

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**“EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS QUE PRESENTEN
VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE LECHERÍA,
MUNICIPIO TURÍSTICO EL MORRO LICENCIADO DIEGO BAUTISTA
URBANEJA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI”**

**REALIZADO POR:
LILIANA MARÍA DÍAZ MARTÍNEZ
NATACHA IVANOVA PATETE PÉREZ**

**Trabajo de Grado Presentado ante la Universidad de Oriente como
Requisito Parcial para Optar al Título de Ingeniero Civil.**

BARCELONA, 2011

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**“EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS QUE PRESENTEN
VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE LECHERÍA,
MUNICIPIO TURÍSTICO EL MORRO LICENCIADO DIEGO BAUTISTA
URBANEJA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI”**

REVISADO POR:

Ing. Juan Félix Díaz

Asesor Académico

BARCELONA, 2011

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**“EVALUACIÓN LAS ESTRUCTURAS QUE PRESENTEN
VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE LECHERÍA,
MUNICIPIO TURÍSTICO EL MORRO LICENCIADO DIEGO BAUTISTA
URBANEJA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI”**

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

Ing. Juan Félix Díaz

Asesor Académico

Ing. Esther Díaz

Jurado Principal

Ing. Jesús Moreno

Jurado Principal

BARCELONA, 2011



Resolución

De acuerdo con el Artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado:

***“Los Trabajos de Grado son de la Exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién deberá participarlo previamente al Consejo.*”**



Dedicatoria

A Dios a quien todo lo que le pido con fé, me concede.

A mis padres, Gustavo Díaz y Luisa de Díaz, por ser mis mejores maestros y guías del bien, por formar parte de tan espléndida fuente de apoyo y confianza como lo es mi familia. Los amo muchísimo.

A mis hermanas, Lilian y Lilianyer Díaz mis principales motivos de lucha. Espero nunca fallarles y que este esfuerzo les sirva de buen ejemplo.

Mi hermana, Lilianis Díaz †, por estar a mi lado acompañándome y cuidándome, se que desde donde estés te sientes muy orgullosa de mi mana
Anis.

A Jesús Moya, por brindarme su apoyo, compañía y su amor incondicional.

A mí misma, por haberme demostrado que lo que desde lejos se mira y se quiere, con esfuerzo se alcanza.



Dedicatoria

A Dios porque con él nada me falta.

A mis padres y a mis hermanos por su apoyo incondicional.



Agradecimientos

A Dios, por abrirnos siempre una puerta aunque otras se cierren.

A mis padres por siempre estar allí conmigo, por acompañarme en todo este trayecto de mi carrera, por todo el esfuerzo realizado para cumplir mis sueños, este logro no es solo mío, es de ustedes también.

A mis Hermanitas Lilian y Yanye por ser mis motivos para seguir adelante no importando las adversidades. A mi hermana Lilianis †, por ser mi ejemplo a seguir, por enseñarme que en la vida hay que luchar por lo que se quiere, que con amor, paciencia y perseverancia se logran los sueños, que no importa cuántas veces uno se caiga, lo que importa es si estas decidido a levantarte las veces que sea para seguir adelante, te doy gracias por ser mi Heroína, espero nunca defraudar la confianza que me dejaste cuando te fuiste, Te Amo hermana.

A Jesús moya, por todo su apoyo paciencia y compañía, demostrándome que mientras se lucha con esperanza y fe, las cosas mejoran y todo se soluciona.

A mis amigas Dome, Suli, Anirt, y Milagros por brindarme su amistad y apoyo incondicional. A mi amiga y compañera Natacha... ¡un placer haber estudiado y trabajado con usted colega!

A mis padrinos Jesús y Ligia, mis primas Jéslig y Jesdelig, por su apoyo, el cariño y agradecimiento no los borran los kilómetros de distancia.



A Mónica Paolini por su valiosa ayuda durante la elaboración del proyecto que fue más allá de lo que le correspondía. Muchísimas gracias por estar presente en cada etapa de la elaboración de esta investigación y compartir tus conocimientos y consejos.

Al Profesor Juan Félix Díaz por darnos a conocer este tema de tesis y por facilitarnos su conocimiento para la culminación de este proyecto.

Al Señor Szhmitz por orientarnos en este tema tan interesante y por prestarnos su apoyo, su orientación y su ayuda.

A FUNVISIS, a todo el personal que allí trabaja gracias por estar siempre a la disposición y atentos ante cualquier ayuda.

A la oficina de Urbanismo de la Alcaldía del Municipio Urbaneja por su amabilidad en prestarnos información necesaria durante la investigación de este proyecto.



Agradecimientos

A Dios, porque en él tengo puesta toda mi Fe y porque está ahí para levantarme cuando caigo.

A mi madre, mi ejemplo a seguir, mi fortaleza, mi mejor amiga, mi todo, porque a ti te debo todos mis éxitos en esta vida, esto no hubiera sido posible sin ti. A mi padre por estar ahí para ayudarme en lo que necesitaba, porque tú me enseñaste siempre a buscar la raíz de las cosas. A ambos por la enseñanza moral, intelectual y física que me han dado y por hacer que siempre quiera ser una mejor persona. A ti Negro por enseñarme que todo en esta vida es posible, por aconsejarme en los momentos indicados, por ser el mejor modelo a seguir y por mostrarme que no existen fronteras en esta vida. A Julio por darme las mejores lecciones.

Gracias por su paciencia por creer que sí puedo, por estar siempre ahí, por ser mis héroes los AMO.

A mi tía yuya, por ser como eres, una amiga incondicional, una fuente de vivencias interminables, por tu apoyo y ayuda en todo momento. A toda mi familia por creer que sí podía cumplir con esta meta, por estar ahí para ayudarme y apoyarme, porque a pesar de que ya estoy algo grande me siguen llamando bebe. Los quiero a todos.

A Harold por estar ahí siempre apoyándome y dándome fuerzas para culminar con este proyecto, por su compañía, por ser mi mejor amigo, porque me enseñaste que el que persevera alcanza.



A mi compañera de tesis, por ser la mejor compañera, por tu paciencia, por tu apoyo, por creer que sí podíamos, recuerda hay que fastidiar para poder conseguir las cosas. A Suli y Anirt nuestras compañeras de la universidad por ayudarme disfrutar de mi estancia en la universidad, chicas se les quiere.

A Mónica Paolini por su valiosa ayuda durante la elaboración del proyecto que fue más allá de lo que le correspondía. Muchísimas gracias por estar presente en cada etapa de la elaboración de esta investigación y compartir tus conocimientos y consejos.

Al Profesor Juan Félix Díaz por darnos a conocer este tema de tesis y por facilitarnos su conocimiento para la culminación de este proyecto.

Al Señor Szhmitz por guiarnos en este tema tan interesante y por prestarnos su apoyo, su orientación y su ayuda.

A FUNVISIS por facilitarnos toda la información, guiarnos y aconsejarnos en todo lo referente a nuestra tesis.

Gracias a todas aquellas personas que de alguna manera u otra hicieron posible la culminación de esta etapa de mi vida.



Resumen

La presente investigación está orientada al estudio de la vulnerabilidad y riesgo sísmico que pueden afectar a las edificaciones ubicadas en la zona de interés y de esta manera poder implementar ciertas medidas que ayuden a disminuir las pérdidas materiales y más importantes aún las pérdidas humanas, evitando así un mayor daño en el momento que ocurra un sismo.

El área de estudio se encuentra ubicada en el Estado Anzoátegui, delimitando al Norte con el Mar Caribe, al Sur con Municipio Bolívar, al Oeste con el Municipio Bolívar y al Este con el Municipio Sotillo, cubre una superficie de 367.025,62 hectáreas aproximadamente. Cabe destacar que el municipio pertenece a una zona sísmica 6, según la Norma COVENIN 1756 – 2001 para Edificaciones Sismorresistente. Con el fin de obtener una información sismológica sobre el municipio se planteo evaluar las estructuras que presenten vulnerabilidad y amenaza sísmica en la ciudad de Lecherías, Municipio Turístico el Morro Licenciado Diego Bautista Urbaneja del estado Anzoátegui. La metodología se basa en un levantamiento catastral de un porcentaje representativo de edificaciones con un número de pisos igual o mayor de tres, indicando las características más relevantes entre las cuales , utilizando como dato indispensable el año de construcción de la edificación, la zona sísmica, la irregularidad estructural, el número de pisos y la población que habita en la edificación, se procedió a estimar el índice de priorización de riesgo para las edificaciones encuestadas, obteniendo el mayor índice las edificaciones de uso escolar donde la mayoría sobrepasan el límite del IP planteado en el proyecto correspondiente a 30.



Contenido

RESOLUCIÓN	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
AGRADECIMIENTOS	VII
RESUMEN	XIX
CONTENIDO	XIIX
LISTA DE FIGURAS	XVI
LISTA DE TABLAS	XXI
CAPÍTULO I	22
INTRODUCCIÓN	22
1.1. <i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	22
1.2. <i>OBJETIVOS</i>	25
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	25
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	25
1.3. <i>JUSTIFICACIÓN</i>	26
1.4. <i>ÁREA DE ESTUDIO</i>	27
1.4.1. <i>Perfil geográfico</i>	30
1.4.2. <i>Geología local</i>	32
1.5. <i>ANTECEDENTES</i>	34
1.6. <i>LIMITACIONES</i>	35
CAPÍTULO II	36
MARCO TEÓRICO	36
2.1. <i>RIESGO</i>	36



2.1.1. Reducción del riesgo sísmico.....	37
2.2. AMENAZA	38
2.2.1. Placas tectónicas.	39
2.2.2. Fallas Geológicas.....	43
2.2.3. Ruido ambiental.	44
2.2.4. Terremotos o Sismos.	50
2.2.5. Licuación de los suelos.	57
2.2.6. Factor de licuación zona norte del Estado Anzoátegui.	57
2.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.	59
2.3.1. Estructuras.....	60
2.3.2. Edificaciones.....	61
2.4. ZONAS SÍSMICAS.....	63
2.4.1. Microzonificación Sísmica.....	65
2.5. CENTRO DE SISMOLOGÍA.....	65
2.5.1. Red. Sismológica nacional en la evaluación de la amenaza sísmica de Venezuela.....	66
2.6. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	67
2.6.1. Funcionamiento del Sistema de Información Geográfica. (SIG) .	68
CAPÍTULO III.....	70
METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	70
3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.	70
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	70
3.3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN.	70
3.3.1. Recopilación de la información.	70
3.3.2. Levantamiento de elementos de vulnerabilidad sísmica en el Municipio e identificación del uso del suelo.	71
3.3.3. Mediciones de ruido ambiental.....	74



3.3.4. Cálculo de los tipos de suelos.....	76
3.3.5. Índice de Priorización.....	72
CAPÍTULO IV	83
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	83
4.1. IDENTIFICACIÓN DEL USO DEL SUELO.....	83
4.2. ENCUESTA SOBRE LOS ELEMENTOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	85
4.1.1. Planilla de elementos de vulnerabilidad.....	88
4.3. MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL.....	96
4.3.1. Método de Nakamura o Relación (H/V).....	97
4.4. TIPOS DE SUELO EN EL MUNICIPIO DIEGO BAUTISTA URBANEJA 104	
4.5. ÍNDICE DE PRIORIZACIÓN DE RIESGO.....	106
4.5.1. Índice de priorización para edificaciones residenciales.....	107
4.5.2. Índice de priorización para edificaciones de uso escolar.	117
4.5.3. Índice de priorización para edificaciones de uso médico asistencial.....	122
4.5.4. Índice de priorización para edificaciones de uso comercial.....	126
4.5.5. Índice de priorización para edificaciones de uso gubernamental. 130	
4.6. POSIBLES SOLUCIONES A LAS ESTRUCTURAS QUE PRESENTAN MAYOR RIESGO.	134
CAPITULO V	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	139
CONCLUSIONES.....	139
RECOMENDACIONES.....	141



