	319.80	248.10
Nov-93	60	8	613.621	1.133.894	Sector Yuma	5	340.06	266.30	305.91	234.87
Sep-92	53	15	613.824	1.127.730	Zona Ind. Castillo	7	372.67	287.53	299.71	268.57
Sep-92	54	10	613.657	1.127.701	Zona Ind. Castillo	8	339.00	264.67	279.72	233.28
Sep-92	55	15	613.620	1.127.670	Zona Ind. Castillo	5	363.08	281.37	308.72	256.05
Sep-92	56	8	613.627	1.127.701	Zona Ind. Castillo	5	330.98	259.03	305.01	226.06
Sep-88	57	8	613.497	1.128.716	Sector Los Azares	4	384.01	295.32	350.36	279.89
Sep-88	58	8	613.537	1.128.768	Sector Los Azares	4	395.34	303.14	373.08	280.64
Ene-80	61	15	614.953	1.126.268	Km 1+000 de II Etapa, arterial 04	4	331.08	250.18	305.36	219.47
Ene-80	62	20	614.93	1.126.262	Km 1+000 de II Etapa, arterial 01	3	398.59	305.20	362.89	295.34
Ene-80	63	20	614.928	1.126.265	Km 1+000 de II Etapa, arterial 04	4	396.65	305.66	331.97	282.12
Ene-80	64	20	614.959	1.126.302	Km 1+000 de II Etapa, arterial 04	4	407.41	312.75	349.91	294.00
Jul-77	65	26	613.677	1.136.188	Distribuidor San Diego.	6	425.02	324.53	320.71	320.70
Jul-77	66	26	613.688	1.136.151	Distribuidor San Diego.	13	345.67	269.65	227.18	237.44
Jul-77	67	25	613.706	1.136.191	Distribuidor San Diego.	9	365.88	284.80	262.28	248.63
Jul-77	68	26	613.713	1.136.157	Autopista Guacara-Barbula	14	421.13	320.48	270.06	318.69

Fuente: América Spech, Septiembre 2008

El área de estudio se dividió en cuatro sectores, a saber:

- Sector 1: Comprende la parte norte, constituida por las Urbanizaciones Valle de Oro, Conjunto residencial como el Trapiche, las Tinajas, el Tinajero, el Botalón, el Tejar, el Zaguán, la Yunta, el Morichal, el Molino, el Aljibe, la Trilla, los Budares, los Aleros, la Querencia, la Estancia, el Farol, las Aldabas, y Aseprovica, el Parque, Orión, Yuma 26. Este sector limita por el norte con la Arterial 5, Oeste con la Av. Intercomunal Don Julio Centeno, Sur con la Av. Circunvalación Sur.

- Sector 2: Urbanizaciones como Valle Verde, Los Andes I, Los Andes II, Las Gaviotas. Este sector limita por el norte con la Av. Circunvalación Sur, por el Sur con la Calle E2, por el este con calle N-4, Oeste con la Av. Intercomunal Don Julio Centeno

- Sector 3: Urbanizaciones como Yuma 1, Urb. Yuma 2, Urb. Valle Verde, Urb. El Morro, Urb. Los jarales, Urb. Campo Solo Campo Solo. Y complejos residenciales como residencia Arauca, Cunaviche, Cinaruco, Ventuari, Manzanare, Rio Claro, Caroní, Rio Chama, Morichal, Uribante, Caura, Arichuna, Laguna Club Residencial. este Sector limita por el Norte con la calle E1, Sur con la Calle 1 vía Campo Solo, Este con la Av. 67, y oeste con la Av. Intercomunal Don Julio Centeno.

- Sector 4: Esta se encuentra al sur de la zona de estudio, en esta encontramos a la Zona Industrial Castillete y Zona industrial el Castillito. Este Sector limita por el Norte con la Calle 1 vía Campo Solo, Sur Autopista Regional del Centro, Este con Calle el Jabillo, Oeste con la Av. Intercomunal Don Julio Centeno.

FASE II INVENTARIO DE EDIFICACIONES:

SECTOR	URBANIZACION	CONJUNTO RESIDENCIAL	TOTAL DE EDIFICACIONES
1	VALLE DE ORO	EL TRAPICHE	1502
		LAS TINAJAS	
		EL TINAJERO	
		EL BOTALON	
		EL TEJAR	
		EL ZAGUAN	
		LA YUNTA	
		EL MORICHAL	
		EL MOLINO	
		EL ALJIBE	
		LA TRILLA	
		LOS BUDARES	
		LOS ALEROS	
		LA QUERENCIA	
		LA ESTANCIA	
		EL FAROL	
		LAS ALDABAS	
		EDUCATIVO	
	ASEPROVICA	ASEPROVICA	
	EL PARQUE	EL PARQUE	
	ORION	ORION	
	YUMA 26	YUMA 26	
	COMERCIAL	COMERCIAL	

Figura 36: Totalidad de las Edificaciones en Sector 1

Fuente: Elaboración Propia

SECTOR	URBANIZACION	CONJUNTO RESIDENCIAL	TOTAL DE EDIFICACIONES
2	VALLE VERDE	VALLE VERDE	703
	LAS GAVIOTAS	LAS GAVIOTAS	
	LOS ANDES I	LOS ANDES I	
	LOS ANDES II	LOS ANDES II	

Figura 37: Totalidad de las Edificaciones en Sector 2

Fuente: Elaboración Propia

SECTOR	URBANIZACION	CONJUNTO RESIDENCIAL	TOTAL DE EDIFICACIONES
3	YUMA I	YUMA I	2764
	YUMA II	YUMA II	
	MORRO	MORRO	
	LOS JARALES	LOS JARALES	
		C.R LAGUNA CLUB	
		C.R VENTUARI	
		C.R MANZANARE	
		C.R RIO CLARO	
		C.R CARONI	
		C.R RIO CHAMA	
		C.R RIO URIBANTE	
		C.R MORICHAL	
		C.R ARICHUNA	
		C.R CAURA	
		C.R CINARUCO	
		C.R CUNAVICHE	
		C.R ARAUCA	
		EDUCATIVO	
		MEDICO ASISTENCIAL	
		RELIGIOSO	
		INDUSTRIAL	
	CAMPO SOLO	CAMPO SOLO	
		EDUCATIVO	
		MEDICO ASISTENCIAL	
		COMERCIAL	
		INDUSTRIAL	

Figura 38: **Totalidad de las Edificaciones en Sector 3**

Fuente: Elaboración Propia

SECTOR	ZONA	USO	TOTAL DE EDIFICACIONES
4	ZONA INDUSTRIAL CASTILLITO	COMERCIO INDUSTRIAL	264
	ZONA INDUSTRIAL CASTILLETE	INDUSTRIAL	
		COMERCIO INDUSTRIAL	

Figura 39: Totalidad de las Edificaciones en Sector 4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Totalidad de las estructuras de la zona de estudio

SECTOR	CANTIDAD
1	1502
2	703
3	2764
4	264
TOTAL	5233

Fuente: Elaboración Propia

FASE III CLASIFICACION DE LAS TIPOLOGIAS CONSTRUCTIVAS

Tipo	Uso de la Edificación	Tipo Estructural
1	Vivienda Unifamiliar	Estructura de Mamposteria Confinada
2	Vivienda Unifamiliar	Estructura de Mamposteria no Confinada
3	Vivienda Unifamiliar	Muros de Concreto Armado
4	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muros de Concreto Y Porticos de Concreto 1 Nivel
5	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muros de Concreto Y Porticos de Concreto 2 Niveles
6	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muros de Concreto Y Porticos de Acero 1 Nivel
7	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muros de Concreto Y Porticos de Acero 2 Niveles
8	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muros de Concreto, Porticos de Concreto y Porticos de Acero 2 Niveles
9	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muros de Concreto, Porticos de Concreto y Porticos de Acero 3 Niveles
10	Vivienda Unifamiliar	Rural
11	Vivienda Unifamiliar	Porticos de Concreto de 1 nivel
12	Vivienda Unifamiliar	Porticos de Concreto de 2 niveles
13	Vivienda Unifamiliar	Porticos de Acero con perfiles Tubulares
14	Vivienda Multifamiliar	Sistema Prefabricado a Base de Grande Paneles o de Porticos
15	Vivienda Multifamiliar	Muros de Concreto Armado en una sola direccion, como algunos sistemas del Tipo Tunel
16	Educativo	Porticos de Concreto de 3 niveles
17	Educativo	Porticos de Acero con Perfiles Tubulares 1 nivel
18	Educativo	Porticos de Acero con Perfiles Tubulares 2 niveles
19	Medico Asistencial	Porticos de Concreto de 2 niveles
20	Medico Asistencial	Porticos de Concreto de 3 niveles
21	Medico Asistencial	Porticos de Acero con Cerchas 1 nivel
22	Religioso	Porticos de Acero con Perfiles Tubulares 1 nivel
23	Comercial	Porticos de Acero con Cerchas 1 nivel
24	Comercial	Porticos de Concreto Pre-Fabricado de 2 niveles
25	Industrial	Porticos de Acero de 1 nivel
26	Industrial	Porticos de Acero de 2 niveles
27	Industrial	Porticos de Acero de 3 niveles
28	Industrial	Porticos de Concreto de 1 nivel
29	Industrial	Porticos de Concreto de 2 niveles
30	Industrial	Porticos de Concreto de 3 niveles
31	Industrial	Porticos de Concreto de 4 niveles
32	Industrial	Mixta Muros de Concreto Y Porticos de Acero de 1 Nivel
33	Industrial	Mixta Muros de Concreto Y Porticos de Acero de 2 Niveles
34	Industrial	Mixta Muros de Concreto Y Porticos de Acero de 3 Niveles
35	Comercio Industrial	Sistema estructural de Tipo Liviano
A (AÑO)		B (AÑO)
1982		2001
		C (AÑO)
		1967

Figura 40: Clasificación de Tipologías Constructivas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 1

SECTOR 1		
TIPO	CANTIDAD	%
13	1445	96,21
15	54	3,60
17	1	0,07
30A	2	0,13

Fuente: Elaboración Propia

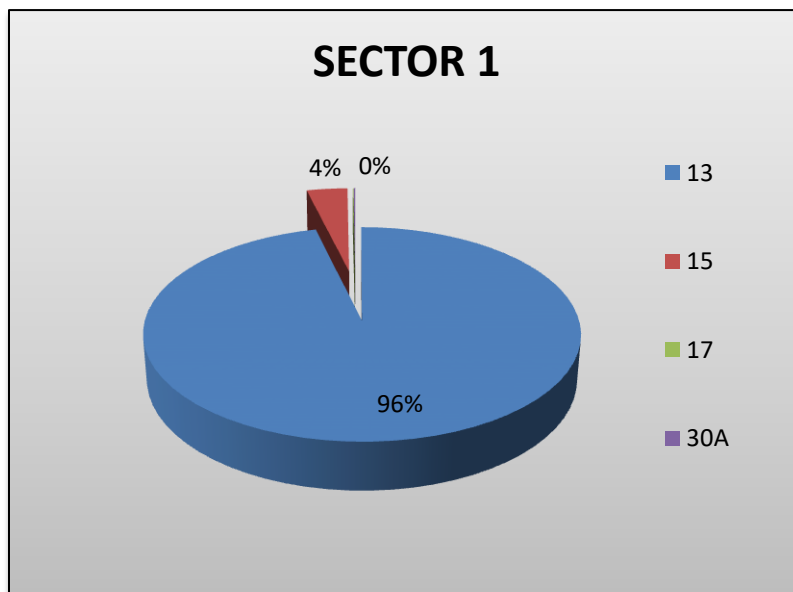


Gráfico 1: Porcentaje de Edificaciones Sector1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 2

SECTOR 2		
TIPO	CANTIDAD	%
3	143	20,34
4	170	24,18
5	163	23,19
7	4	0,57
8	12	1,71
9	7	1,00
11	40	5,69
12	96	13,67
15	64	9,10
16	1	0,14
17	1	0,14
18	1	0,14
19	1	0,14

Fuente: Elaboración Propia

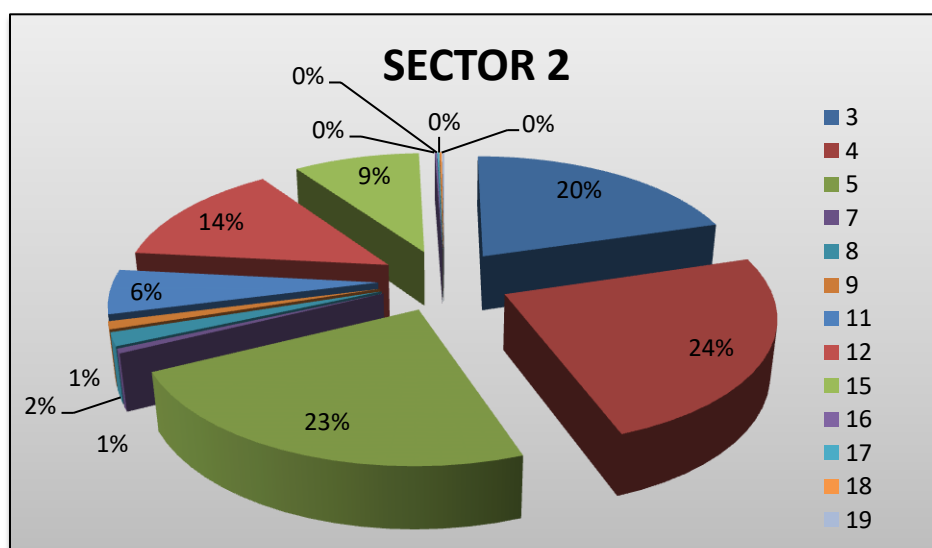


Gráfico 2: **Porcentaje de Edificaciones Sector2**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 3