<i>BIBLIOGRAFÍA CITADA</i>	144
<i>BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL</i>	149
<i>APÉNDICE A</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE VENEZUELA</i> ;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>APÉNDICE B</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>LEVANTAMIENTO DE VULNERABILIDAD EN LAS EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO DIEGO BAUTISTA URBANEJA</i> ;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>APÉNDICE C</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<i>ESTACIONES DE RUIDO AMBIENTAL</i> ;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



Lista de figuras

CAPITULO I

<i>Figura 1.1. Mapa Zonificación sísmica de la República Bolivariana de Venezuela.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 1.2. Mapa de Fallamiento activo de Venezuela. (Ademar et al, 2000)</i>	<i>27</i>
<i>Figura 1.3. Mapa de la República Bolivariana d Venezuela con sus Límites</i>	<i>28</i>
<i>Figura 1.4. Mapa de Ubicación del área de estudio, Municipio Diego Bautista Urbaneja.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 1.5. Geología local del área de estudio. Modificado de Benain y Caicedo. INGEOMIN 2009. Trabajo inédito sujeto a revisiones. Gascón (2009)</i>	<i>33</i>

CAPITULO II

<i>Figura 2.1. Placas Tectónicas.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 2.2. Placa del Caribe.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 2.3. Placa Sudamericana.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 2.4. Fallas Geológica de Venezuela</i>	<i>44</i>
<i>Figura 2.5. Imagen de Sensor registrando las ondas de vibración en depósitos someros y profundos. (Paolini 2006)</i>	<i>45</i>
<i>Figura 2.6. Modelo asumido por Nakamura (1989) para la interpretación de Microtremores. (Rocabado 2002)</i>	<i>47</i>
<i>Figura 2.7. Estructuras y configuraciones tipo que pueden dar lugar a efectos de sitio. a) Capas sedimentarias horizontales sobre substrato rocoso; b) Relleno sedimentario de un valle; c) Discontinuidades laterales bruscas; d) Relieves (Efecto topográfico). Tomado de Bard et al., 1995.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 2.8. Ondas longitudinales, primarias o P</i>	<i>51</i>
<i>Figura 2.9. Ondas transversales, secundarias o S</i>	<i>52</i>



<i>Figura 2.10. Ondas Love.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 2.11. Onda Rayleigh</i>	<i>53</i>
<i>Figura 2.12. Foco y Epicentro de un sismo.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 2.13. Mapa de zonificación preliminar de las áreas potencialmente licuables en la zona norte del estado Anzoátegui. Municipio Diego Bautista Urbaneja (Modificado de Graffe, 2002).....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 2.14. Zona Sísmica 6 del Área de estudio, Municipio Diego Bautista Urbaneja</i>	<i>64</i>
<i>Figura 2.15. Red Acelerográfica de FUNVISIS</i>	<i>66</i>
<i>Figura 2.16. Estaciones Sismológicas de FUNVISIS.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 2.17. Software de Sistema de Información Geográfica.....</i>	<i>69</i>

CAPITULO III

<i>Figura 3.1. Mapa de Isoperíodos.</i>	<i>75</i>
--	-----------

CAPITULO IV

<i>Figura 4.1. Mapa de Usos de suelo del Municipio Urbaneja.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 4.2. Gráfica de Usos del Suelo en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 4.3. Gráfica de Representación de las encuestas realizadas en la ciudad de Lechería.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 4.4. Mapa de ubicación de las edificaciones encuestadas en el Municipio Urbaneja.</i>	<i>87</i>
<i>Figura 4.5. Gráfica de Porcentajes de Edificaciones encuestadas, indicando que Normas fueron utilizadas para su construcción.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 4.6. Gráfica de Uso de equipos en caso de emergencia en las Edificaciones de la ciudad.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 4.7. Alturas de las edificaciones que prevalecen en la ciudad de Lechería.....</i>	<i>91</i>



<i>Figura 4.8. Gráfica de porcentaje de Edificaciones Regulares-Irregulares. ...</i>	<i>92</i>
<i>Figura 4.9. Grafica de los Tipos de Irregularidades</i>	<i>93</i>
<i>Figura 4.10. Estructuras con presencia de deterioro.</i>	<i>95</i>
<i>Figura 4.11. Grafica de Estructuras con presencia de daños ocasionados por eventos sísmicos u otro evento.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 4.12. Períodos de Vibración del suelo.</i>	<i>98</i>
<i>Figura 4.13. Gráfica de Relación entre Período y Profundidad en el Cerro del Morro en la Ciudad de Lechería.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 4.14. Gráfica de Relación entre Período Profundidad en la zona Costera de la Ciudad de Lechería.</i>	<i>100</i>
<i>Figura 4.15. Gráfica de Relación entre Período Profundidad en los Limites de la Ciudad de Lechería con los Municipios Bolívar y Sotillo.</i>	<i>101</i>
<i>Figura 4.16. Gráfica de Relación entre Período Profundidad en el centro de la Ciudad.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 4.17. Mapa de Espesor de los Sedimentos en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.</i>	<i>103</i>
<i>Figura 4.18 Gráfica de Espesor de los sedimentos en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.</i>	<i>104</i>
<i>Figura 4.19. Mapa de Tipos de Suelos en el Municipio Urbaneja</i>	<i>105</i>
<i>Figura 4.20. Gráfica porcentual de las edificaciones Ubicadas en los tipos de suelos existentes en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 4.21. Mapa de Índice de Priorización en edificaciones residenciales.</i>	<i>112</i>
<i>Figura 4.22. Gráfica del índice de Priorización en las edificaciones presentes en la Ciudad.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 4.23. Gráfica del índice de Vulnerabilidad sísmica para un índice de priorización menor a 20.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 4.24. Gráfica del índice de Vulnerabilidad sísmica para un índice de priorización ($20 \leq p \leq 30$).</i>	<i>115</i>



<i>Figura 4.25. Gráfica del índice de Vulnerabilidad sísmica para un índice de priorización ($I_p \geq 30$).</i>	116
<i>Figura 4.26. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso escolar.</i>	119
<i>Figura 4.27. Gráfica del índice de Priorización para edificaciones de uso escolar.</i>	120
<i>Figura 4.28. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso escolar, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$).</i>	121
<i>Figura 4.29. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso médico asistencial.</i>	123
<i>Figura 4.30. Gráfica de los Índices de Priorización en edificaciones de uso médico asistencial.</i>	124
<i>Figura 4.31. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso médico asistencial, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$).</i>	125
<i>Figura 4.32. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso comercial.</i>	127
<i>Figura 4.33. Gráfica de los Índices de Priorización en edificaciones de uso comercial.</i>	128
<i>Figura 4.34. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso comercial, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$).</i>	129
<i>Figura 4.35. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso gubernamental.</i>	131
<i>Figura 4.36. Gráfica de los Índices de Priorización en edificaciones de uso comercial.</i>	132



<i>Figura 4.37. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso comercial, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p < 30$ e $I_p \geq 30$).....</i>	<i>133</i>
<i>Figura 4.38. Inclusión de muros (internos y/o externos).</i>	<i>134</i>
<i>Figura 4.39. Adición de contrafuertes. Hospital de cardiología, del instituto Mexicano, del seguro social-México.</i>	<i>135</i>
<i>Figura 4.40. Pórticos Perimetrales.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 4.41. Disipadores de energía utilizada en las oficinas centrales del Instituto Mexicano del Seguro Social-México.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 4.42. Elementos diagonales.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 4.43. Aisladores Sísmicos.....</i>	<i>137</i>



Lista de tablas

CAPITULO II

<i>Tabla 2.1. Parámetros para la reducción del riesgo sísmico.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2.2. Cuantificación de los Sismos. Escala de Richter.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2.3. Cuantificación de los Sismos. Escala de Mercalli.</i>	<i>55</i>

CAPITULO III

<i>Tabla 3.1 Colores de identificación para el Uso del Suelo.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 3.2. Forma espectral y factor de corrección ϕ de la Norma COVENIN 1756-98 (Rev. 2001).....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 3.3. Valores del Índice de Amenaza para cada zona sísmica. (CONVENIN, 2001).....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 3.4. Valores del Índice de Vulnerabilidad Intrínseca (I_{VI}).....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 3.5 Valores del Índice de Irregularidad asociado a la irregularidad k..</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 3.6. Valores del Índice de Suelo (I_s). (Hernández, 2009).....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 3.7. Clasificación según el Uso de la Edificación.FUNVISIS.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 3.8. Valores del Índice de Importancia (I_I).....</i>	<i>82</i>

CAPITULO IV

<i>Tabla 4.1. Índices para edificaciones residenciales.</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 4.2. Índices para edificaciones de uso escolar.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 4.3. Índices para edificaciones de uso médico asistencial.</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 4.4. Índices para edificaciones de uso comercial.</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 4.5. Índices para edificaciones de uso gubernamental.</i>	<i>130</i>

CAPÍTULO I

Introducción

1.1. Planteamiento del problema.

Las grandes ciudades modernas situadas en áreas de amenaza sísmica moderada o baja tienden a olvidar el riesgo sísmico y a descuidar precauciones básicas de protección frente a los terremotos o cualquier evento natural que pueda causar un desastre, lo que conlleva a que la vulnerabilidad de las estructuras que se encuentran localizadas en esas zonas tienda a ser proporcional con el tiempo.

Actualmente se han desarrollado nuevas metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras (viviendas, edificios esenciales, entre otros.), así como el posible daño que pueden sufrir ante un terremoto. Venezuela como país sísmico es también vulnerable ante este tipo de evento, por lo que se han realizado estudios que permitan una evaluación previa del riesgo en el cual se podría ver afectado, para esto se ha desarrollado un mapa de zonificación sísmica, dividiendo su territorio en varias zonas identificadas por números que comprenden del 0 al 7 dependiendo la peligrosidad sísmica ya sea bajo, medio o alto.

El estado Anzoátegui es uno de los estados con mayor vulnerabilidad sísmica en el país, viéndose reflejado en la norma COVENIN 1756-98 (Rev. 2001) que el estado se encuentra clasificado en zonas sísmicas del 2 hasta el 6. Uno de los municipios de mayor riesgo sísmico en el estado es el Municipio Diego Bautista Urbaneja, esto se puede observar en la Figura 1.1.

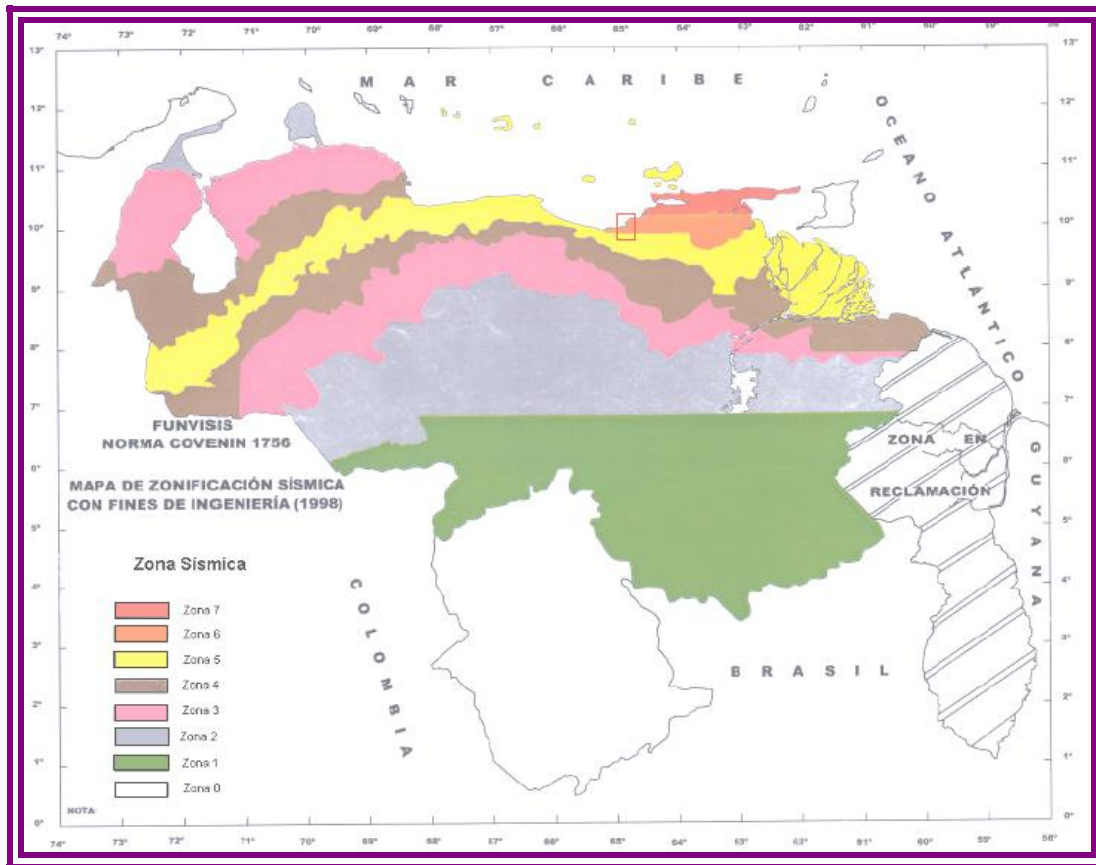


Figura 1.1. Mapa Zonificación sísmica de la República Bolivariana de Venezuela. [1].

El municipio está ubicado en zona sísmica 6, teniendo aproximadamente un 80% del territorio conformado por suelos de baja capacidad portante, saturados y con alto potencial de licuación, lo que es de gran preocupación por la cantidad de estructuras que han sido construidas en el municipio.

Motivado al elevado costo del terreno se ha venido suplantando la construcción de viviendas unifamiliares por la de viviendas multifamiliares aumentando la densidad poblacional, a raíz de las limitaciones de terreno los estacionamientos son situados en los dos primeros niveles de la edificación, provocando que la misma sea clasificada como irregular a causa del cambio



brusco de rigidez ocasionado por la mampostería. En el municipio no solo existen edificaciones para viviendas multifamiliares, sino también educacionales, gubernamentales y espacios recreacionales, debido a que estas edificaciones se encuentran mezcladas en entornos urbanos ocasiona cierta preocupación porque es allí donde se concentra la mayor parte de la población, por ejemplo las escuelas que están situadas en casas viejas que no han sido diseñadas para este tipo de uso, otro caso es de las escuelas que se encuentran a los alrededores de edificaciones que tienen otra clasificación ya sean residenciales o comerciales, que observando desde el punto de vista de seguridad en el caso de un evento sísmico importante, estas podrían colapsar poniendo en riesgo a dichas instituciones, provocando pérdidas materiales y peor aun pérdidas humanas, que es lo que se debe evitar.

El municipio requiere de un estudio que indique las características físicas de estas edificaciones de gran importancia, para esto se utilizara un sistema de información geográfica (SIG), en este caso el software utilizado será ArcGIS.9.3, igualmente es necesario determinar la vulnerabilidad sísmica la cual asecha a dichas estructuras ya sea por su ubicación como también por los diferentes tipos de suelos donde han sido construidas.

La importancia de conocer las características de la municipalidad desde el punto de vista sismorresistente, radica en el inicio de una búsqueda de alternativas para la solución de las estructuras que se están construyendo sin tomar en cuenta las consecuencias que puede tener al no considerarse los requerimientos indicados en la Norma Convenin 1756-98 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES, lo que se quiere con este trabajo es generar soluciones, de manera que ante un evento sísmico se conozcan las alternativas de evacuación y de reforzamiento de las estructuras que puedan verse afectadas.



1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo General.*

Evaluar las estructuras que presenten vulnerabilidad y riesgo sísmico en la ciudad de Lecherías, Municipio Turístico el Morro Licenciado Diego Bautista Urbaneja del estado Anzoátegui.

1.2.2. *Objetivos específicos.*

1. Reunir información relevante sobre el uso de las estructuras que se encuentran ubicadas en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.
2. Clasificar al Municipio Diego Bautista Urbaneja dependiendo los tipos de suelo y el uso de las parcelas que dividen al municipio.
3. Generar un conjunto de planos con información geotécnica relevante del municipio.
4. Crear una base de datos indicando las características y ubicación de las edificaciones que se encuentran en el municipio.
5. Proponer posibles soluciones a las estructuras que presenten mayor riesgo.



1.3. Justificación

En el municipio se encuentran diferentes tipos de estructuras que son de gran importancia para la población como lo son centros educacionales, las viviendas residenciales multifamiliares, asistenciales, gubernamentales y sin dar a excepción a los centros de entretenimientos que prestan servicios a la comunidad, concentrándose un grupo de personas no menor a 50 en cada uno de las edificaciones anteriormente nombradas.

El municipio requiere de un estudio que indique el grado de vulnerabilidad y amenaza sísmica la cual asecha en gran parte a todo este territorio anzoatiguense, ya sea por la ubicación reflejado en la Figura 1.2, el diseño de las estructuras, como también por el tipo de suelo de calidad pobre donde se han construido las mismas, teniendo de esta manera una gran relación directa con las edificaciones en uso que están en sitio, las que están en construcción y las que están por construirse próximamente.

La importancia de conocer los parámetros que deben seguirse para construir una edificación desde el punto de vista sismorresistente ayuda a conocer el grado de las variables sísmicas que afectan a las estructuras y permiten crear conciencia ya que actualmente se construyen diferentes tipos de edificaciones sin tomar en cuenta las consecuencias que puede tener el no respetar los parámetro indicados en la Norma utilizada en el año que se cree que fue diseñada la estructura a construir. De igual forma se debe regular qué tipo de edificaciones se pueden levantar en cada sitio y qué medidas se deben seguir para evitar que un pequeño movimiento brusco o cualquier cambio de la tierra originen un daño irreparable.

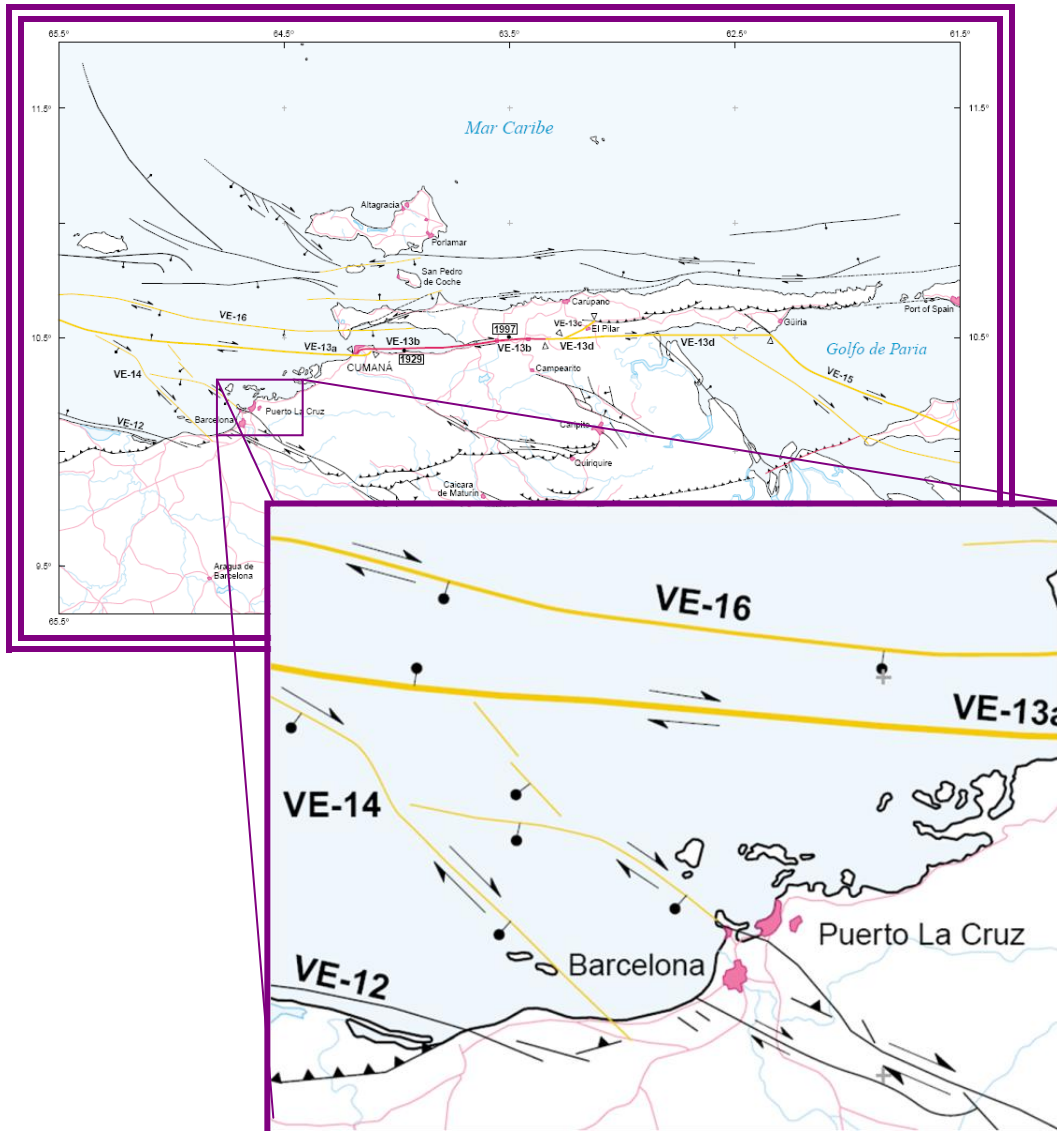


Figura 1.2. Mapa de Fallamiento activo de Venezuela. (Ademar et al, 2000). [2].

1.4. Área de Estudio

Venezuela está situada en la parte meridional de América del Sur, que comprende tanto una parte continental como un gran número de islas



pequeñas e islotes del mar Caribe. El territorio continental colinda con el Mar Caribe por el norte y limita con Colombia por el oeste, con Brasil por el sur y con Guayana por el este ver Figura 1.3. [4].



Figura 1.3. Mapa de la República Bolivariana de Venezuela con sus Límites [3].

Los eventos sísmicos representan uno de los mayores riesgos potenciales en Venezuela en cuanto a pérdidas humanas y económicas. En la actualidad, aproximadamente un 80% de la población vive en zonas de alta amenaza sísmica, variable que aumenta el nivel de riesgo, haciéndolo cada vez mayor a medida que se eleva el índice demográfico y las inversiones en infraestructura. Desde la fundación de los primeros asentamientos coloniales en el Siglo XVI, el país ha sufrido los efectos de los terremotos. Su historia



sísmica revela que durante el período 1530-2004, han ocurrido más de 130 eventos sísmicos, los cuales han provocado algún tipo de daño en varias poblaciones venezolanas. ^[4].

En Venezuela, la zona de mayor actividad sísmica corresponde a una franja de unos 100 km de ancho, definida a lo largo de los sistemas montañosos de Los Andes, la Cordillera Central y la Cordillera Oriental, lugares en los que se ubican los principales sistemas de fallas sismo génicas del país: Bocinó, San Sebastián y El Pilar respectivamente. Además de este sistema de accidentes tectónicos, existen otros sistemas activos menores (por ejemplo: Oca-Ancón, Valera, La Victoria y Úrica) capaces de producir sismos importantes. Los sistemas de fallas de Bocinó - San Sebastián - El Pilar, han sido propuestos como el límite principal entre las Placas Caribe y América del Sur, causante de los sismos más severos que han ocurrido en el territorio nacional. ^[4].

Venezuela está dividida por 25 estados, siendo uno de los más vulnerables por su ubicación sísmica el Estado Anzoátegui, especialmente la zona Norte. Debe su nombre al gran prócer de la independencia General de División José Antonio Anzoátegui, quien nació en la actual capital del estado, Barcelona. ^[5].

El Estado Anzoátegui lo conforman por 21 municipios, en la Figura 1.3 se puede observar que uno de ellos es el Municipio Turístico El Morro Licenciado Diego Bautista Urbaneja, siendo el único municipio del país con el prefijo "Turístico" y el que posee el nombre más largo, Ocupa una superficie de 12 km² siendo municipio más pequeño de Venezuela, con una población de 90.000 habitantes aproximadamente para el 2007.