SECTOR 3		
TIPO	CANTIDAD	%
1	216	7,81
2	4	0,14
3	598	21,64
4	351	12,70
5	471	17,04
6	2	0,07
7	1	0,04
8	4	0,14
9	26	0,94
11	228	8,25
12	730	26,41
14	6	0,22
16	1	0,04
17	3	0,11
20	1	0,04
21	3	0,11
22	2	0,07
23	2	0,07
24	1	0,04
25A	25	0,90
25C	1	0,04
26A	18	0,65
27A	16	0,58
28A	16	0,58
29A	12	0,43
30A	5	0,18
31A	1	0,04
33A	14	0,51
34A	6	0,22

Fuente: Elaboración Propia

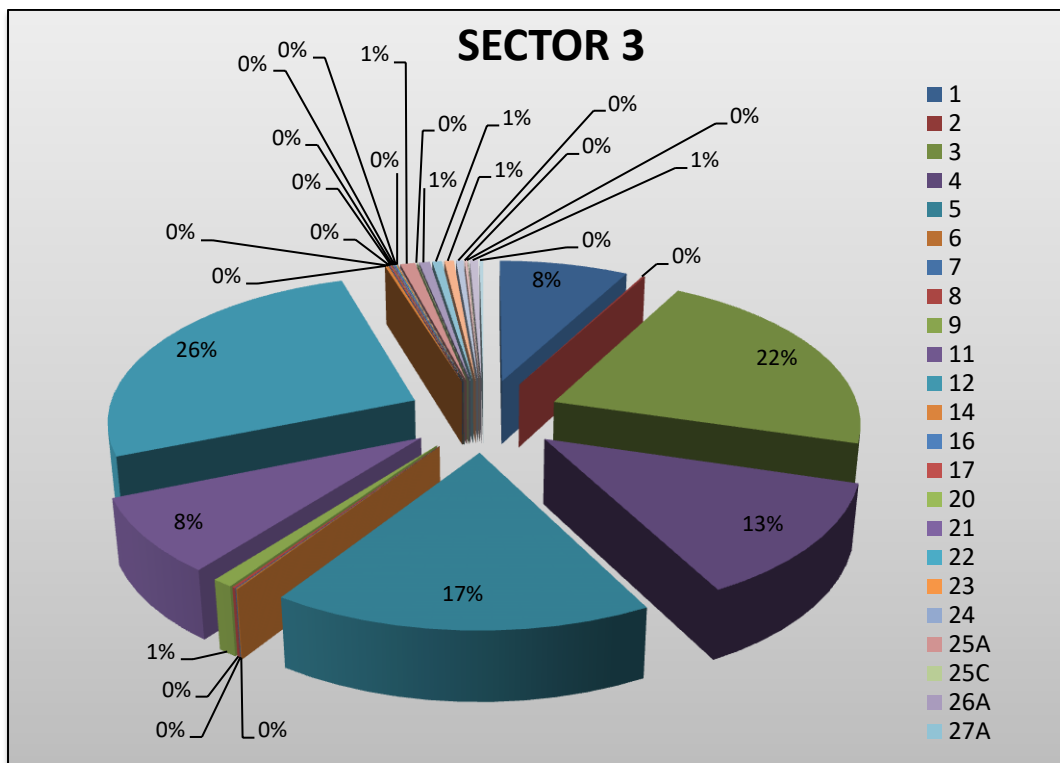


Gráfico 3: **Porcentaje de Edificaciones Sector3**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 4

SECTOR 4		
TIPO	CANTIDAD	%
25A	19	7,20
25B	53	20,08
26A	16	6,06
26B	26	9,85
27A	2	0,76
27B	5	1,89
28A	2	0,76
28B	10	3,79
29A	2	0,76
29B	15	5,68
30A	9	3,41
30B	2	0,76
31B	3	1,14
32A	4	1,52
32B	6	2,27
33A	9	3,41
33B	62	23,48
34B	13	4,92
35	6	2,27

Fuente: Elaboración Propia

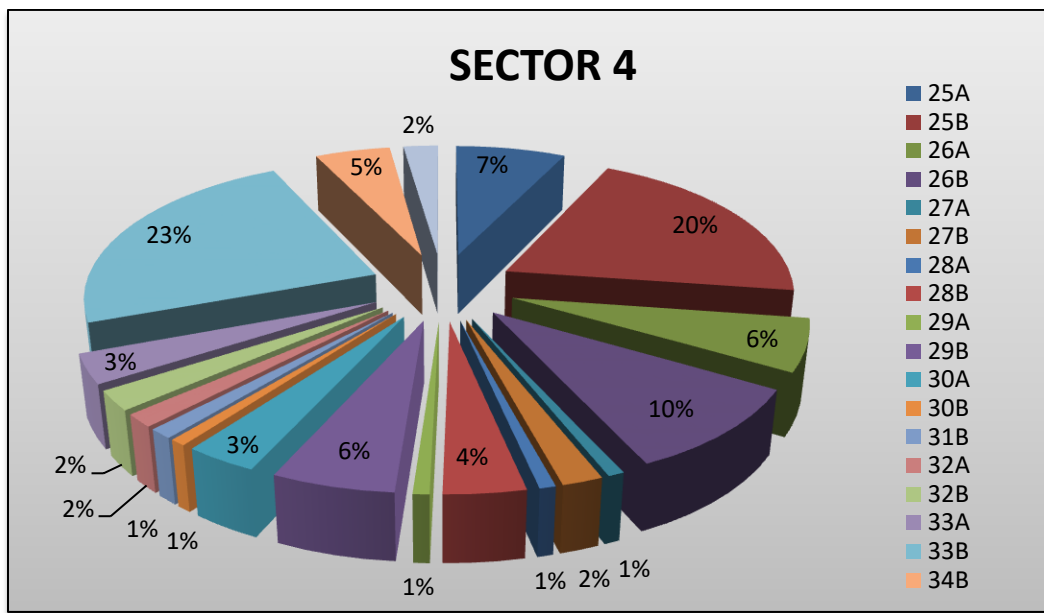


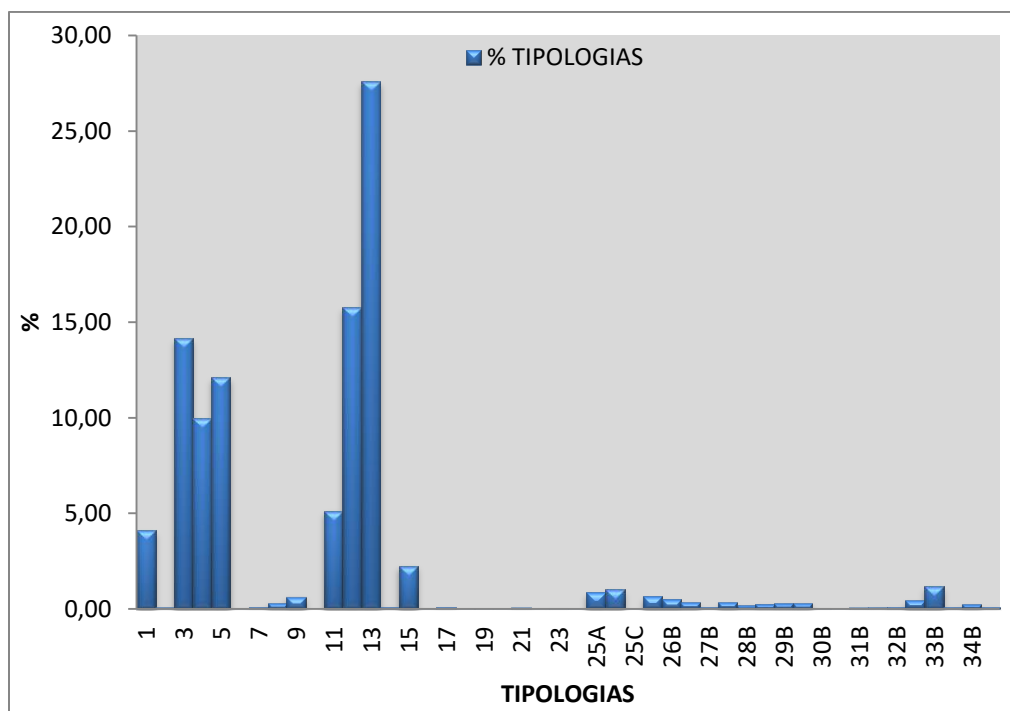
Gráfico 4: **Porcentaje de Edificaciones Sector 4**

Fuente: Elaboración Propia

TIPO	SECTORES				TOTALES	% POR TIPO
	1	2	3	4		
1			216		216	4,13
2			4		4	0,08
3		143	598		741	14,16
4		170	351		521	9,96
5		163	471		634	12,12
6			2		2	0,04
7		4	1		5	0,10
8		12	4		16	0,31
9		7	26		33	0,63
10					0	0,00
11		40	228		268	5,12
12		96	730		826	15,78
13	1445				1445	27,61
14			6		6	0,11
15	54	64			118	2,25
16		1	1		2	0,04
17	1	1	3		5	0,10
18		1			1	0,02
19		1			1	0,02
20			1		1	0,02
21			3		3	0,06
22			2		2	0,04
23			2		2	0,04
24			1		1	0,02
25A			25	19	44	0,84
25B				53	53	1,01
25C			1		1	0,02
26A			18	16	34	0,65
26B				26	26	0,50
27A			16	2	18	0,34
27B				5	5	0,10
28A			16	2	18	0,34
28B				10	10	0,19
29A			12	2	14	0,27
29B				15	15	0,29
30A	2		5	9	16	0,31
30B				2	2	0,04
31A			1		1	0,02
31B				3	3	0,06
32A				4	4	0,08
32B				6	6	0,11
33A			14	9	23	0,44
33B				62	62	1,18
34A			6		6	0,11
34B				13	13	0,25
35				6	6	0,11

Figura 41: Porcentaje Total de las Tipologías Sometidas a Estudio.

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 5: Porcentaje Total de Tipologías constructivas de Toda la Zona de estudio.

Fuente: Elaboración Propia

FASE IV RECOLECCION DE DATOS:

Estudio de una Edificación.

Con la finalidad de mostrar de una manera más explícita se detalla paso a paso el estudio realizado a una de las edificaciones seleccionadas, en este caso una edificación de la urbanización Valle Verde.

Pasos para la Recolección de Datos

- 1) En primer lugar se procedió a recorrer la zona e identificar el sector y la ubicación de la estructura en el plano.
- 2) Posteriormente se procedió a vaciar los datos en la planilla de Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico; cabe destacar que la mayoría de la información fue obtenida por consulta a habitantes de la zona y la respectiva inspección visual ya que en la mayoría no se tenía la colaboración de los propietarios.

Datos Generales

- **Nombre o N°:** 12

- **Ubicación**

Urb. Valle Verde manzana 15, calle 158-A paralelo al Complejo deportivo IAMDESANDI.

- **Uso de la Edificación**

Esta como la gran mayoría en la Urbanización Valle Verde es de uso Residencial.

- **Año de Construcción**

La construcción de la Urbanización data de 1983, por lo que se infiere que la construcción fue realizada basándose en la Norma COVENIN1756-1982.

- 3) Con todos los datos recopilados en la planilla de inspección el siguiente paso es la elaboración de las curvas de fragilidad con apoyo del Software Curva de Fragilidad Sísmica Para Escuelas de Venezuela (CFSEV).

PLANILLA DE INSPECCION PARA EDIFICACIONES									
(Características Sismorresistentes)									
1. Datos generales (rellenar)									
1.1 Fecha	1.2 Hora de Ini	1.3 Hora Cul	1.4 Código						
2. Datos de los participantes (rellenar)									
Función	Nombre y apellido	teléfono	Correo Electrónico						
2.1 Inspector	Williams Moron	(0414) 1428043	el_daniel_88@hotmail.com						
2.2 Revisor	Carlos Llinas	(0424) 4617418	llinas_87@hotmail.com						
2.3 Supervisor									
3. Datos del entrevistado (rellenar)									
3.1 Relación con la Edif	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo Electrónico						
4. Identificación y Ubicación de la edificación (rellenar)									
4.1 Nombre o N	12	4.2 N de Pisos	2	4.3 N de Semi Sótanos					
4.4 N de Sótanos		4.5 Estado	Carabobo	4.6 Ciudad					
4.7 Municipio	San Diego	4.8 Parroquia		4.9 Urb. Sector. Barrio	Valle Verde				
4.10 Calle, Vereda, otro	158-A	4.11 Manzana N	15	4.12 N de Parcela					
Proy. UTM (REGVEN)	4.13 Coord. X	4.14 Coord. Y	4.15 uso						
5. Uso de la edificación (marcar con una x, múltiple opciones)									
☐ Gubernamental	☐ Militar	☐ Medico Asistencial	☐ Industrial	☐ Otro (Especifique)					
☐ Bomberos	☐ Vivienda Popular	☐ Educativo	☐ Comercial						
☐ Protección Civil	☒ Vivienda Unifamiliar	☐ Deportivo-Recreativo	☐ Oficina						
☐ Policial	☐ Vivienda Multifamiliar	☐ Cultural	☐ Religioso						
6. Capacidad de Ocupación (rellenar y marcar con una x una opción)									
6.1 Numero de personas que ocupan el inmueble									
6.2 Ocupación durante	☐ Mañana	☐ Tarde	☐ Noche						
7. Año de Construcción (rellenar y marcar con una x una opción)									
Año 1982	☐ Antes de 1939	☐ Entre 1940 y 1947	☐ Entre 1948 y 1955	☐ Entre 1956 y 1967					
	☐ Entre 1968 y 1982	☒ Entre 1983 y 1998	☐ Entre 1999 y 2001	☐ Después de 2001					
8. condición del terreno (marcar con una x una opción por pregunta)									
8.1 Edificación en:	☒ Planicie	8.2 Pendiente del terreno	☐ 20 - 45º	☐ Mayor de 45º					
	☐ Ladera	8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera	☐ SI	☐ NO					
8.6 Drenajes	☐ Base	8.4 Pendiente del talud	☐ 20 - 45º	☐ Mayor de 45º					
☐ SI ☐ NO	☐ Cima	8.5 Separación al talud	☐ Menor a H del Talud	☐ Mayor al H del Talud					
9. Tipo Estructural (marcar con una x múltiples opciones)									
☐ Pórticos de concreto armado	☐ Pórticos de acero diagonalizados								
☒ Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	☐ Pórticos de acero con cerchas								
☒ Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	☐ Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos								
☐ Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	☐ Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada								
☐ Pórticos de acero	☐ Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada								
☐ Pórticos de acero con perfiles tubulares									
10. Esquema de planta (marcar con una x)					11. Esquema de elevación (marcar con una x)				
☐ H	☐ L	☐ Esbeltez Horizontal	☐ T	☐ U	☐ Esbeltez Vertical				
☐ T	☐ O		☐ Pirámide invertida	☐ L					
☐ U	☒ Ninguno	☐ Ninguno	☐ Piramidal	☐ Ninguno	☐ Ninguno				

Figura 42: Planilla de edificación ubicada en el Sector 2 Urb. Valle Verde

Fuente: Elaboración Propia

12. Irregularidades (marcar con una x múltiples opciones)			
☐ 12.1 Ausencia de vigas altas en una o en dos direcciones ☐ 12.2 Presencia de al menos un entrepiso débil o blando ☐ 12.3 Presencia de columnas cortas ☐ 12.4 Discontinuidad de ejes de columnas ☐ 12.5 Aberturas significativas en losas	☐ 12.6 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta 12.7 Separación entre edificios (cm) _____ ☒ 12.8 Adosamiento: Losa contra losa ☐ 12.9 Adosamiento: Losa contra columna		
13. Grado de deterioro (marcar con una x una opción por pregunta)			
13.1 Est de Concreto. Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo. 13.2 Est de Acero Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo 13.3 Agrietamiento en paredes de relleno 13.4 Estado general de mantenimiento	☒ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo ☒ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo ☒ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo ☐ Ninguno ☐ Regular ☐ Bajo		
14. Observaciones			
15. Croquis de situación, ubicación y planta			
Croquis de situación Croquis de Ubicación	Croquis de planta		
16. Croquis de fachadas			

Figura 43: Planilla de edificación ubicada en el Sector 2 Urb. Valle Verde

Fuente: Elaboración Propia

FASE V CONSTRUCCION DE CURVAS DE FRAGILIDAD SÍSMICA:

Resultado de las curvas de fragilidad realizada a la edificación ubicada en el sector 2, Urb. Valle Verde. Correspondiente a distintos valores de coeficientes de aceleración horizontal (A_0).

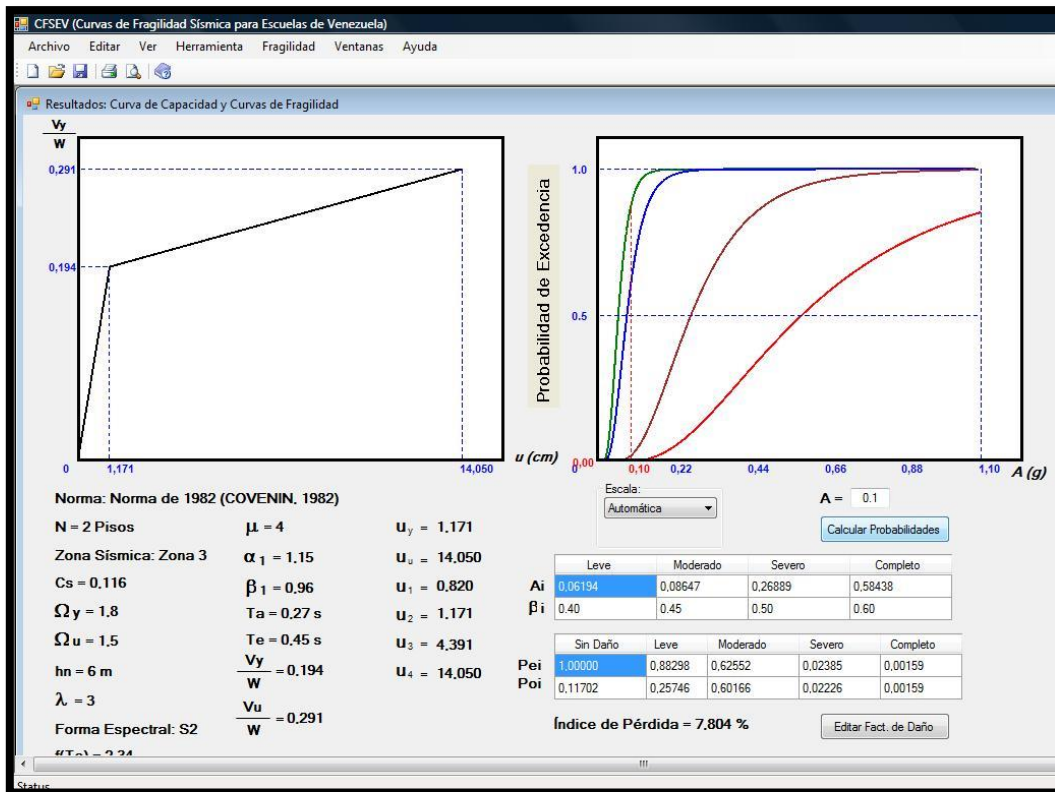


Figura 44: curva de fragilidad con $A_0 = 0.1g$

Fuente: Elaboración Propia

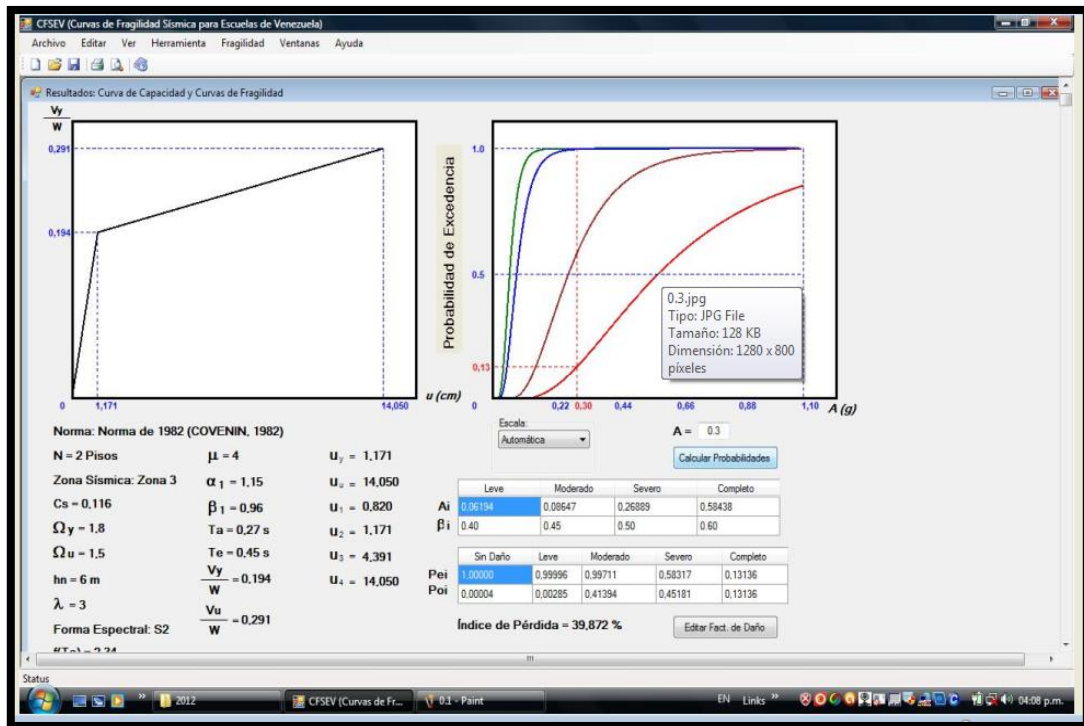


Figura 45: curva de fragilidad con $A_o = 0.3g$

Fuente: Elaboración Propia

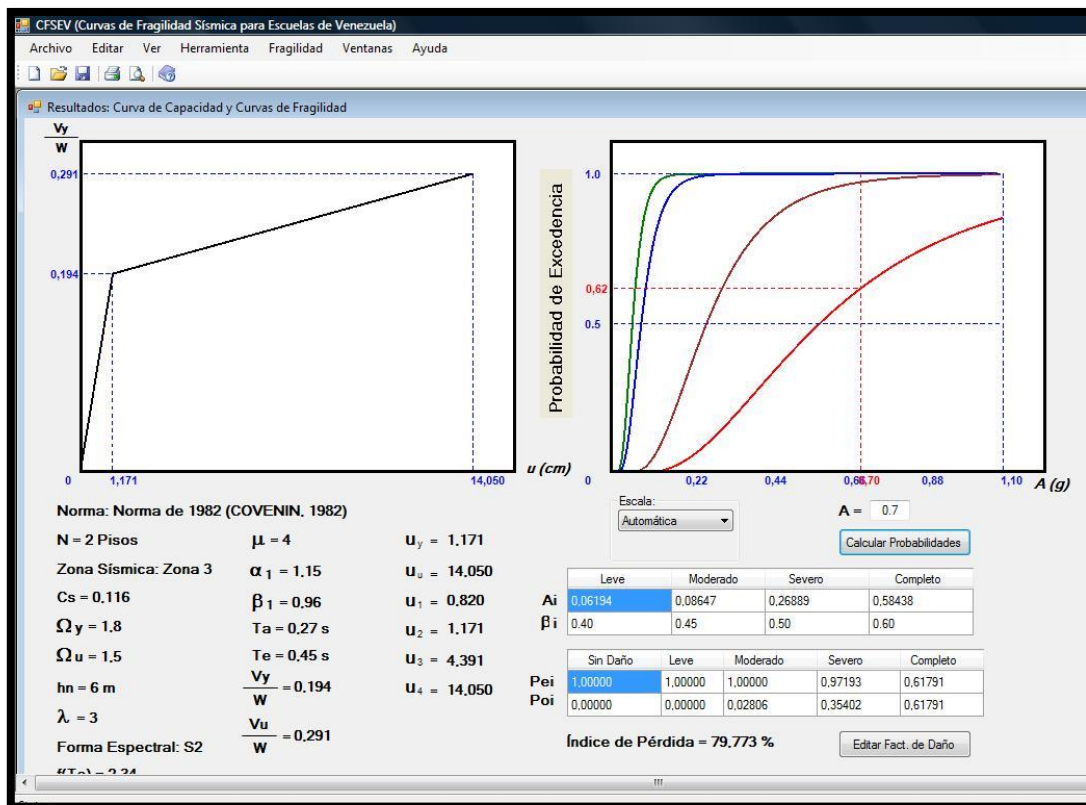


Figura 46: curva de fragilidad con $A_o = 0.7g$

Fuente: Elaboración Propia

FASE VI ESTIMACIÓN DE DAÑOS Y NIVELES DE RIESGO SÍSMICO

Tabla 10*Índices de Perdida en sector 1*

SECTOR	TIPO	CANTIDAD	NORMA	INDICE DE PERDIDAS		
				Ao=0,1	Ao=0,3	Ao=0,7
1	13	1445	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,73	29,18	73,11
	15	42	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	5,16	23,78	58,59
	17B	1	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	2,59	23,55	66,78
	30B	2	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,09	16,83	50,6

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 11***Estado de Daño para Ao=0. 1 g*

ESTADO DE DAÑO SECTOR1	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	1502	100,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	0	0,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