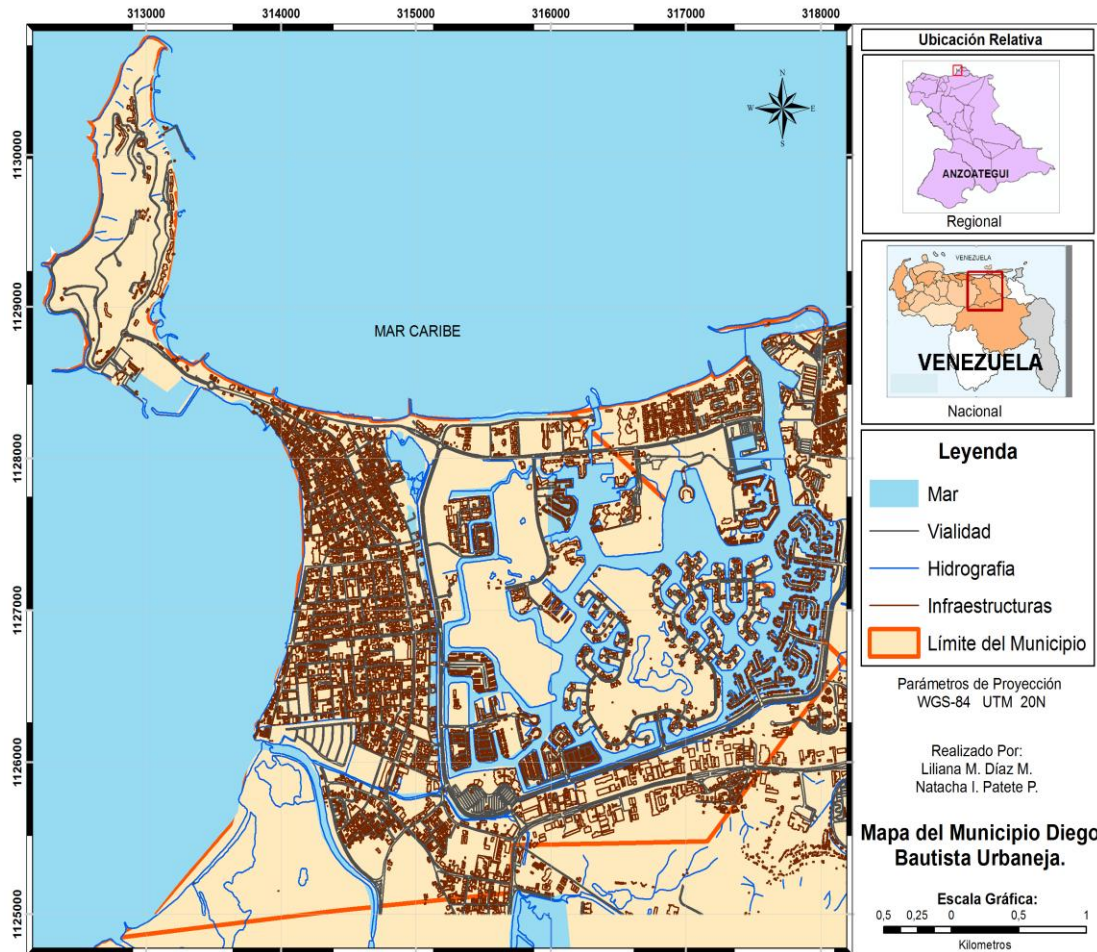


Figura 1.4. Mapa de Ubicación del área de estudio, Municipio Diego Bautista Urbaneja.

1.4.1. Perfil geográfico.

■ Coordenadas Geográficas

10° 10' 24" a 10° 13' 36" de Latitud Norte y entre los 64° 39' 12" a 64° 42' 54" de Longitud Oeste.

■ Límites:

Norte: Mar Caribe (Bahía de Pozuelos - Bahía o Ensenada de Barcelona)

Sur: Municipio Bolívar.



Este: Municipio. Sotillo.

■ **Oeste:** Municipio Bolívar.

■ Norte con el Mar Caribe, por el Noreste con el Centro Comercial Caribbean Mall, El Morro Golf Club y la Urbanización Isla Paraíso del Municipio Juan Antonio Sotillo; por el Este limita con la Avenida Daniel Camejo Octavio del sector El Maguey y la Urbanización Aquavillas “A” también del Municipio Sotillo; por el Sur con la calle Andrés Eloy Blanco de la Urbanización Colinas del Neverí y con Boyacá V, ambos del Municipio Simón Bolívar, y por el Oeste limita con la Bahía de Barcelona (Mar Caribe).

■ **División Política:**

Parroquia Lechería: (Casco Central, Cerro El Morro, Urbanización El Morro I II, III; Urb, Las Palmeras Mar, Playa del Sol, Río Viejo, Peñonal, Sectores Rómulo Gallegos, Santa Rosa y Venezuela).

Parroquia El Morro: Complejo Turístico El Morro, Urbanización y Zona Industrial de Las Garzas.

■ **Relieve:**

En su mayoría plano; sin embargo están los cerros: El Morro (137mts), Colorado (100 mts.). Venezuela o Pedrera (25 mts).

■ **Hidrografía (Ríos y Lagunas):**

Río Viejo (2km), Canales del Complejo Turístico El Morro (18Km) y la Laguna Rómulo Gallegos. (8 hect).

■ **Clima:**

Promedio Anual 26.1. Min. 24.1° Max. 27.4° (2000).

■ **Vegetación:**

Xérofita: Cactus, Cardones, Guaritoto, Guasabana, Guamache, Caracuey, Indio Desnudo, Manglares, Abrojos, Cují, Clemón, Palmeras, Chaguaramos, Ficus, Pasionaria, Uvero de Playa.

■ **Fauna:**

Aves: Alcatraz, Cotua, Garza, Corocora, Tijereta, Pelicano



Animales: Iguana, Animales Domésticos.

Peces y Crustáceos: Cangrejo, Catalana, Bagre, Lisa, Cabaña, Corocoro, Jurel, Pargo, Sierra, Tajalí.

1.4.2. Geología local

Las formaciones o grupos que conforman el Área Metropolitana del norte del estado Anzoátegui son el Grupo Chinana-Cantil-Barranquín, Grupo Guayuta, formación o Grupo Santa Anita y Formación Merecure.

Las rocas más antiguas del noreste de Venezuela son los esquistos, filitas, cuarcitas y calizas metamorizadas de la serie Caribe, de probable edad mesozoica antigua. Estas rocas están en contacto de falla con sedimentos no metamorizados del Cretáceo superior, con un espesor cercano a los 5.000 pies de areniscas depositados en aguas poco profundas, lutitas y calizas de arrecifes, generalmente variables, y que pertenecen a las formaciones Barranquín, El Cantil y Chinana. En el norte del estado Anzoátegui la litología es bastante diversa, se presentan capas de arenas y arcillas intercaladas, con presencia de lentes de diversos materiales distribuidos de manera errática, tales como: limos, arcillas limosas, materia orgánica, arena fina limo – arcillosa, arena gravosa, gravas, etc. Esta variabilidad está relacionada con la génesis aluvial – coluvial de los diferentes depósitos del área: acumulaciones de sedimentos transportados por el Río Neverí, así como también la meteorización y desprendimiento de material proveniente de la falda de los cerros circundantes (Boiero y De Goveia, 2005). **(Gascón 2009)** [6].

Las formaciones en el Municipio Urbaneja pertenece a la era Cenozoico, Período Cuaternario. Época Holoceno reciente (5.000 – 1.000.000 años.) Rocas Areniscas, Fsilicias, Dolomíticas, Lutitas, Arcilla, y Ftanita caliza. [7].

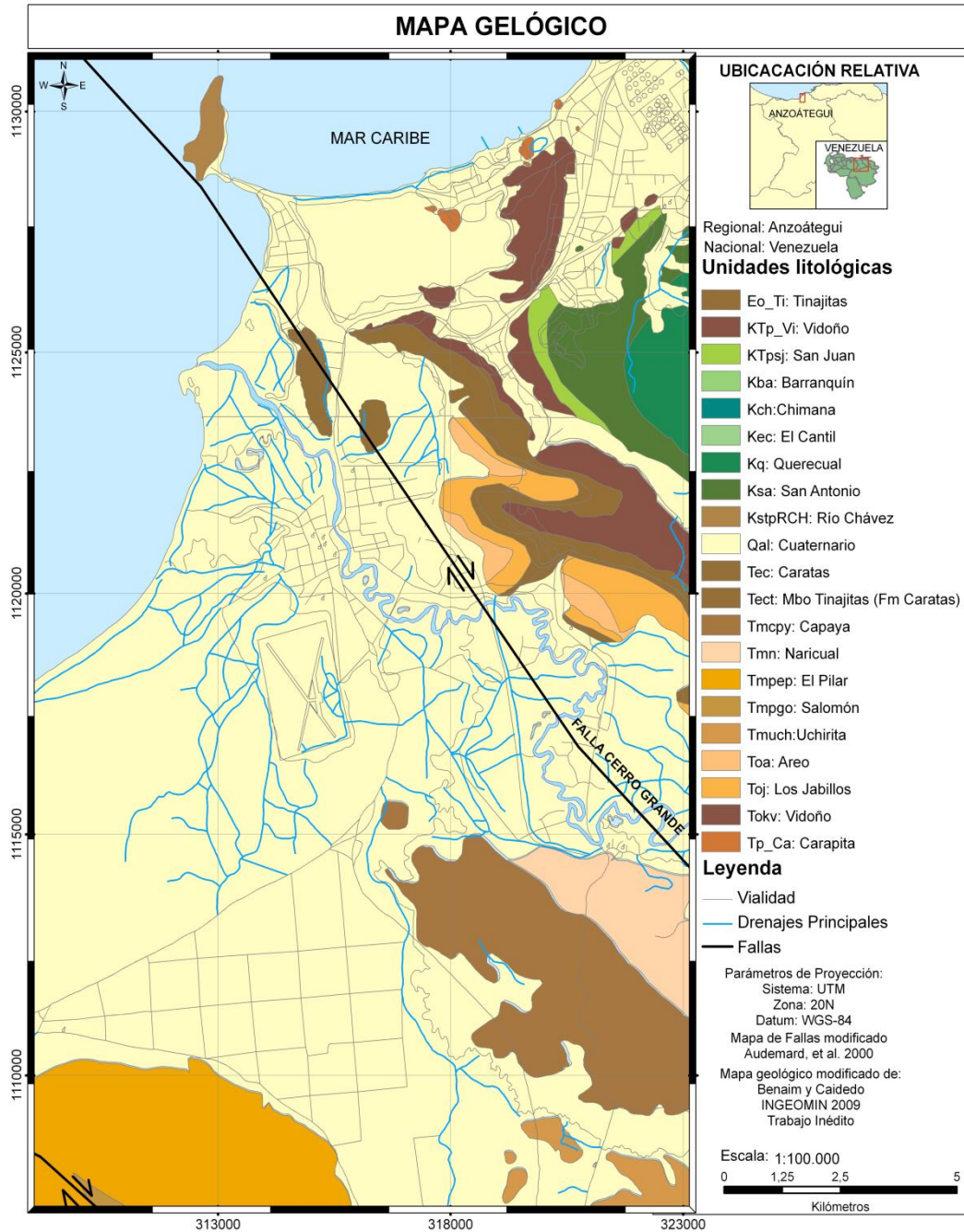


Figura 1.4. Geología local del área de estudio. Modificado de Benain y Caicedo. INGEOMIN 2009. Trabajo inédito sujeto a revisiones. Gascón (2009). [6].



1.5. Antecedentes

- **Milano y Robles. (1994)**, realizaron su trabajo de grado referente a la Acción Sísmica y de cómo estas afectan a las estructuras tomando en cuenta las normas vigentes.
- **Calderón y González. (1999)**, realizaron su Trabajo de grado dónde se procedió a ejecutar un estudio de la sismicidad en el oriente del país tomando en cuenta las fallas que interactúan en esta zona y de cómo estas afectan a las estructuras y a la población.
- **Hoyos y Callaspo (2001)**, realizaron un estudio dónde se elaboró una microzonificación sísmica de los Municipios Urbaneja y Sotillo del Estado Anzoátegui, a través de ensayos de SPT. En este trabajo se propone que una vez estudiadas las diferentes características de la zona, se apliquen las leyes de atenuación adecuadas al área de estudio para determinar los posibles espectros de diseño, así proponer un plan que ayudaría a la reorganización y planificación objetiva del uso del suelo en los municipios.
- **Méndez (2004)**, realizo una caracterización geofísica del subsuelo de la zona oeste de Barcelona-estado Anzoátegui aplicando métodos sísmicos y gravimétricos. Estuvo orientado a entender mejor las condiciones geológicas y ambientales de la zona de interés e implementar medidas que ayuden a disminuir pérdidas materiales y humanas.
- **Gascón (2009)**, realizo una caracterización geofísica mediante estudio de ruido sísmico ambiental, en el área metropolitana del estado Anzoátegui, a través del Método de Nakamura (1989) o relación espectral H/V (Bard,



1999), el cual permitió la obtención de los períodos fundamentales del suelo en la región de estudio y realizar una estimación del espesor de la capa de sedimentos a partir de la relación período – velocidad de onda de corte.

- **Maury y Fernández (2010)**, realizaron una evaluación de condición de vulnerabilidad de edificaciones en el sector de Calicanto Municipio Girardot, mediante el levantamiento de planillas de inspección y mediciones de vibraciones de ruido ambiental en edificios y en el suelo.

1.6. Limitaciones

- Al realizar el levantamiento de las edificaciones en el municipio por medio de encuestas, se tenía que obtener la información de las características internas y externas de las edificaciones, sin embargo no fue permitida la visita interna a las mismas para obtener los datos necesarios, por esta razón muchas planillas están incompletas.
- Otra Limitante que se nos presento, fue que en las encuestas muchas de las personas que nos atendió no tenían conocimiento de la fecha de construcción de la edificación (Dato necesario para el cálculo de la Vulnerabilidad) por lo tanto nos dirigimos a la oficina de Urbanismo, perteneciente a la alcaldía del municipio para que nos facilitaran la información, y debido a que esta no cuenta con todo el registro no se pudo conseguir los datos exactos de las estructuras en estudio.

CAPÍTULO II

Marco Teórico.

2.1. Riesgo

Es una categoría compleja, y su concreción resulta del interjuego de múltiples elementos, en sí altamente dinámicos y cambiantes (amenazas, amenazas complejas, vulnerabilidades, etc.). La prognosis o monitoreo de nuevos riesgos debe también asumir un papel importante en sociedades urbanas en proceso de transición y cambio constante, debido al nuevo orden económico mundial y los impactos que causa en el entorno urbano de los países en vías de desarrollo.

El concepto de riesgo, en su definición más sencilla, hace referencia a la probabilidad de que a una población (personas, estructuras físicas, sistemas productivos, etc.), o segmento de la misma, le ocurra algo nocivo o dañino.

Para que exista un riesgo debe haber tanto una amenaza (o, como algunos dirían, un peligro) como una población vulnerable a sus impactos, siendo la "vulnerabilidad" la propensión de sufrir daños que exhibe un componente de la estructura social (o la naturaleza misma). El riesgo es, en consecuencia, una condición latente o potencial, y su grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes. En este sentido, la vulnerabilidad es una expresión del desequilibrio o desajuste, en igual medida, entre la estructura social (ampliamente concebida) y el medio físico-constructivo y natural que lo rodea.

Amenaza + Vulnerabilidad = Riesgo

El riesgo en sí mismo constituye un enfoque directamente asociado a los estudios de medio ambiente urbano. El procedimiento general de las



Investigaciones incluidas en este rubro es la identificación y el análisis del riesgo en la ciudad o, más exactamente, de los factores de riesgo que representa el medio urbano para la vida, la salud y las actividades humana. [8].

El riesgo y la ciudad están muy frecuentemente asociados. Por ejemplo, desde siempre la ciudad se ha concebido como naturalmente peligrosa, más allá del lugar del riesgo. Un medio de defensa frente a este problema es la distancia, el espaciamiento, la poca densidad. El riesgo se percibe como la posibilidad de una interrupción del proceso metabólico de ésta, por un bloqueo de los intercambios, por el exceso o la insuficiencia de flujos en el espacio urbano (Lavigne, 1988). [8].

2.1.1. Reducción del riesgo sísmico

Con el fin de reducir el riesgo sísmico, es decir, los daños potenciales que un terremoto puede ocasionar, ya sean perdidas humana y/o materiales en áreas urbanas, es preciso diseñar y llevar a cabo planes especiales similares representados en la Tabla 2.1. La implementación de la misma no es tarea fácil y requiere de la participación de equipos multidisciplinarios y por su puesto del respaldo gubernamental. [8].

Tabla 2.1. Parámetros para la reducción del riesgo sísmico. [8].

PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL ES NECESARIO CONOCER DE ANTEMANO.
Áreas susceptibles a la ocurrencia de sismos
La frecuencia de la ocurrencia de los sismos
La Magnitud de los sismos esperados
Las áreas donde los sismos pueden ocasionar daños



2.2. Amenaza

Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado. Esta se divide en:

- **Las Amenazas Naturales:** son amenazas completamente naturales y forman parte de la historia y de la coyuntura de la formación de la tierra y de la dinámica geológica, geomorfológica, climática y oceánica. Comprenden parte del medio ambiente natural del ser humano, quien ni incide (en sentido significativo) en su aparición ni puede intervenir (con ciertas excepciones) para que no sucedan.^[8]

Tradicionalmente, se clasifica este tipo de amenaza, que afecta a ciudad y campo por igual, en cuatro tipos:

- a. De origen Geotectónico,** entre los que se consideran los sismos, actividad volcánica, desplazamientos verticales y horizontales de porciones de la tierra, y los tsunamis o maremotos.
- b. De origen Geomórfico (geodinámica),** entre los que se tienen en cuenta los fenómenos tales como los deslizamientos y avalanchas, hundimientos y la erosión terrestre y costera.
- c. De origen Meteorológico o climático,** entre los que se hallan los huracanes, tormentas tropicales, tornados, trombas, granizadas, sequías, tormentas de nieve, oleajes fuertes, incendios espontáneos.
- d. De origen Hidrológico,** entre los que se incluyen las inundaciones, desbordamientos, anegamientos y agotamiento de acuíferos.^[8]

- **Las Amenazas Socio Naturales:** Claramente, este conjunto de amenazas se interrelaciona en el sentido de que una de ellas puede tener o tiene relación con otras (p.e. sismos y deslizamientos; huracanes e inundaciones; sequía y agotamiento de acuíferos). Sobre estos tipos de fenómenos no hay intervención humana directa o significativa posible. La



gestión de este tipo de amenaza solamente puede darse por la vía del control de sus impactos sobre la población (mitigación) o, en algunos casos, como las inundaciones y lahars volcánicos, por la de impedir su llegada hasta zonas pobladas. [8].

Entre otras amenazas se pueden nombrar:

- Las Amenazas Socio Naturales.
- Las Amenazas Antrópico-Contaminantes.
- Las Amenazas Antrópico-Tecnológicas.

2.2.1. Placas tectónicas.

También llamada Placa Litosférica es un fragmento de litosfera que se desplaza como un bloque rígido sin presentar deformación interna sobre la astenósfera de la Tierra, existen dos tipos de placas tectónicas: **Placas oceánicas, Placas mixtas.** [9].

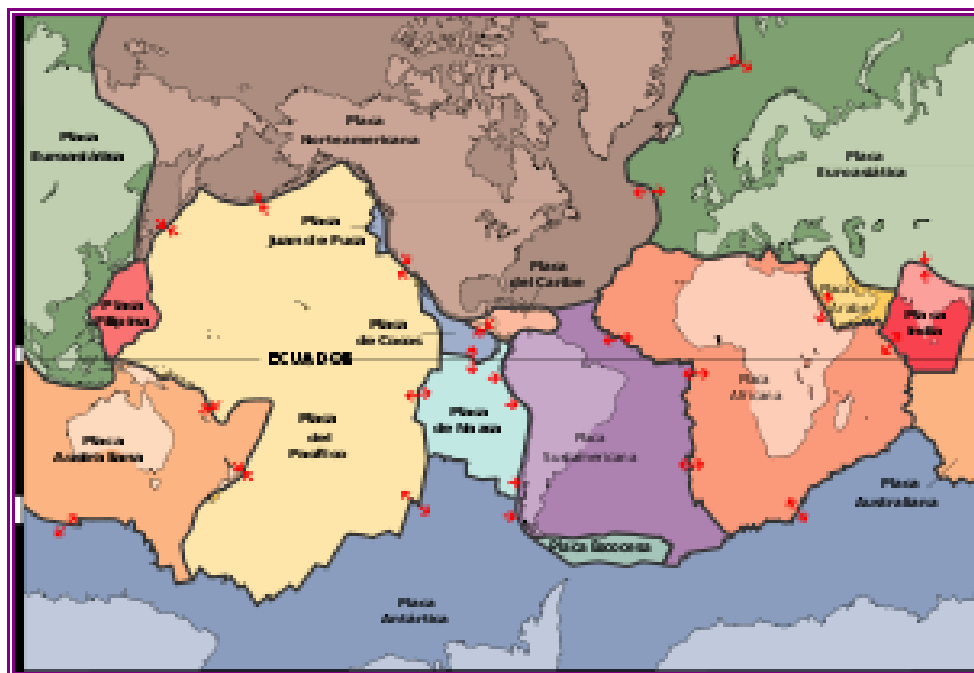


Figura 2.1. Placas Tectónicas. [10].



- **Placas oceánicas.** Son placas cubiertas íntegramente por corteza oceánica, delgada y de composición básica. Aparecerán sumergidas en toda su extensión, salvo por la presencia de edificios volcánicos intraplaca, de los que más altos aparecen emergidos, o por arcos de islas en alguno de sus bordes. Los ejemplos más notables se encuentran en el Pacífico: la placa Pacífica, la placa de Nazca, la placa de Cocos y la placa Filipina. ^[9].

- **Placas mixtas.** Son placas cubiertas en parte por corteza continental y en parte por corteza oceánica. La mayoría de las placas tienen este carácter. Para que una placa fuera íntegramente continental tendría que carecer de bordes de tipo divergente (dorsales) en su contorno. ^[9].

2.2.1.1. Placas Tectónicas en el Mundo.

Principales placas tectónicas:

Principales placas: Placa Sudamericana, Placa Norteamericana, Placa Euroasiática, Placa Indoaustraliana, Placa Africana, Placa Antártica, Placa Pacífica. ^[9].

Placas secundarias: Placa de Cocos, Placa de Nazca, Placa Filipina, Placa Arábica, Placa Escocesa, Placa Juan de Fuca, Placa del Caribe. ^[9].

Otras Placas: Placa de Rivera, Placa de Farallón, Placa de Ojotsk, Placa Amuria, Placa del Explorador, Placa de Gorda, Placa de Kula, Placa Somalí, Placa de Sunda. ^[9].

Microplacas: Placa de Birmania, Placa Yangtze, Placa de Timor, Placa Cabeza de Pájaro. ^[9].

2.2.1.2. La tectónica de placas en el Territorio Venezolano.

Venezuela está comprendida entre dos placas: la Placa del Caribe y la Placa Sudamericana; la primera se mueve hacia el oeste y su límite oriental se asocia al arco de islas antillanas. La geofractura que pasa por la costa y por



la Cordillera de Mérida comprende un borde "dudoso" entre las placas antes mencionadas. Los desplazamientos a ambos lados de dicha geofractura indican una especie de movimiento de rotación en el borde sur de la placa caribeña. Una de las evidencias de este contacto es la intensidad sísmica (fallas de Bocinó y de El Pilar), siendo Los Andes y las montañas costeras zonas de alta sismicidad. Estudios recientes (finales del siglo XX), a través de la utilización de aparatos de GPS, demostraron que la Placa del Caribe, en la parte norte del estado Sucre, se mueve a razón de un centímetro por año en dirección hacia el este. La inestabilidad tectónica reciente también ha sido responsable de que una parte de los Llanos (estados Anzoátegui y Monagas) haya sido ligeramente levantada con respecto al nivel del mar, dando como resultado paisajes de extensas mesas disectadas. ^[11].