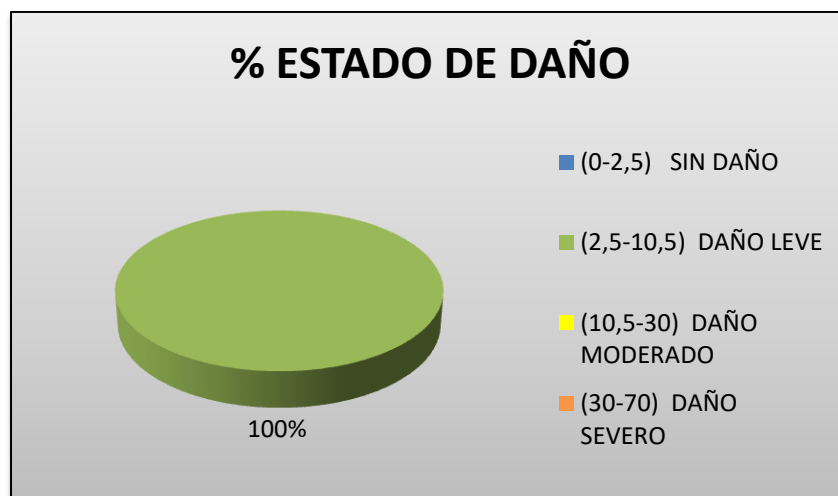


Gráfico 6: **Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o=0.1g$**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

ESTADO DE DAÑO SECTOR1	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	1502	100,00
(30-70) DAÑO SEVERO	0	0,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

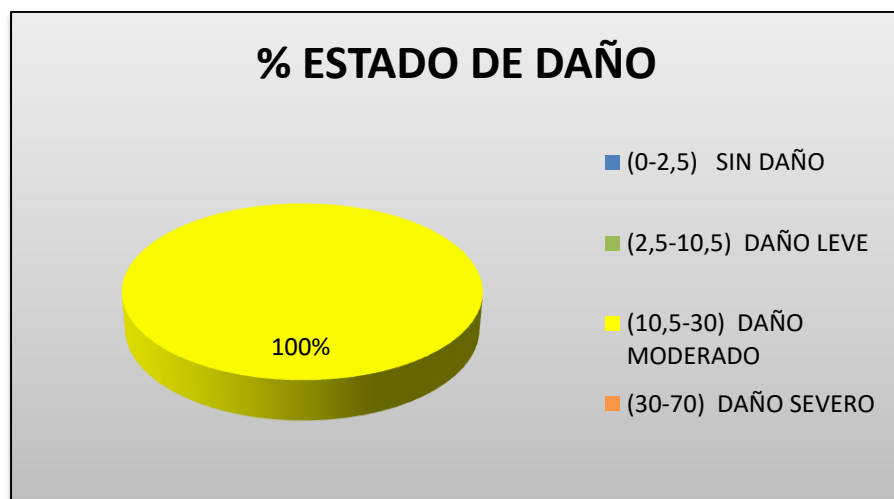


Gráfico 7: **Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o=0.3g$**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

ESTADO DE DAÑO SECTOR1	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	57	3,79
(>70) DAÑO COMPLETO	1445	96,21

Fuente: Elaboración Propia

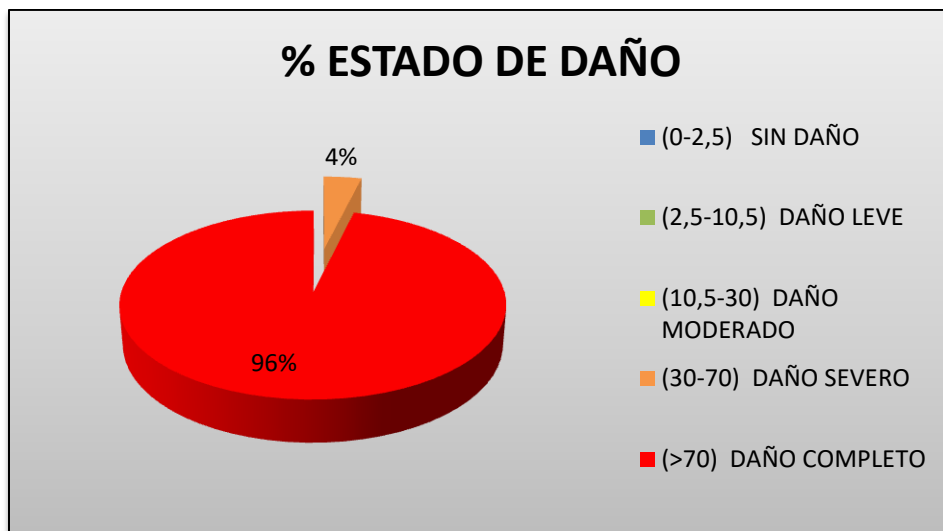


Gráfico 8: **Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o=0.7g$**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Índices de Perdida en sector 2

				INDICE DE PERDIDAS		
SECTOR	TIPO	CANTIDAD	NORMA	Ao=0,1	Ao=0,3	Ao=0,7
2	3	143	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	5,93	40,69	82,72
	4	170	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,38	53,09	89,52
	5	163	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	38,82	79,77
	7	4	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	38,82	79,77
	8	12	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	38,82	79,77
	9	7	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,68	36,16	74,75
	11	40	NORMA DE 1998 (COVENIN.1998)	13,29	62,83	93,48
	12	96	NORMA DE 1998 (COVENIN.1998)	10,13	49,2	85,82
	15	64	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	5,16	23,78	58,59
	18	1	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	2,94	18,47	55,74
	19	1	NORMA DE 1998 (COVENIN.1998)	2,94	18,47	55,74
	16B	1	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,9	19,45	55,31
	17B	1	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	2,59	23,55	66,78

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

Estado de Daño para Ao=0. 1g

ESTADO DE DAÑO SECTOR2	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	663	94,31
(10,5-30) DAÑO MODERADO	40	5,69
(30-70) DAÑO SEVERO	0	0,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

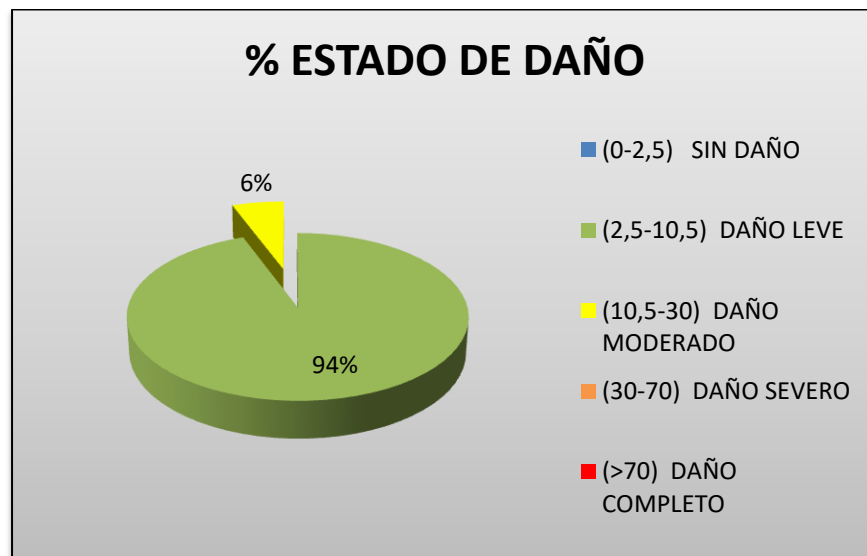


Gráfico 9: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o=0.1g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

ESTADO DE DAÑO SECTOR2	SUB	%
------------------------	-----	---

	TOTAL	
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	68	9,67
(30-70) DAÑO SEVERO	635	90,33
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

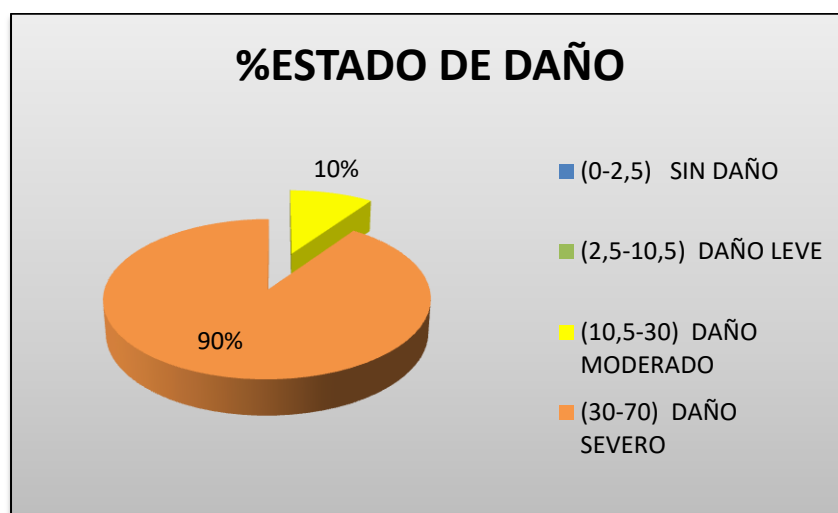


Gráfico 10: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o=0.3g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla17

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

ESTADO DE DAÑO SECTOR2	SUB TOTAL	%
------------------------	--------------	---

(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	68	9,67
(>70) DAÑO COMPLETO	635	90,33

Fuente: Elaboración Propia

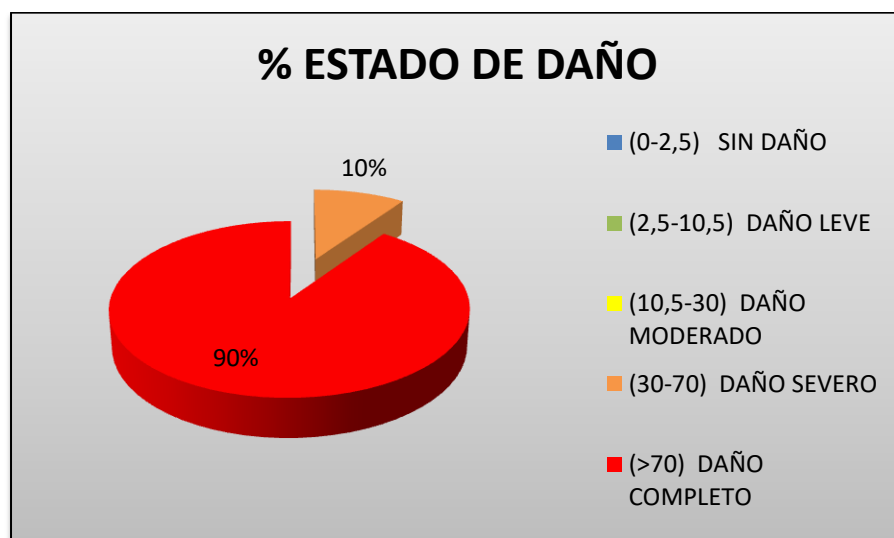


Gráfico 11: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o=0.7g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

Índices de Perdida en sector 3

				INDICE DE PERDIDAS		
SECTOR	TIPO	CANTIDAD	NORMA	$A_o=0,1$	$A_o=0,3$	$A_o=0,7$
3	1	216	NORMA DE 1967 (MOP.1967)	0,039	10,25	56,96
	2	4	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	3,06	55,25	93,65
	3	598	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	5,93	40,69	82,72

4	351	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,38	53,09	89,52
5	471	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	38,82	79,77
6	2	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,38	53,09	89,52
7	1	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	38,82	79,77
8	4	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	38,82	79,77
9	26	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,68	36,16	74,75
11	228	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	13,29	62,83	93,48
12	730	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,13	49,2	85,82
14	6	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,37	32,09	67,62
20	1	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,9	19,45	55,31
21	3	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,64	28,7	67,62
22	2	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	14,95	66,21	94,6
23	2	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	13,29	62,83	93,48
24	1	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	5,22	29,67	70,52
16A	1	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,84	47,7	83,79
17A	1	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	14,95	66,21	94,6
17B	2	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	2,59	23,55	66,78
25A	25	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	39,87	79,77
25C	1	NORMA DE 1967 (MOP.1967)	55,76	95,01	99,82
26A	18	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,32	49,2	85,82
27A	16	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,93	44,68	81,61
28A	16	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	13,29	62,83	93,48
29A	12	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,32	49,2	85,82
30A	5	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,93	44,68	81,61
31A	1	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	8,65	36,96	72,11
33A	14	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,32	49,2	85,82
34A	6	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,93	44,68	81,61

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Estado de Daño para Ao=0. 1g

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
--------------------	--------------	---

(0-2,5) SIN DAÑO	216	7,81
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	2297	83,10
(10,5-30) DAÑO MODERADO	250	9,04
(30-70) DAÑO SEVERO	1	0,04
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