- **Placa del Caribe.** Es una placa tectónica con una superficie de 3,2 millones de km², que incluye una parte continental de la América central (Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica, Panamá) y constituye el fondo del mar Caribe al norte de la costa de América del Sur. La placa del Caribe colinda con la Placa Norteamericana, la Placa Suramericana, y la Placa de Cocos. Como en la mayoría de bordes de placas tectónicas, en los límites de la placa del Caribe hay una actividad sísmica importante y en algunas zonas hay presencia de volcanes. El Límite Norte de la Placa del Caribe es en su mayor parte una falla de rumbo o límite transcurrente (como la falla de San Andrés en California, Estados Unidos). La parte occidental del LNPC está constituida por la falla de Motagua, que se prolonga hacia el este por la zona de falla de las Islas Swan, la Fosa del Caimán, la falla de Oriente al sur de la isla de Cuba y el norte de la Española y la fosa de Puerto Rico. ^[12] El Límite este es una zona de subducción. Sin embargo, dado que el límite entre la placa norteamericana y la sudamericana aún se desconoce, no se sabe cuál de las dos placas (tal vez las dos) desliza



bajo la placa del Caribe. La subducción es responsable de las islas volcánicas del arco de las Antillas Menores, desde las Islas Vírgenes hasta la costa de Venezuela. [12].



Figura 2.2. Placa del Caribe. [11].

- **Placa Sudamericana.** Es una placa tectónica que abarca dicho subcontinente y la porción del océano Atlántico Sur comprendida entre la costa sudamericana y la dorsal mesoatlántica, esta placa abarca unos 9 millones de kilómetros cuadrados. El límite convergente en el Oeste ha generado dos notables fenómenos: la cordillera de los Andes y la fosa peruano-chilena; mientras que en el este el límite divergente con la placa Africana permitió la aparición del océano Atlántico y, posteriormente, la dorsal mesoatlántica. Las placas limítrofes son:
Al norte, la placa del Caribe y la placa Norteamericana.



Al sur, la placa Escocesa y la placa Antártica.

Al este, la placa Africana.

Al oeste, la placa de Cocos y la placa de Nazca. [13].

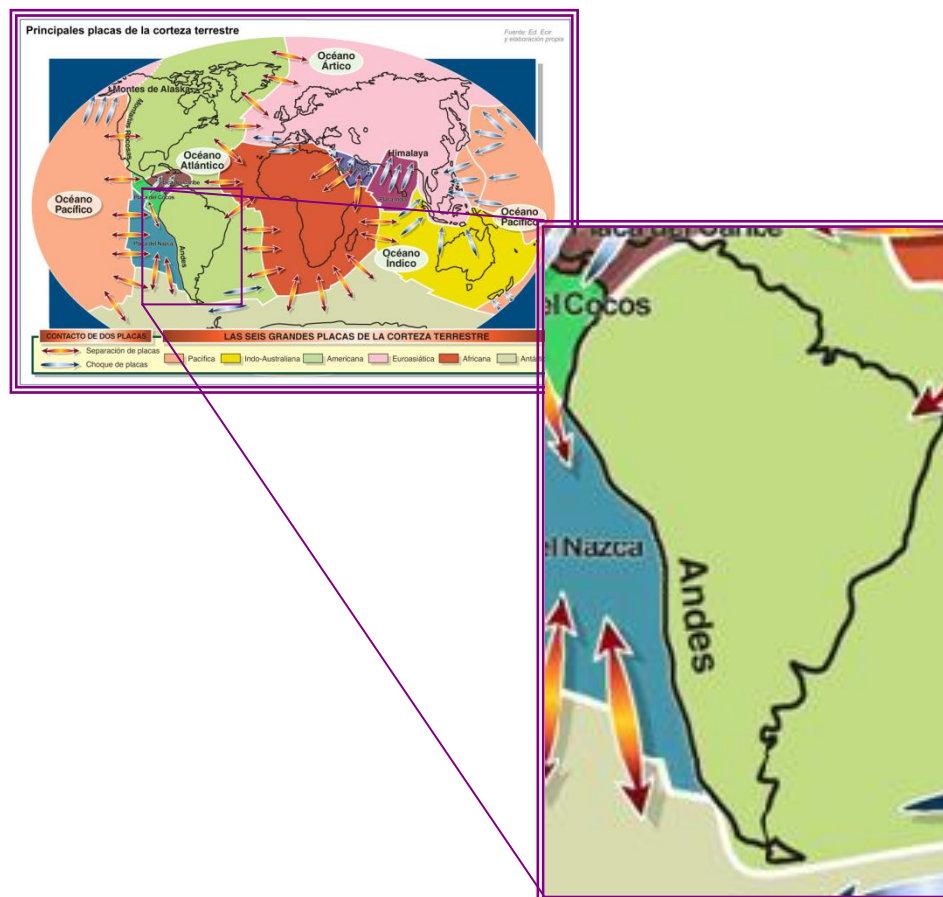


Figura 2.3. Placa Sudamericana. [11].

2.2.2. Fallas Geológicas.

Es una grieta en la corteza terrestre. Generalmente, las fallas están asociadas con los límites entre las placas tectónicas de la Tierra. En una falla activa, las piezas de la corteza de la Tierra a lo largo de la falla, se mueven con el transcurrir del tiempo. El movimiento de estas rocas puede causar terremotos. Existen varios tipos, por ejemplo: Fallas normales, Fallas inversas, Falla de transformación. [14].

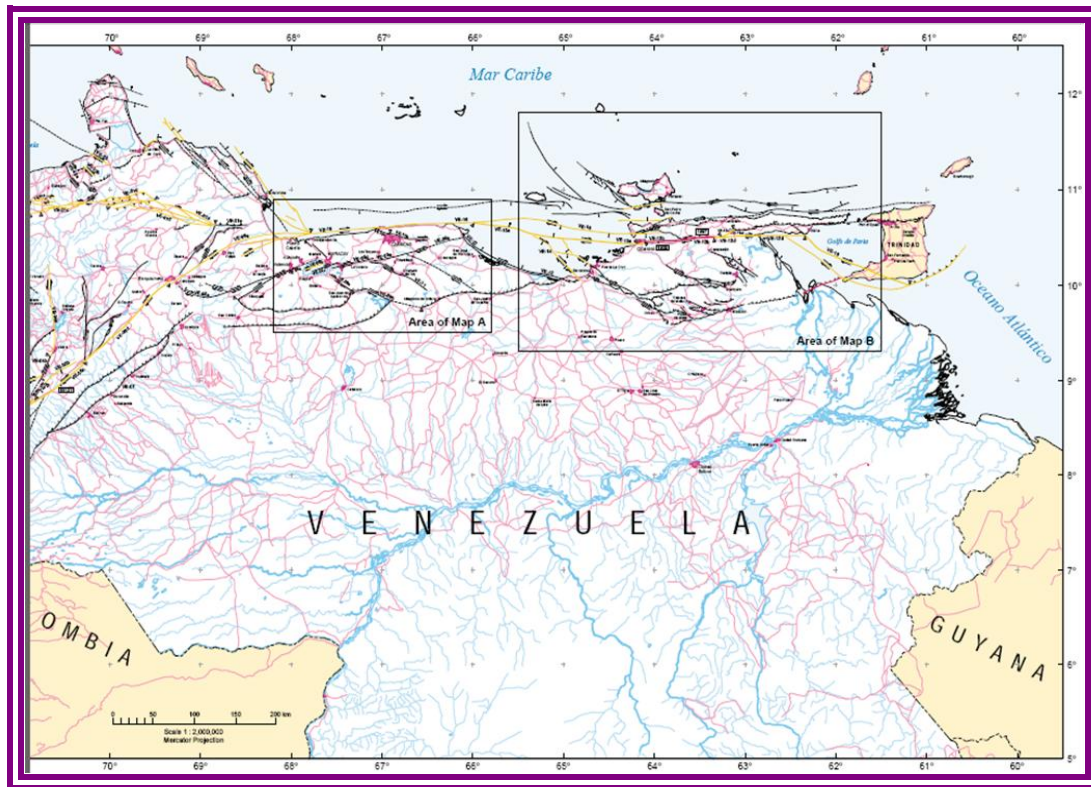


Figura 2.4. Fallas Geológica de Venezuela. [2].

2.2.3. Ruido ambiental.

También conocido como microtemores, consisten en vibraciones del suelo que pueden ser producto tanto de fuentes naturales, como de fuentes artificiales (actividad humana). Es importante resaltar que en la denominación actual de microtemores se incluyen los de corto y los de largo período (Figura 2.8.), es decir, los debidos a actividades humanas y los debidos a causas naturales. (Paolini 2006) [15].

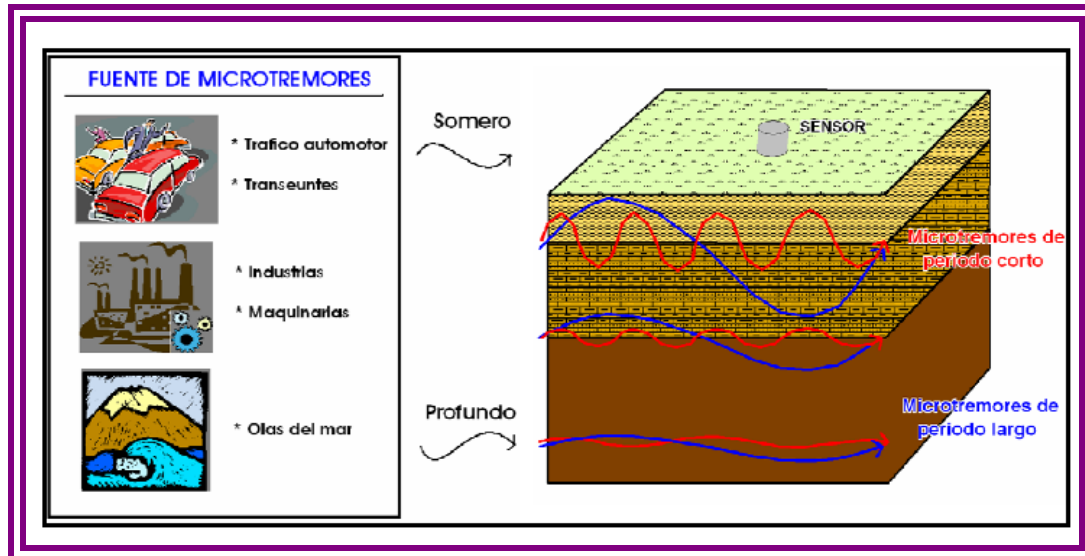


Figura 2.5. Imagen de Sensor registrando las ondas de vibración en depósitos someros y profundos. (Paolini 2006) [15].

- **Vibraciones de origen natural**, son oscilaciones inducidas por fuentes naturales internas y externas como las olas oceánicas, tormentas, vientos, presión atmosférica, lluvias, géiseres, actividad volcánica, entre otros.

Los microsismos se caracterizan principalmente por su inestabilidad debido al tipo de fuente que los genera y son afectadas principalmente por las condiciones climáticas, llegando a presentar algunas amplitudes y períodos que varían entre 2 a 3 o más segundos (microtemores de período largo). Este tipo de vibraciones está compuesto principalmente por ondas Rayleigh. (Gascón 2009). [6].

- **Vibraciones de origen artificial**, Este tipo de vibraciones son generadas principalmente por fuentes artificiales internas y externas, como producto de la actividad humana, como el tráfico vehicular, el paso de peatones, maquinaria industrial, explosiones, etc. La característica principal



de los microtemores es su estabilidad, debido a que presenta períodos entre 0,1 s y 1,0 s (microtemores de periodo corto) y están compuestos principalmente por ondas S y Rayleigh. En general, a las vibraciones de tipo natural y/o artificial que están presentes en las capas superficiales se les conoce como microtemores. **(Paolini 2006)**.^[15].