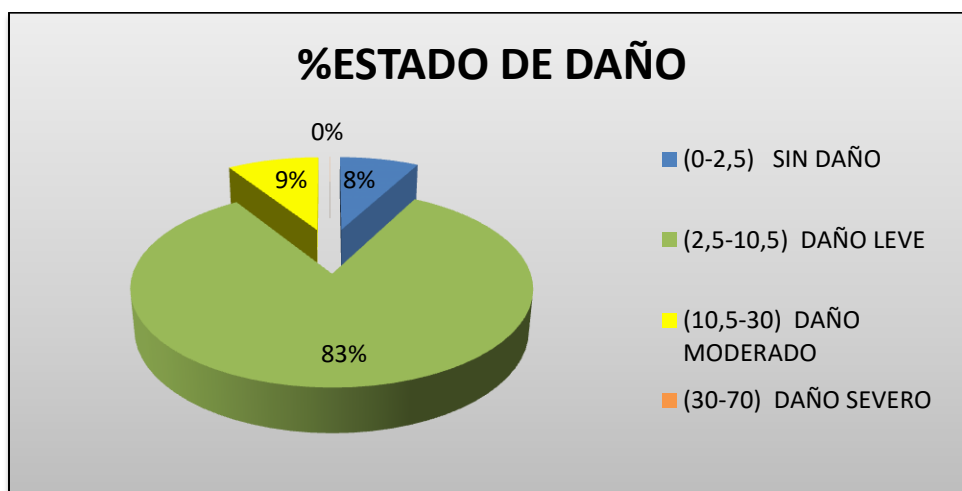


Gráfico 12: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o=0.1g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	216	7,81

(10,5-30) DAÑO MODERADO	7	0,25
(30-70) DAÑO SEVERO	2540	91,90
(>70) DAÑO COMPLETO	1	0,04

Fuente: Elaboración Propia

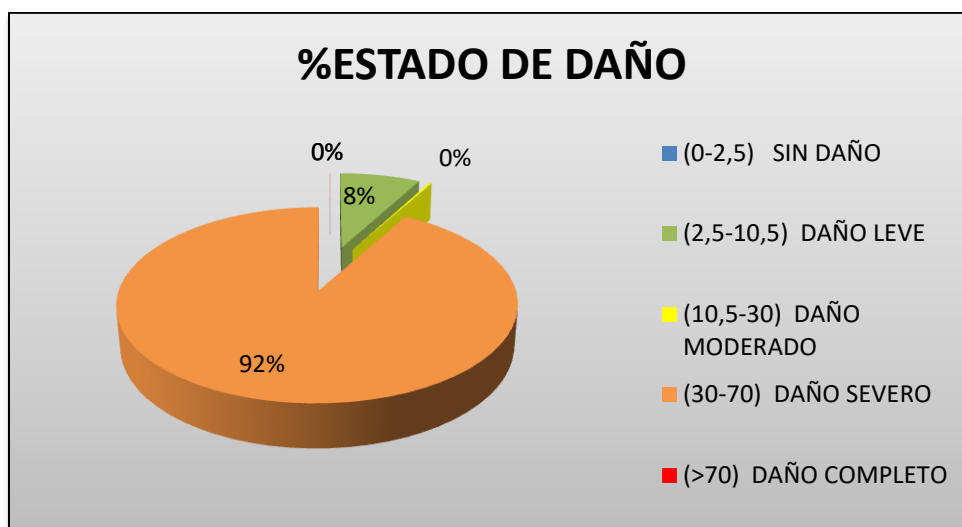


Gráfico 13: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o=0.3g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0	0,00

(30-70) DAÑO SEVERO	228	8,25
(>70) DAÑO COMPLETO	2536	91,75

Fuente: Elaboración Propia

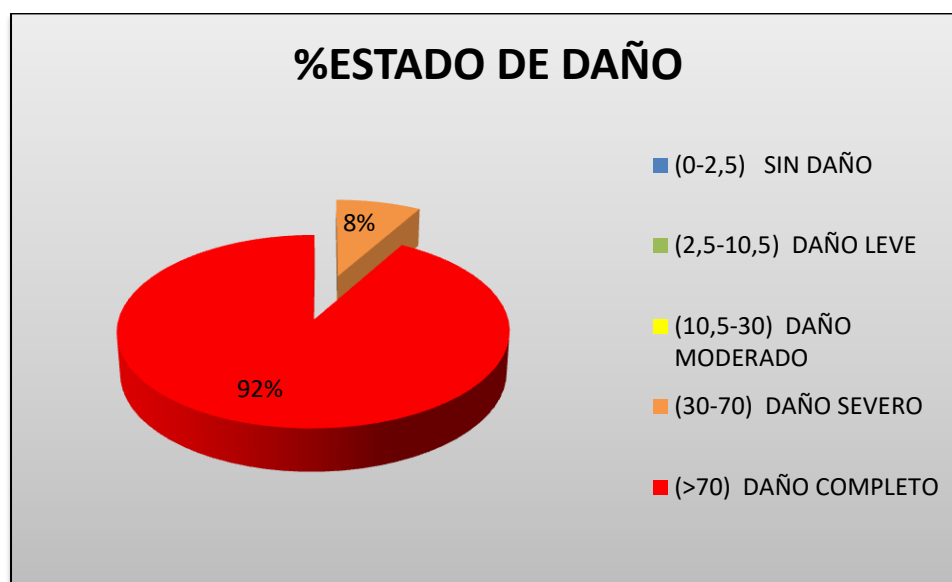


Gráfico 14: **Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o=0.7g$**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22

Índices de Perdida en sector 4

				INDICE DE PERDIDAS		
SECTOR	TIPO	CANTIDAD	NORMA	$A_o=0,1$	$A_o=0,3$	$A_o=0,7$
4	25A	19	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	7,8	39,87	79,77
	25B	53	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	5,63	37,68	80,47
	26A	16	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,32	49,2	85,82
	26B	26	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,47	20,37	59,03

27A	2	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,93	44,68	81,61
27B	5	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	6,35	28,38	67,45
28A	2	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	13,29	62,83	93,48
28B	10	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,35	27,24	71,18
29A	2	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,32	49,2	85,82
29B	15	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	5,29	27,5	68,47
30A	9	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,93	44,68	81,61
30B	2	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,09	16,83	50,6
31B	3	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	5,97	24,1	58,73
32A	4	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	13,29	62,83	93,48
32B	6	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	5,1	35,33	78,79
33A	9	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	10,32	49,2	85,82
33B	62	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	3,89	22	61,44
34B	13	NORMA DE 2001 (COVENIN.2001)	6,35	28,38	67,45
35	6	NORMA DE 1982 (COVENIN.1982)	9,95	46,59	83,82

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

Estado de Daño para $A_o=0.1g$

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	258	97,73
(10,5-30) DAÑO MODERADO	6	2,27
(30-70) DAÑO SEVERO	0	0,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

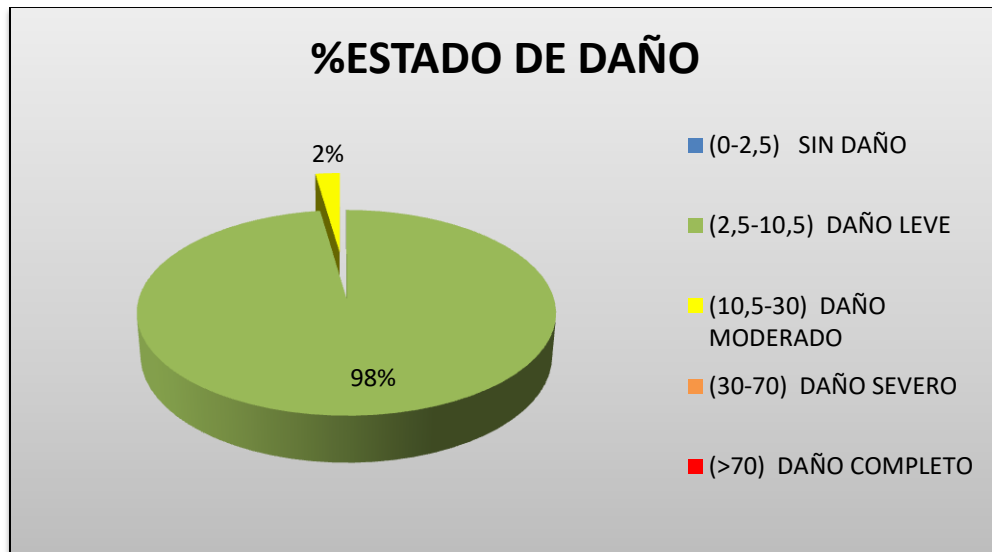


Gráfico 15: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o=0.1g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	136	51,52
(30-70) DAÑO SEVERO	128	48,48
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

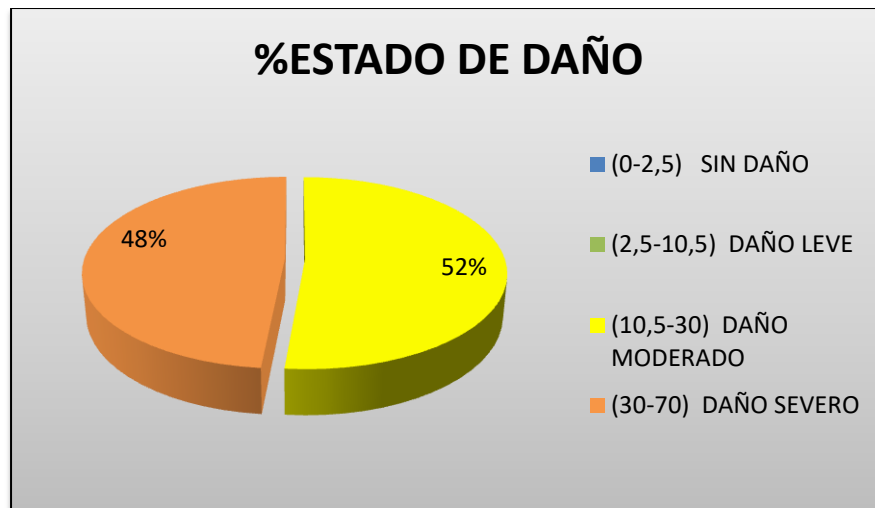


Gráfico 16: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o=0.3g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

ESTADO DE DAÑO SECTOR4	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	126	47,73
(>70) DAÑO COMPLETO	138	52,27

Fuente: Elaboración Propia

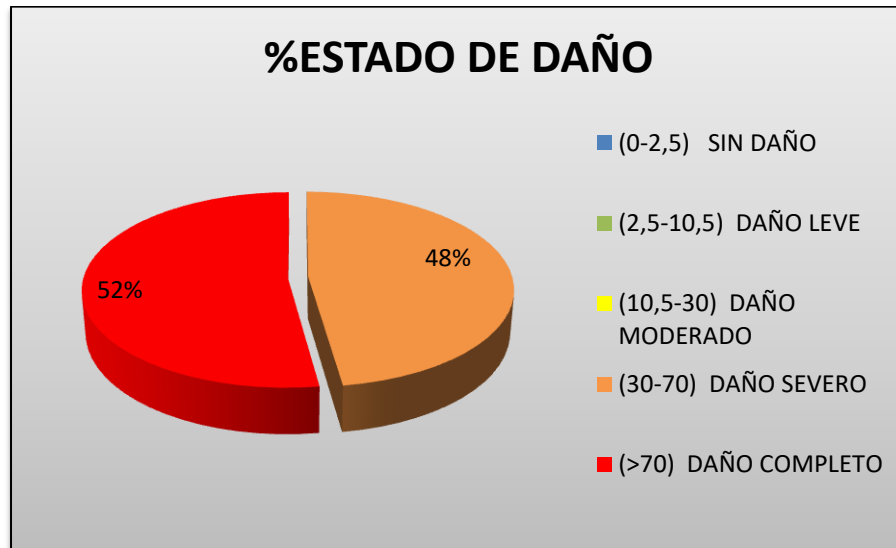


Gráfico 17: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o=0.7g$

Fuente: Elaboración Propia

Resultados totales de Índice de Pérdida y Estado de Daño para la zona en estudio

TIPO	INDICE DE PERDIDAS						
	TOTALES	Ao 0,1 g					
		Ip	SIN DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO	COMPLETO
1	216	0,039	0,99	0	0	0	0
2	4	3,06	0,89	0,06	0,01	0,01	0,02
3	742	5,93	0,28	0,27	0,42	0,01	0
4	521	9,38	0,12	0,23	0,58	0,04	0
5	634	7,8	0,11	0,25	0,6	0,02	0
6	2	9,38	0,12	0,23	0,58	0,04	0
7	5	7,8	0,11	0,25	0,6	0,02	0
8	16	7,8	0,11	0,25	0,6	0,02	0
9	33	7,68	0,1	0,25	0,62	0,01	0
11	268	13,29	0,05	0,16	0,66	0,08	0,01
12	826	10,13	0,04	0,18	0,71	0,04	0
13	1445	3,73	0,44	0,26	0,28	0	0
14	6	7,37	0,1	0,26	0,61	0,01	0
15	118	5,16	0,24	0,31	0,43	0	0
16A	1	2,94	0,49	0,27	0,23	0	0
16B	1	2,94	0,49	0,27	0,23	0	0
17A	1	3,9	0,36	0,31	0,32	0	0
17B	4	3,64	0,45	0,25	0,28	0	0
18	1	14,95	0,03	0,14	0,68	0,11	0,02
19	1	13,29	0,05	0,16	0,66	0,08	0,01
20	1	5,22	0,26	0,3	0,42	0	0
21	3	9,95	0,04	0,18	0,71	0,04	0
22	2	10,84	0,03	0,15	0,76	0,05	0
23	2	3,9	0,36	0,31	0,32	0	0
24	1	14,95	0,03	0,14	0,68	0,11	0,02
25A	44	2,59	0,57	0,22	0,2	0	0
25B	53	7,8	0,11	0,25	0,6	0,02	0
25C	1	5,63	0,28	0,27	0,42	0,01	0
26A	34	55,76	0	0	0,22	0,48	0,29
26B	29	10,32	0,04	0,18	0,71	0,04	0
27A	16	3,47	0,42	0,29	0,27	0	0
27B	6	9,93	0,04	0,1	0,7	0,04	0
28A	20	6,35	0,15	0,29	0,54	0	0
28B	3	13,29	0,05	0,16	0,66	0,08	0,01
29A	14	3,35	0,48	0,24	0,25	0	0
29B	15	10,32	0,04	0,18	0,71	0,04	0
30A	14	5,29	0,24	0,3	0,43	0	0
30B	4	9,93	0,04	0,18	0,73	0,04	0
31A	1	3,09	0,46	0,29	0,24	0	0
31B	3	8,65	0,06	0,21	0,7	0,02	0
32A	4	5,97	0,17	0,3	0,51	0	0
32B	6	13,29	0,05	0,16	0,66	0,08	0,01
33A	23	5,1	0,32	0,27	0,38	0,01	0
33B	63	10,32	0,04	0,18	0,71	0,04	0
34A	6	3,89	0,37	0,3	0,31	0	0
34B	14	9,93	0,04	0,18	0,73	0,04	0
35	6	6,35	0,15	0,29	0,54	0	0