2.2.3.1. Método de Nakamura (1989) o relación h/v.

Para la estimación de los períodos predominantes del suelo se ha utilizado el método de Nakamura (1989), el cual se basa en la interpretación de microtemores como ondas superficiales Rayleigh, las cuales se propagan en una capa blanda de sedimentos sobre un medio rocoso. A partir de un registro en superficie se determina la función de transferencia de las capas de suelo desde el basamento rocoso a la superficie, mediante la relación entre el espectro de Fourier de la componente horizontal y el de la componente vertical. **(Mendes 2004)**^[16].

El método propuesto por Nakamura (1989) se basó en las siguientes suposiciones:

- Los microtemores están compuestos por diferentes tipos de ondas, en especial de ondas Rayleigh, que se propagan en una capa blanda de sedimentos que yace sobre un medio rocoso. El efecto de estas ondas es igual tanto para las componentes verticales como para las horizontales en superficie. **(Paolini 2006)**.^[15].
- La amplificación del efecto de sitio es debido a la presencia de una capa que se ubica por encima de un espacio infinito, donde la excitación está dada por un plano armónico de ondas S. Igualmente, supone que las fuentes profundas son despreciadas y por lo tanto, el movimiento es debido a fuentes



locales, las cuales no afectan el movimiento de los microtremores en la base de la capa de sedimentos. **(Paolini 2006).** ^[15].

Para determinar los valores de los períodos de vibración del suelo, el espesor de los sedimentos, se utilizo el método de Nakamura (1989) o relación H/V (Bard, 1999), Es una metodología empleada para estimar los efectos de sitio mediante registros instrumentales a través de las mediciones de ruido ambiental, El método de Nakamura propone lo siguiente:

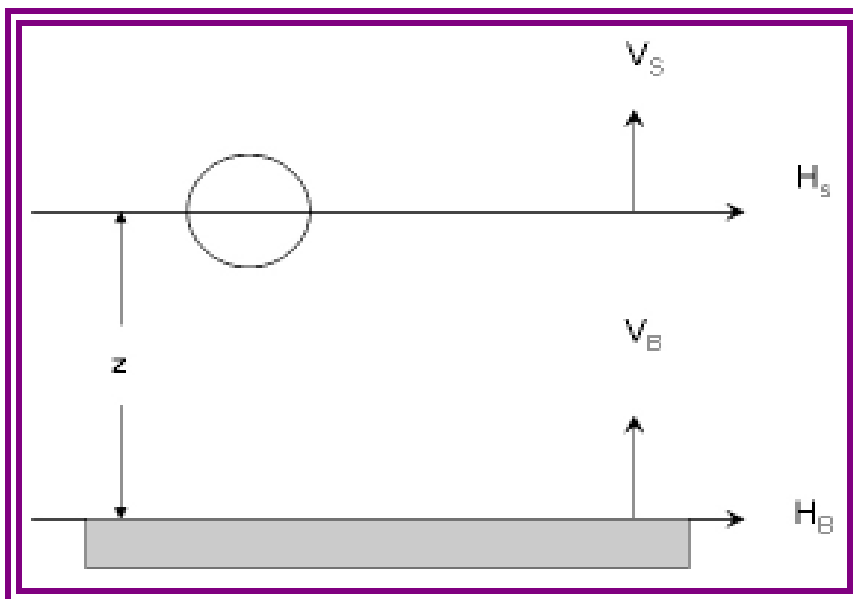


Figura 2.6. Modelo asumido por Nakamura (1989) para la interpretación de Microtremores. (Rocabado 2002). ^[17].

Tomando en consideración que la componente vertical de los microtremores no es amplificada por las capas superficiales, de acuerdo a Nakamura, es posible estimar el efecto de las ondas Rayleigh, AS, en función de la frecuencia. Nakamura define un estimado del efecto de sitio, SE, buscando remover los efectos de las ondas superficiales

$$A_z(w) = \frac{S_z(w)}{A_s(w)} = \frac{H_z(w)}{H_B(w)} \frac{V_z(w)}{V_s(w)} \quad \text{Ecuación (2.1.)}$$



- Donde V_S y V_B son el espectro de amplitud de la componente vertical del movimiento en superficie y en la base de la capa sedimentaria, respectivamente. Normalmente, el efecto de la onda Rayleigh es cercano a cero cuando la relación es aproximadamente igual a la unidad. A medida que el valor de la relación aumenta, el efecto de las ondas Rayleigh es mayor. **(Paolini 2006).**^[15].

- Donde H_S es el espectro de amplitud de la componente horizontal en superficie y H_B es el espectro de amplitud de la componente horizontal en la base de la capa sedimentaria. Como H_S sí es afectada por las ondas superficiales y además, las ondas de los microtremores se propagan principalmente como ondas Rayleigh, H_S probablemente se encuentra influido por las mismas. El efecto de las ondas Rayleigh debe ser incluido en la componente vertical de los microtremores en superficie más no en la componente vertical de la base de la capa sedimentaria. Nakamura concluye que la relación o cociente espectral entre la componente horizontal y vertical del movimiento en un mismo sitio puede ser usada como un estimativo de los efectos de sitio en lugar de estudio. **(Paolini 2006).**^[15].

Para compensar el efecto de las ondas Rayleigh, se tiene un estimado del efecto de sitio corregido, dado por:

$$S_m(w) \frac{H_s(w)}{V_s(w)} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

2.2.3.2. Efectos de sitio

El origen de los efectos de sitio es la presencia de relieves (efecto topográfico), de materiales superficiales (suelos blandos) o fuertes discontinuidades laterales del subsuelo (Figura 2.9), y pueden ser



determinantes para la distribución de la vibración del suelo y por lo tanto para la distribución de daño en caso de un terremoto (Coral, 2002).^[18],

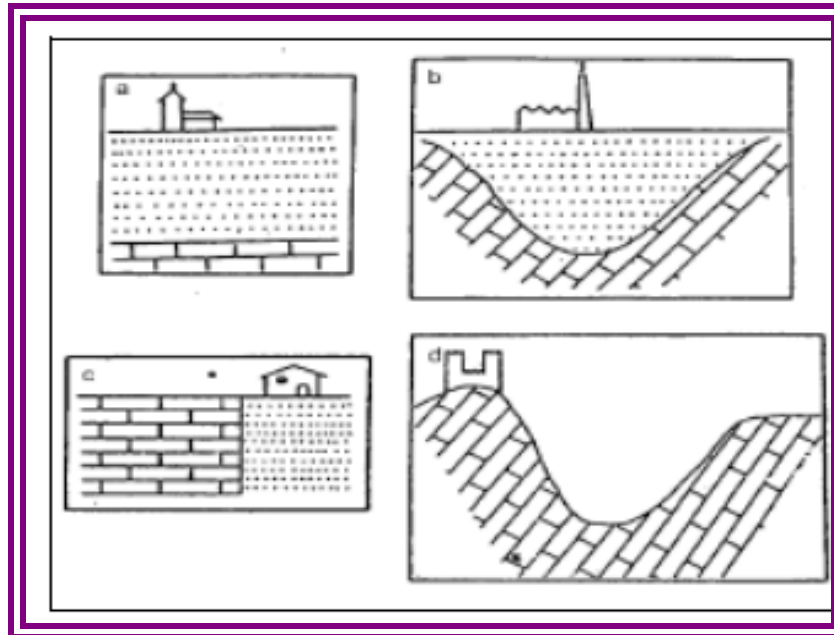


Figura 2.7. Estructuras y configuraciones tipo que pueden dar lugar a efectos de sitio. a) Capas sedimentarias horizontales sobre substrato rocoso; b) Relleno sedimentario de un valle; c) Discontinuidades laterales bruscas; d) Relieves (Efecto topográfico). Tomado de Bard et al., 1995.^[19],

Considerando la geología local, se distinguen dos fenómenos que normalmente dan lugar a una amplificación del movimiento y por consiguiente pueden ocasionar daños a obras civiles, uno de los fenómenos es la ampliación por resonancia que está asociado a la interacción de la onda sísmica y la estructura del subsuelo, esta aparece en medios estratificados con rigidez creciente con la profundidad y resulta de la superposición de múltiples reflexiones dentro de los estratos de baja



velocidad cercanos a la superficie y su efecto depende fundamentalmente de la frecuencia. ^[18].

El segundo tipo de amplificación no requiere de las discontinuidades bruscas donde tienen lugar fenómenos de reflexión, más bien, se trata de un efecto debido a la baja impedancia de los materiales próximos a la superficie. **(Coral, *op cit.*)**. ^[18].

2.2.4. Terremotos o Sismos.

Es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico. 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. El origen de los terremotos se encuentra en la acumulación de energía que se produce cuando los materiales del interior de la Tierra se desplazan, buscando el equilibrio, desde situaciones inestables que son consecuencia de las actividades volcánicas y tectónicas, que se producen principalmente en los bordes de la placa.

El foco de inicio es denominado hipocentro y se puede situar a diferentes profundidades (hasta los 700 kilómetros). A partir de este foco, la energía se libera en forma de ondas, que se generan y propagan en todas direcciones de manera concéntrica, alcanzando rápidamente el epicentro, que es el punto de la superficie sobre la vertical del foco sísmico, donde llegan con la máxima intensidad. ^[20].



2.2.4.1. Ondas sísmicas.

La brusca caída de los esfuerzos que acompaña al deslizamiento de las placas generan ondas sísmicas debido a las deformaciones longitudinales (de compresión) o transversales (de cortante) de la roca, estas ondas viajan alejándose de las fallas y su amplitud va atenuándose poco a poco.

La velocidad y distancia a la que se puede transmitir las ondas sísmicas, depende de las propiedades mecánicas. La amplitud y contenido de frecuencia de las ondas en un sitio dado depende principalmente de la magnitud del sismo, de la distancia del sitio a la zona donde genero el sismo y de las propiedades del subsuelo local. ^[21]Entre los tipos de ondas se encuentran:

■ **Ondas longitudinales, (Primarias) o P:** Tipo de ondas de cuerpo que se propagan a una velocidad de entre 8 y 13 km/s y en el mismo sentido que la vibración de las partículas. Circulan por el interior de la Tierra, atravesando tanto líquidos como sólidos. Son las primeras que registran los aparatos de medida o sismógrafos, de ahí su nombre "P" o primarias. ^[21](Ver figura 2.8.).

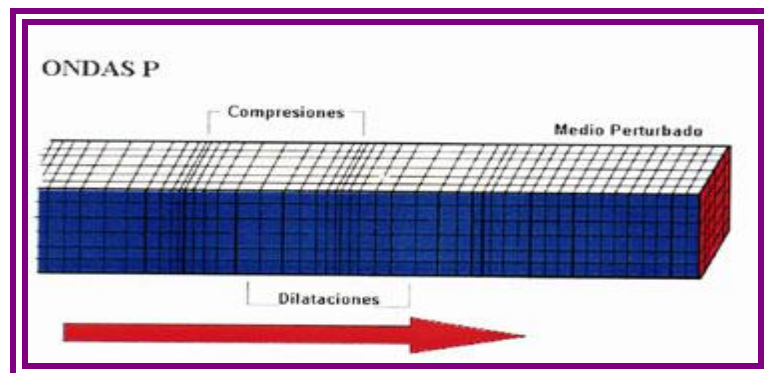


Figura 2.8. Ondas longitudinales, primarias o P. ^[21].

■ **Ondas transversales, (Secundarias) o S:** Son ondas de cuerpo más lentas que las anteriores (entre 4 y 8 km/s) y se propagan perpendicularmente en el sentido de vibración de las partículas. Atravesan



únicamente los sólidos y se registran en segundo lugar en los aparatos de medida. ^[21]. (Ver figura 2.9.)