Figura 47: Índices de Perdidas para un $A_0 = 0,1$ g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

Porcentaje total de Índice de pérdidas para $A_0 = 0.1g$

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	216	4,13
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	4892	93,48
(10,5-30) DAÑO MODERADO	119	2,27
(30-70) DAÑO SEVERO	6	0,11
(>70) DAÑO COMPLETO	0	0,00

Fuente: Elaboración Propia

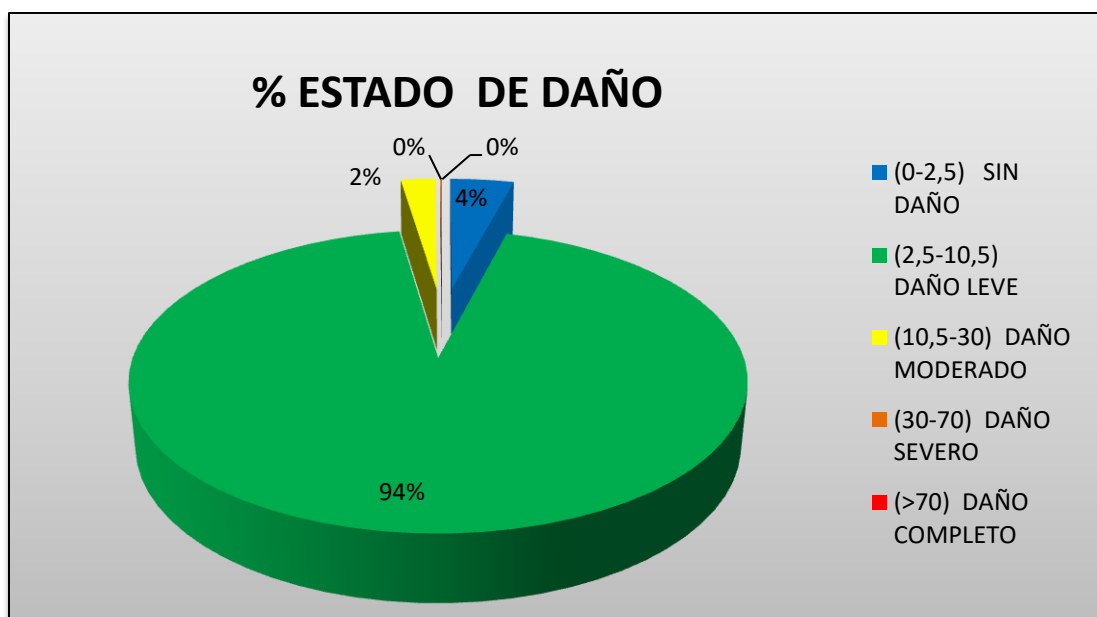


Gráfico 18: Porcentajes de Estado de Daño total para un $A_0 = 0,1$ g

Fuente: Elaboración Propia

TIPO	INDICE DE PERDIDAS						
	TOTALES	Ao 0,3g					
		Ip	SIN DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO	COMPLETO
1	216	10,25	0,53	0,2	0,12	0,07	0,04
2	4	55,25	0,06	0,15	0,13	0,22	0,42
3	742	40,69	0	0,01	0,43	0,34	0,17
4	521	53,09	0	0	0,27	0,43	0,28
5	634	38,82	0	0	0,41	0,45	0,13
6	2	53,09	0	0	0,27	0,43	0,28
7	5	38,82	0	0	0,41	0,45	0,13
8	16	38,82	0	0	0,41	0,45	0,13
9	33	36,16	0	0	0,45	0,45	0,08
11	268	62,83	0	0	0,17	0,43	0,39
12	826	49,2	0	0	0,28	0,51	0,2
13	1445	29,18	0	0,02	0,6	0,27	0,09
14	6	32,09	0	0	0,5	0,45	0,04
15	118	23,78	0	0,01	0,66	0,3	0,01
16A	1	18,47	0	0,03	0,76	0,16	0,02
16B	1	18,47	0	0,03	0,76	0,16	0,02
17A	1	19,45	0	0,02	0,75	0,19	0,01
17B	4	28,7	0	0,02	0,6	0,27	0,08
18	1	66,21	0	0	0,13	0,42	0,43
19	1	62,83	0	0	0,17	0,43	39
20	1	29,67	0	0,01	0,57	0,34	0,06
21	3	46,59	0	0	0,3	0,51	0,17
22	2	47,7	0	0	0,27	0,55	0,17
23	2	19,45	0	0,02	0,75	0,19	0,01
24	1	66,21	0	0	0,13	0,42	0,43
25A	44	23,55	0	0,04	0,62	0,21	0,06
25B	53	39,87	0	0	0,41	0,45	0,13
25C	1	37,68	0	0,01	0,48	0,35	0,14
26A	34	95,01	0	0	0	0,09	0,9
26B	29	49,2	0	0	0,28	0,51	0,2
27A	16	20,37	0	0,02	0,73	0,2	0,02
27B	6	44,68	0	0	0,31	0,53	0,14
28A	20	28,38	0	0	0,59	0,34	0,05
28B	3	62,83	0	0	0,17	0,43	0,39
29A	14	27,24	0	0,03	0,62	0,25	0,08
29B	15	49,2	0	0	0,28	0,51	0,2
30A	14	27,5	0	0,01	0,62	0,3	0,05
30B	4	44,68	0	0	0,31	0,53	0,14
31A	1	16,83	0	0,03	0,79	0,15	0,01
31B	3	36,96	0	0	0,41	0,52	0,07
32A	4	24,1	0	0	0,66	0,31	0,01
32B	6	62,83	0	0	0,17	0,43	0,39
33A	23	35,33	0	0,01	0,51	0,34	0,13
33B	63	49,2	0	0	0,28	0,51	0,2
34A	6	22	0	0,02	0,71	0,22	0,03
34B	14	44,68	0	0	0,32	0,53	0,15
35	6	28,38	0	0	0,59	0,34	0,05

Figura 48: Índices de Perdidas para un $A_0 = 0,3 g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27

Porcentaje total de Índice de pérdidas para $A_0 = 0.3g$

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	216	4,13
(10,5-30) DAÑO MODERADO	4627	88,42
(30-70) DAÑO SEVERO	384	7,34
(>70) DAÑO COMPLETO	6	0,11

Fuente: Elaboración Propia

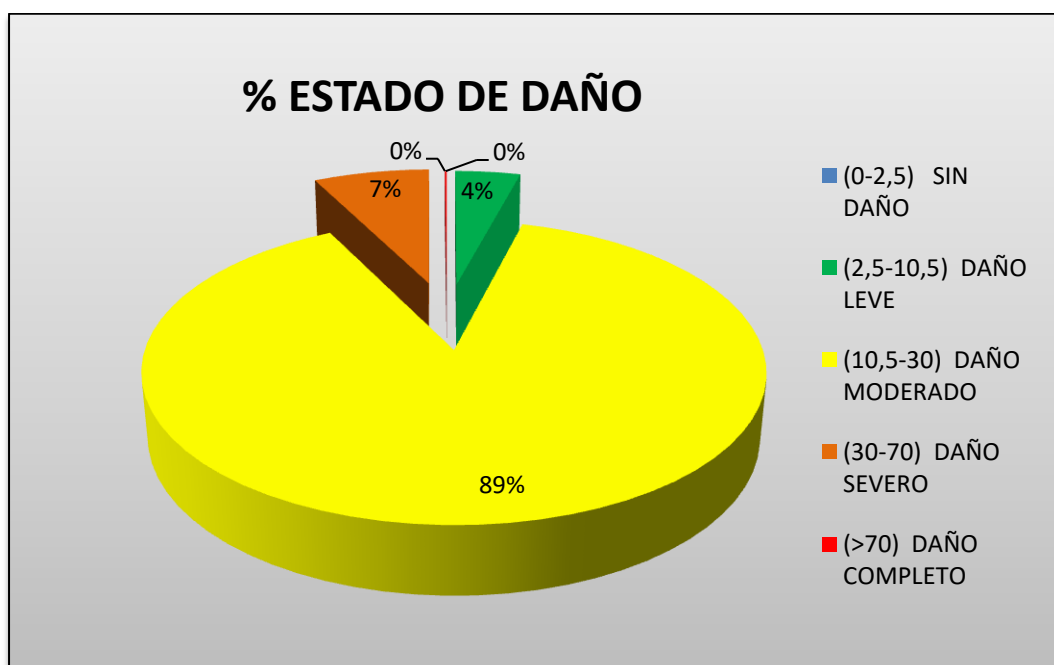


Gráfico19: Porcentajes de Estado de Daño total para un $A_0 = 0,3$ g

Fuente: Elaboración Propia

TIPO	INDICE DE PERDIDAS						
	TOTALES	Ao 0,7g					
		Ip	SIN DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO	COMPLETO
1	216	56,96	0,02	0,08	0,18	0,31	0,39
2	4	93,65	0	0	0,01	0,09	0,88
3	742	82,72	0	0	0,03	0,28	0,68
4	521	89,52	0	0	0,01	0,18	0,79
5	634	79,77	0	0	0,02	0,35	0,61
6	2	89,52	0	0	0,01	0,18	0,79
7	5	79,77	0	0	0,02	0,35	0,61
8	16	79,77	0	0	0,02	0,35	0,61
9	33	74,75	0	0	0,03	0,44	0,52
11	268	93,48	0	0	0	0,12	0,87
12	826	85,82	0	0	0,01	0,26	0,75
13	1445	73,11	0	0	0,08	0,38	0,53
14	6	67,62	0	0	0,04	0,56	0,38
15	118	58,59	0	0	0,1	0,63	0,25
16A	1	55,74	0	0	0,2	0,51	0,27
16B	1	55,74	0	0	0,2	0,51	0,27
17A	1	55,31	0	0	0,18	0,56	0,25
17B	4	67,62	0	0	0,04	0,56	0,38
18	1	94,6	0	0	0	0,1	0,9
19	1	93,48	0	0	0	0,12	0,87
20	1	70,52	0	0	0,07	0,45	0,46
21	3	83,82	0	0	0,01	0,29	0,68
22	2	83,79	0	0	0,01	0,3	0,68
23	2	55,31	0	0	0,18	0,56	0,25
24	1	94,6	0	0	0	0,1	0,89
25A	44	66,78	0	0	0,13	0,42	0,44
25B	53	79,77	0	0	0,02	0,35	0,61
25C	1	80,47	0	0	0,04	0,31	0,64
26A	34	99,82	0	0	0	0	0,99
26B	29	85,82	0	0	0,01	0,26	0,72
27A	16	59,03	0	0	0,16	0,51	0,31
27B	6	81,61	0	0	0,01	0,34	0,64
28A	20	67,45	0	0	0,07	0,51	0,4
28B	3	93,48	0	0	0	0,12	0,87
29A	14	71,18	0	0	0,1	0,39	0,5
29B	15	85,82	0	0	0,01	0,26	0,72
30A	14	68,47	0	0	0,08	0,47	0,44
30B	4	81,61	0	0	0,01	0,34	0,64
31A	1	50,6	0	0	0,23	0,55	0,2
31B	3	72,11	0	0	0,03	0,51	0,46
32A	4	58,73	0	0	0,1	0,63	0,25
32B	6	93,48	0	0	0	0,12	0,87
33A	23	78,79	0	0	0,05	0,32	0,61
33B	63	85,82	0	0	0,01	0,26	0,72
34A	6	61,44	0	0	0,14	0,51	0,34
34B	14	81,61	0	0	0,02	0,34	0,64
35	6	67,45	0	0	0,07	0,51	0,4

Figura 49: Índices de Perdidas para un $A_0 = 0,7$ g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28

Porcentaje total de Índice de pérdidas para $A_0 = 0.7$

INDICE DE PERDIDAS	SUB TOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	4838	92,45
(>70) DAÑO COMPLETO	395	7,55

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico 20: Porcentajes de Estado de Daño total para un $A_0 = 0,7$ g

Fuente: Elaboración Propia

FASE VII ELABORACION DE MAPAS

Anexo A: Mapa de Tipologías Constructivas en el Municipio San Diego.

Anexo B: Mapa de Estado de Daño con $A_0=0.1g$ en el Municipio San Diego.

Anexo C: Mapa de Estado de Daño con $A_0=0.3g$ en el Municipio San Diego.

Anexo D: Mapa de Estado de Daño con $A_0=0.3g$ en el Municipio San Diego.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Analizados los resultados del presente trabajo de investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

1. Fue posible clasificar y agrupar las edificaciones de acuerdo a las características constructivas, año de construcción y numero de niveles obteniendo un total de 35 tipologías.
2. La planilla de inspección fue de mucha importancia al momento de la recolección de información estructural de las edificaciones para el cálculo de las curvas de fragilidad, sin embargo cabe destacar que parte de los datos suministrados para este cálculo son apreciativos, por la imposibilidad de acusar a las edificaciones.
3. La aplicación CFSEV fue de mucha utilidad para construir las curvas de fragilidad, a pesar de las limitantes como el numero de niveles, sin embargo en este sector del municipio se pudo abarcar la casi totalidad de las edificaciones, ya que la mayoría son de uno y dos pisos.

4. En lo que corresponde a estados de daño se puede afirmar que el sector 1 se diseñó con la norma sismoresistente actual, y por ende se observó a través de los resultados, que dicho sector es el que adopta el mejor comportamiento para disipar energía ante un evento sísmico, por el contrario se observó que los sectores 2 y 3 son los más vulnerables ante un evento sísmico, en vista de que los índices de pérdidas desde un principio fueron muy elevados, y esto en consecuencia podría ocasionarle un estado de daño completo a las edificaciones encontradas en dichos sectores. Cabe destacar que dentro del sector 3, las edificaciones de tipología mampostería confinada tuvieron estados de daños muy bajos, esto debido al poco peso estructural presente en la misma, el cual es un factor fundamental ante un evento sísmico. En cuanto a la tipología estructural, se observó que las estructuras tipo: 2, 4, y 6 presentaron mayor índice de pérdidas con respecto al resto.
5. De acuerdo a los resultados obtenidos puede afirmarse que las estructuras diseñadas con la Norma Sísmica Venezolana COVENIN 1756- 01-2001 analizadas para los diferentes valores de Coeficientes de Aceleración Horizontal (A_0), fueron las que mostraron un mejor comportamiento sismoresistente, lo que se evidencia en los porcentajes obtenidos para el sismo normativo ($A_0=0,3g$)

RECOMENDACIONES

1. Exhortar a las alcaldías y entes gubernamentales a facilitar los planos de sectorización y urbanismos del territorio para este tipo de estudio, y que tengan un catastro actualizado de todas las estructuras existentes en todas las poblaciones.
2. Que el Software Curva de Fragilidad Sísmica Para Escuelas de Venezuela (CFSEV).tenga un alcance menos limitado, ya que permitiría un estudio más exacto y amplio de las Tipologías estructurales, ya sea en elevación por la cantidad de niveles o el estudio de estructuras atípicas como silos de gran almacenamiento entre otros, así como la incorporación de características mas representativas del sistema estructural como calidad de los materiales, tamaño de secciones, entre otros..
3. Promover la aplicación del Software Curva de Fragilidad Sísmica Para Escuelas de Venezuela (CFSEV), con el fin de estimar el índice de pérdida probable de las estructuras en el país, y estar preparados para un eventual evento natural (sismo).
4. Debido al comportamiento observado, se evidencio que la tipología mas vulnerable fue la de mampostería no confinada se recomienda realizar campanas de concientización para evitar el uso de este tipo de construcción. Así mismo la tipología con mejor comportamiento resulto ser la correspondientes a edificios prefabricados, por lo que se recomienda realizar estudios mas profundos ya que este resultado no toma en cuenta las deficiencias de conexiones presentes en estas estructuras.
5. Promedio de los resultados obtenidos se recomienda a los entes encargados, tomar acciones a fin de mejorar y acondicionar las estructuras que resultaron más vulnerables, y de esta forma evitar pérdidas más lamentables ante la ocurrencia de un evento sísmico.

REFERENCIAS

1. Referencias Bibliográficas

- Alonso, J. (2007). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*, Fondo Editorial SIDETUR.
- Blandón Valencia, John (2011). *Generación de Curvas de Fragilidad y Escenario de Vulnerabilidad Sísmica a partir de Modelos Teóricos e Información Catastral*. Ciudad de Medellín. V Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica.
- COVENIN (1982). *COVENIN 1756- 82 Edificaciones antisísmicas*.
- COVENIN (1998). *COVENIN 1756- 98 Edificaciones sismorresistentes*.
- COVENIN (2001). *COVENIN 1756; 2001 Edificaciones sismorresistentes*.
- MOP (1967), *Norma Provisional para construcciones antisísmicas*.
- Gustavo Coronel, Oscar A. López y Nelson Betancourt (2010). *Evaluación de niveles de riesgo sísmico en escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad en Venezuela*.
- Hernández Julio Javier (2009). *Confiabilidad Sísmica-Estructural de edificaciones Existentes de Caracas*. Proyecto Pensar en Venezuela.
- Velásquez Vargas José Martín (2006). *Estimación de pérdidas por sismo en edificios peruanos mediante Curvas de Fragilidad analíticas*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Normas APA-UPEL (2010). *Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Editorial FUDEPEL.
- Norma Venezolana COVENIN - MINDUR 1756:2001. *Edificaciones Sismorresistente*. Caracas Octubre 2007.
- Rojas Gil, Romme José (2010). *Curvas de Fragilidad Sísmica para Edificios Aporticados de Concreto Reforzado de Poca Altura*. Trabajo de Grado, Universidad Central de Venezuela.

2. Referencia Electrónica

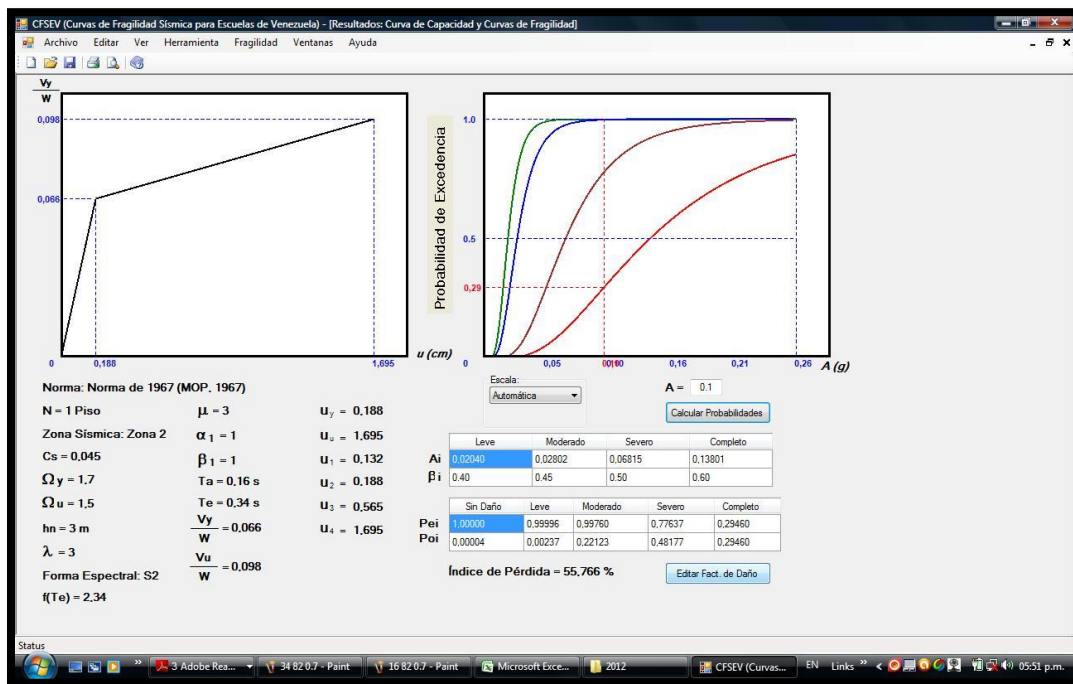
- Alcaldía de San Diego. Sitio Oficial de la Alcaldía de San Diego. Extraído el 11 de Mayo desde: <http://alcaldiaSandiego.gov.ve/>
- FUNVISIS (2011). Disponible en: www.funvisis.org.ve.
- Google Maps Imágenes Mapas y Referencias. Extraído el 25 Mayo de desde: <http://maps.google.es/>

ANEXOS

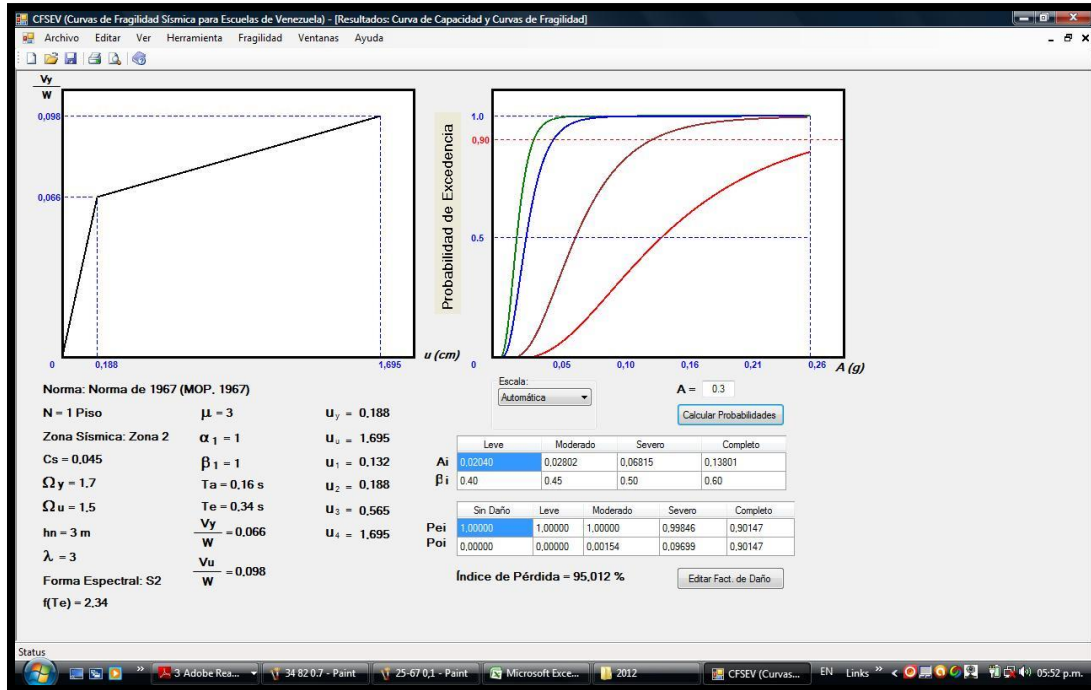
ANEXOS

En las siguientes figuras se muestran las Curvas de Fragilidad común para los siguientes grupos de edificaciones:

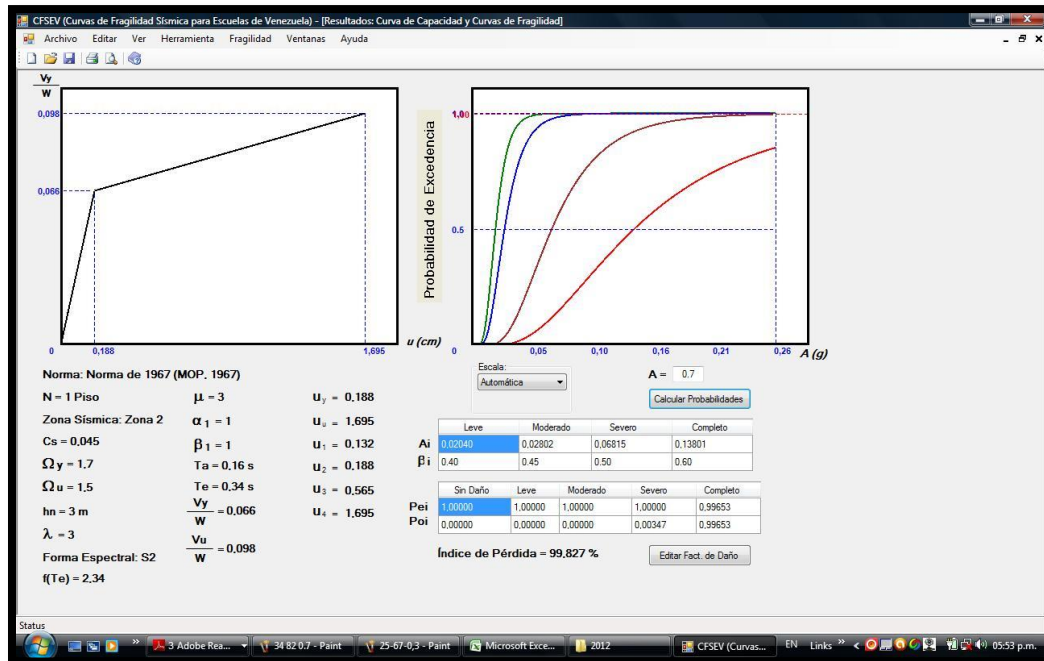
Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 25C, Norma COVENIN 1967(MOP, 1967) para un valor de $A_0 = 0.1g$



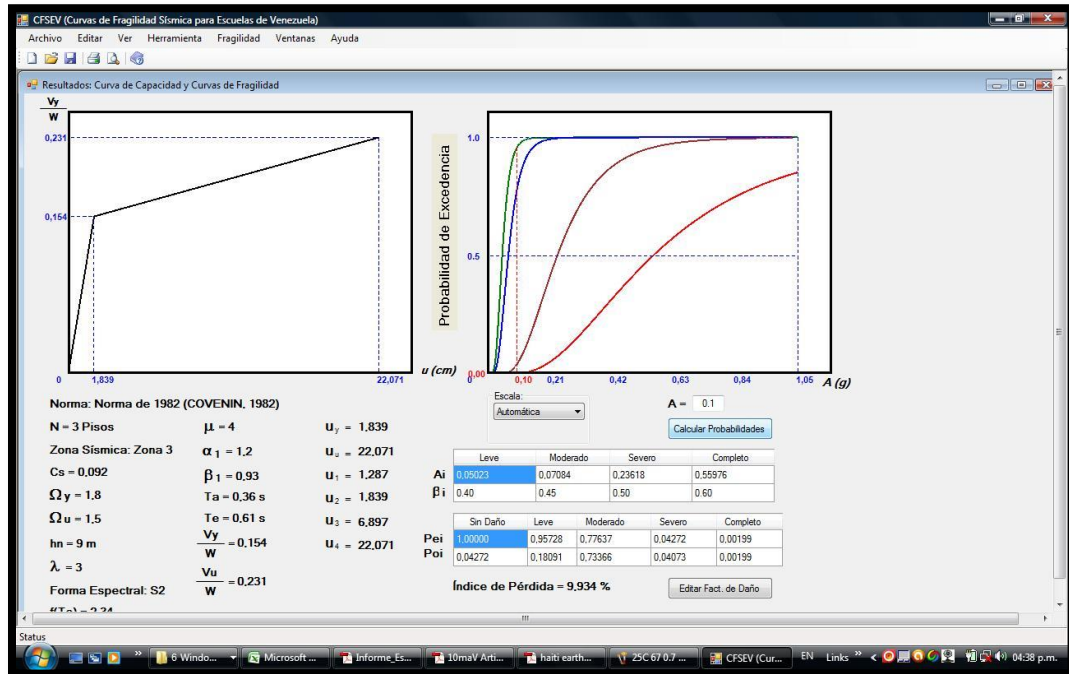
Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 25C, Norma COVENIN 1967(MOP, 1967), para un valor de $A_0 = 0.3g$



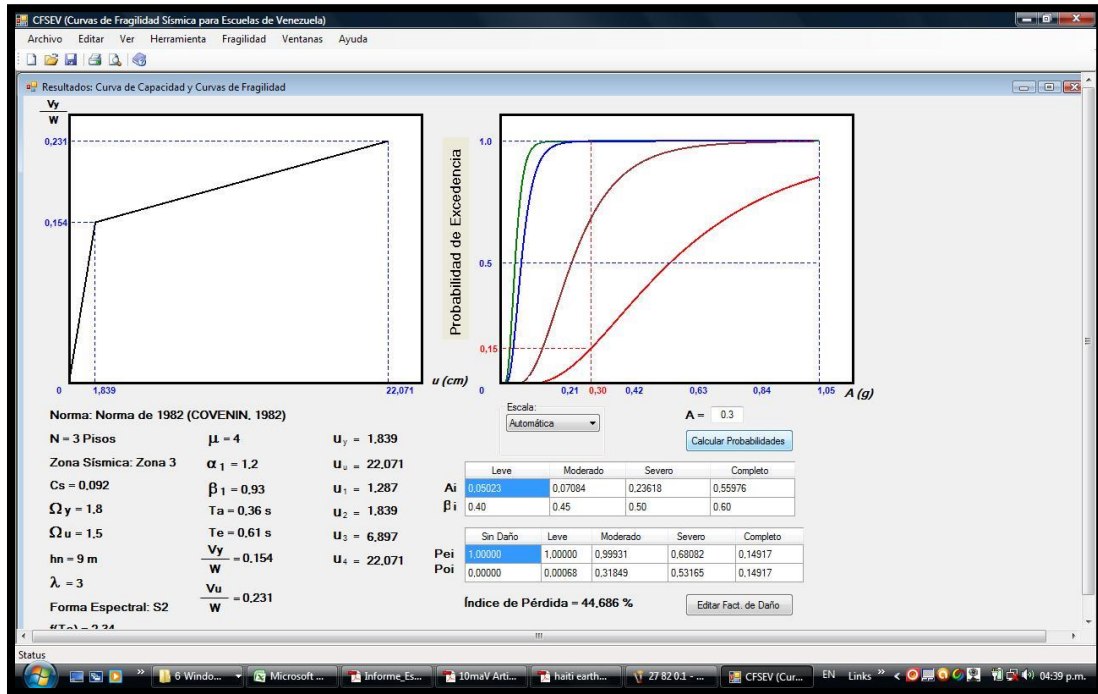
Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 25C, Norma COVENIN 1967(MOP, 1967), para un valor de $A_o = 0.7g$



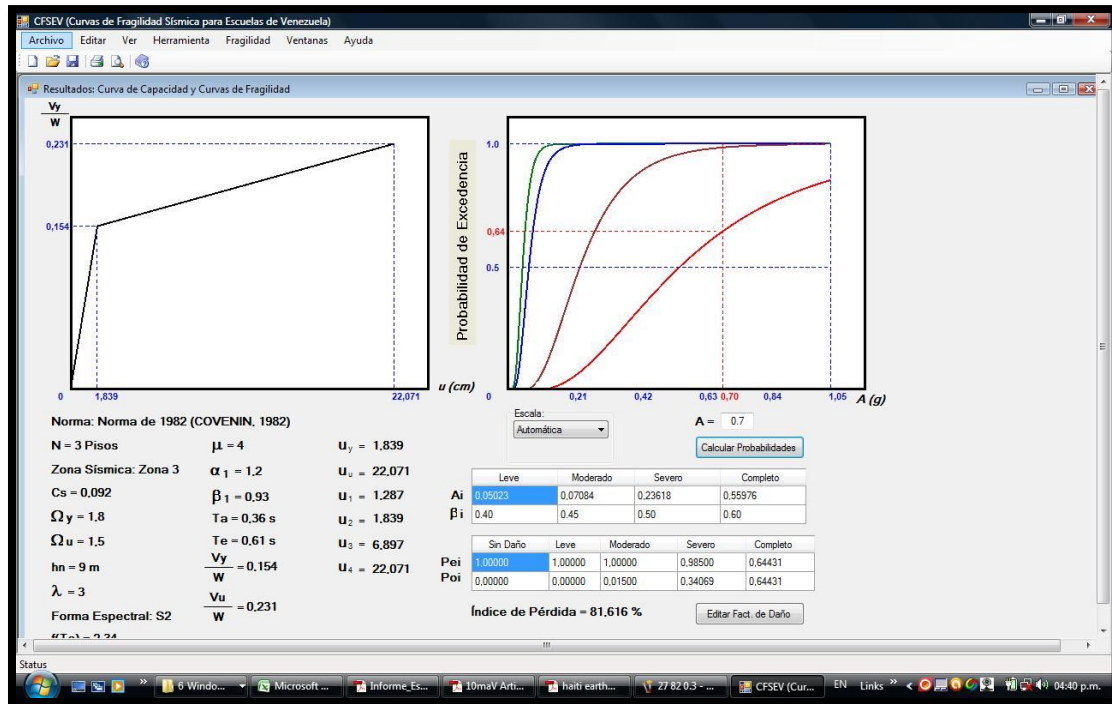
Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 27A, Norma COVENIN 1982, para un valor de $A_0 = 0.1g$



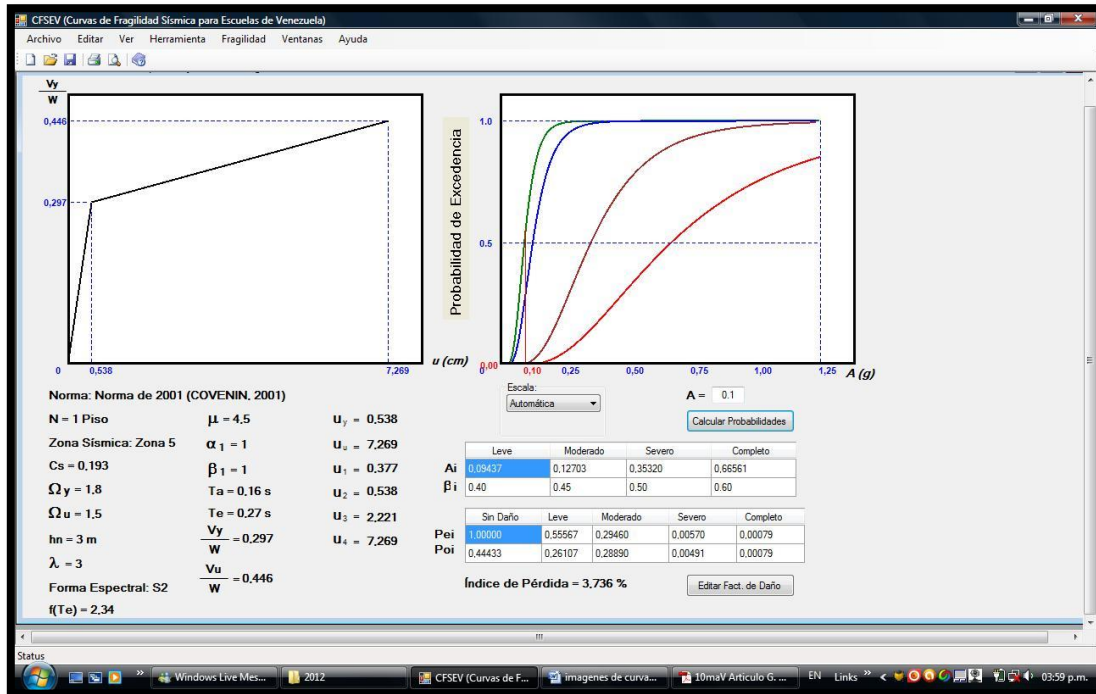
Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 27A, Norma COVENIN 1982, para un valor de $A_0 = 0.3g$



Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 27A, Norma COVENIN 1982, para un valor de $A_0 = 0.7g$



Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 13, Norma COVENIN 1756-01-2001, para un valor de $A_0 = 0.1g$



CFSEV (Curvas de Fragilidad Sísmica para Edificios de Venezuela)

Archivo Editar Ver Herramienta Fragilidad Ventanas Ayuda

Norma: Norma de 2001 (COVENIN, 2001)

N = 1 Piso $\mu = 4.5$ $u_0 = 0.538$

Zona Sísmica: Zona 5 $\alpha_1 = 1$ $u_1 = 0.377$

$C_s = 0.193$ $\beta_1 = 1$ $u_2 = 0.538$

$\Omega_y = 1.8$ $T_a = 0.16 \text{ s}$ $u_3 = 2.221$

$\Omega_u = 1.5$ $T_e = 0.27 \text{ s}$ $u_4 = 7.269$

$h_n = 3 \text{ m}$ $\frac{V_y}{W} = 0.297$

$\lambda = 3$ $\frac{V_u}{W} = 0.446$

Forma Espectral: S2

f(Te) = 2.34

Gráfico de Probabilidad de Excedencia vs A (g)

Escala: Automática

A = 0.3

Calcular Probabilidades

	Leve	Moderado	Severo	Completo
Ai	0.09437	0.12703	0.35320	0.66561
βi	0.40	0.45	0.50	0.60

	Sin Daño	Leve	Moderado	Severo	Completo
Pei	1.00000	0.99807	0.97128	0.37070	0.09176
Poi	0.00193	0.02679	0.60058	0.27894	0.09176

Índice de Pérdida = 29.182 %

Editar Fact. de Daño

Status

Windows Live Mes... 2012

CFSEV (Curvas de F... Imágenes de curva... 10maV Artículo G... EN Links

04:02 p.m.

Curva de Fragilidad Sísmica correspondiente a una Tipología estructural 13, Norma COVENIN 1756-01-2001, para un valor de $A_o = 0.7g$