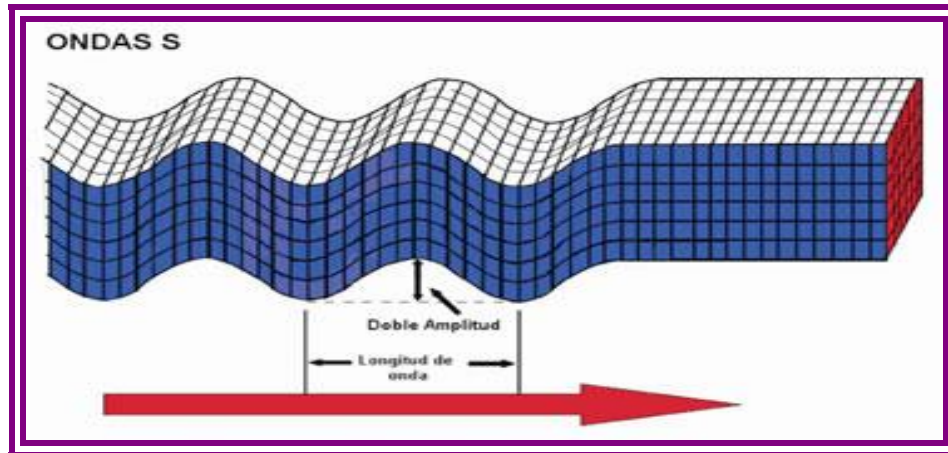


Figura 2.9. Ondas transversales, secundarias o S. ^[21].

■ **Ondas Love:** Ondas sísmicas superficiales con movimiento solo horizontal de cizalla normal a la dirección de propagación. ^[21]. (Ver figura 2.10.)

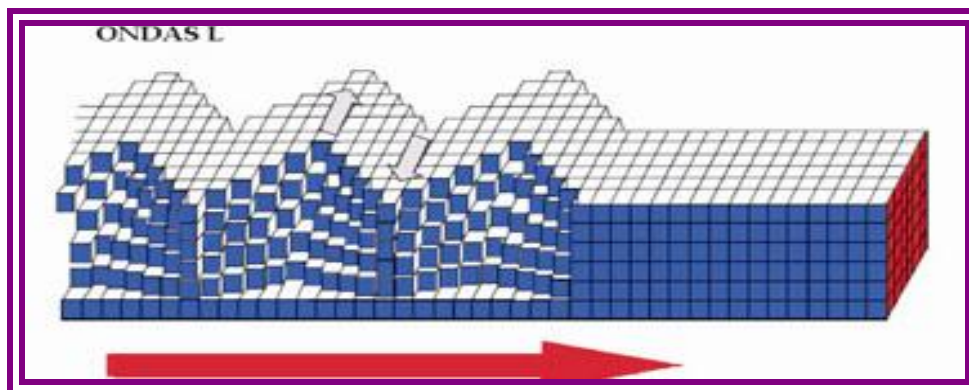


Figura 2.10. Ondas Love. ^[21].

■ **Ondas Rayleigh:** Ondas sísmicas superficiales de amplitud decreciente con la profundidad; el movimiento de las partículas es elíptico



retrogrado y ocurre en un plano vertical que contiene la dirección de propagación. ^[21]. (Ver figura 2.11.)

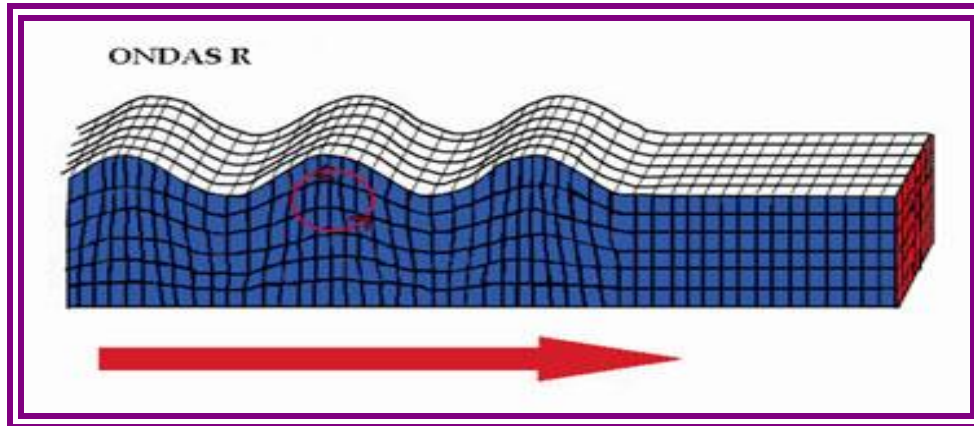


Figura 2.11. Onda Rayleigh. ^[21].

2.2.4.2. Cuantificación de los Sismos.

Magnitud de un sismo.

Es una medida del tamaño del mismo que es independiente del lugar donde se hace la observación y que se relaciona en forma aproximada con la cantidad de energía que se libera durante el evento. Se determina a partir de las amplitudes de registros de sismógrafos estándar. La escala más conocida de magnitudes es la de Richter. ^[22].

➤ **Escala de Richter: MAGNITUD = CAUSA**

Esta escala fue ideada por el Sismólogo norteamericano Charles Francis Richter, indicando que cada incremento de una unidad en la escala de implica un aumento de 32 veces en la cantidad de energía liberada. Esta escala va desde el 1 hasta el 9,5, siendo el 1 el que marca la menor intensidad y el 9,5 la máxima ya que el sismo más grande que se ha registrado instrumentalmente en el mundo, alcanzó una magnitud de 9.5



Richter el 22 de mayo de 1960 en Chile del siguiente modo (el valor máximo es algo que aún no está claro del todo).^[22](Ver tabla 2.2.)

Tabla 2.2. Cuantificación de los Sismos. Escala de Richter. ^[22].

Magnitud	Características
Menor a 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8.0-mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

 **Intensidad de un sismo.**

Es una medida de los efectos que este produce en un sitio dado, o sea de las características del movimiento del terreno y de la potencialidad destructiva del sismo, en ese lugar en particular y en lo que concierne a sus efectos en las construcciones. Se han propuesto diversas escalas para medir la intensidad. La más común es la escala de Mercalli modificada.^[22]

➤ **Escala de Mercalli : INTENSIDAD = EFECTO**

Fue creada por el sismólogo Giuseppe Mercalli, el cual no media los datos del sismógrafo sino el efecto o daño producido en las estructuras y la sensación percibida por la gente. Los grados se expresan romanos del I al XII y son proporcionales, de modo que una intensidad IV es el doble que una II.^[22] (Ver tabla 2.3.)



Tabla 2.3. Cuantificación de los Sismos. Escala de Mercalli. [22].

Intensidad	Características
Grado I	Sacudida que casi no se percibe.
Grado II	Solamente la sienten las personas en reposo, en especial en los pisos altos. Las cosas suspendidas pueden oscilar.
Grado III	Se puede sentir la sacudida. Los vehículos estacionados se mueven.
Grado IV	La sacudida es sentida por las personas en los interiores. Vibran las ventanas y puertas. Los carros estacionados se balancean.
Grado V	Sacudida que es percibida por todos. Algunos vidrios y vajilla se rompen. Se mecen los árboles y postes.
Grado VI	Las personas tienden a salir de sus casas. Los muebles cambian de lugar.
Grado VII	Daños ligeros en las construcciones. Objetos apilados se derrumban.
Grado VIII	Daños en las construcciones. Los de material ligero se derrumban parcialmente. Los muebles se vuelcan. Las personas en vehículos pierden el control de los mismos. Los objetos pequeños salen despedidos.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño. Puede haber derrumbes. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta.
Grado X	Derrumbes de edificaciones. La mampostería se cae. Se agrieta el terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Se producen deslizamientos e inundaciones.
Grado XI	Las construcciones se derrumban, al igual que los puentes. Se producen grietas anchas en el terreno. Las tuberías colapsan. Se hunde el terreno. Se tuercen mucho las vías del tren.
Grado XII	Destrucción total. Ondas visibles en el terreno. Objetos son lanzados en el aire hacia arriba.

2.2.4.2.1. Diferencia entre magnitud e intensidad.

■ **Magnitud:** es una medida de la potencia del sismo en sí, independiente del lugar donde se mide. [22].



■ **Intensidad:** es una medida de las características del movimiento del terreno que el sismo provoca en un sitio dado. [22].

Desde el punto de vista de la ingeniería sísmica lo que interesa son las intensidades que pueden presentarse en el lugar donde va a construir la estructura. Una misma intensidad puede ser producida por un sismo lejano de gran magnitud o por uno cercano de mucha menor magnitud. [22].

2.2.4.3. Foco y epicentro de un sismo.

■ Foco de un sismo es el lugar donde comienza el corrimiento de la falla geológica que origino el sismo.

■ Epicentro es el punto sobre la superficie terrestre directamente encima del foco.

El epicentro y el foco se determinan mediante a partir de mediciones instrumentales en diversos sitios; su localización resulta frecuentemente poco precisa debido a la falta de un número suficiente de instrumentos y al desconocimiento de la estructura terrestre. [22].

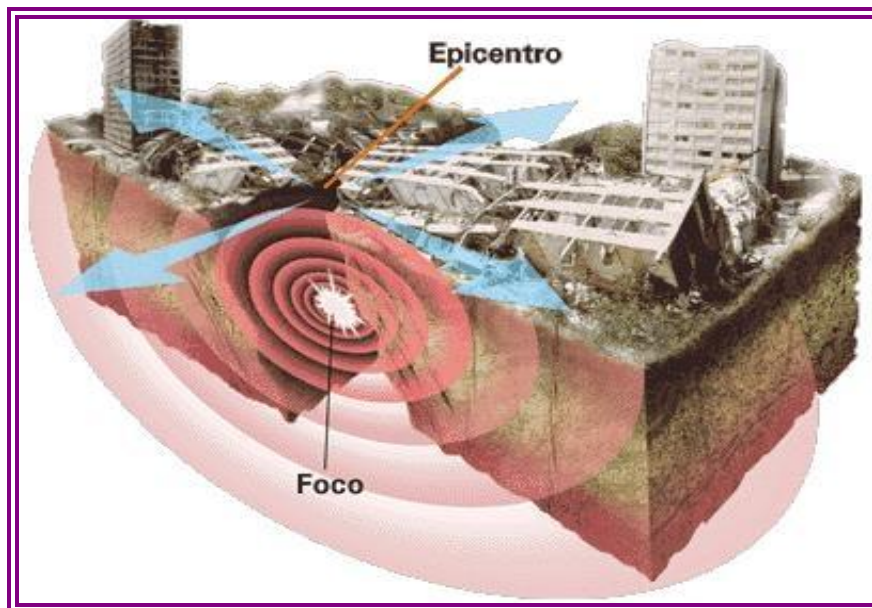


Figura 2.12. Foco y Epicentro de un sismo. [23].



2.2.5. Licuación de los suelos.

Es la transformación de un material granular de un estado sólido a un estado licuado como consecuencia del incremento de la presión de agua de poros. [24].

Ocurre cuando suelos arenosos son sometidos a vibración, por lo tanto, cuando un estrato de suelo se licua y empieza a fluir por la acción del terremoto, éste no es capaz de soportar el peso de cualquier suelo o estructura encima de él, debido a esto, es posible que ocurran una serie de efectos, algunos catastróficos, como: deslizamientos, flujos, hundimiento inclinación de edificaciones, volcanes de arena, asentamientos diferenciales, etc., como ha quedado evidenciado en numerosos terremotos ocurridos en diferentes partes del mundo, existen diferentes factores que determinan este fenómeno como son:

- La magnitud del movimiento sísmico,
- La duración del movimiento sísmico (granulometría del suelo), y
- La densidad relativa del suelo. [24].

2.2.6. Factor de licuación zona norte del Estado Anzoátegui.

Graffe (2002) realizó un estudio para evaluar el potencial de licuación en la zona norte del estado Anzoátegui, con el empleo de un método probabilístico propuesto recientemente por Seed y Cetin (2001), el cual incorpora nuevos factores de análisis que mejoran notablemente la respuesta dinámica del suelo. [25].

Una vez evaluado el potencial de licuación se realizó un mapa de zonificación preliminar de las áreas potencialmente licuables en la zona norte del estado Anzoátegui, en el cual se representan las áreas con mayor susceptibilidad de sufrir procesos de licuación en la zona norte del estado



Anzoátegui, el cual fue elaborado bajo criterio geotécnico para las zonas donde se realizaron los sondeos y el criterio geológico de Youd y Perkins (1978). [25].

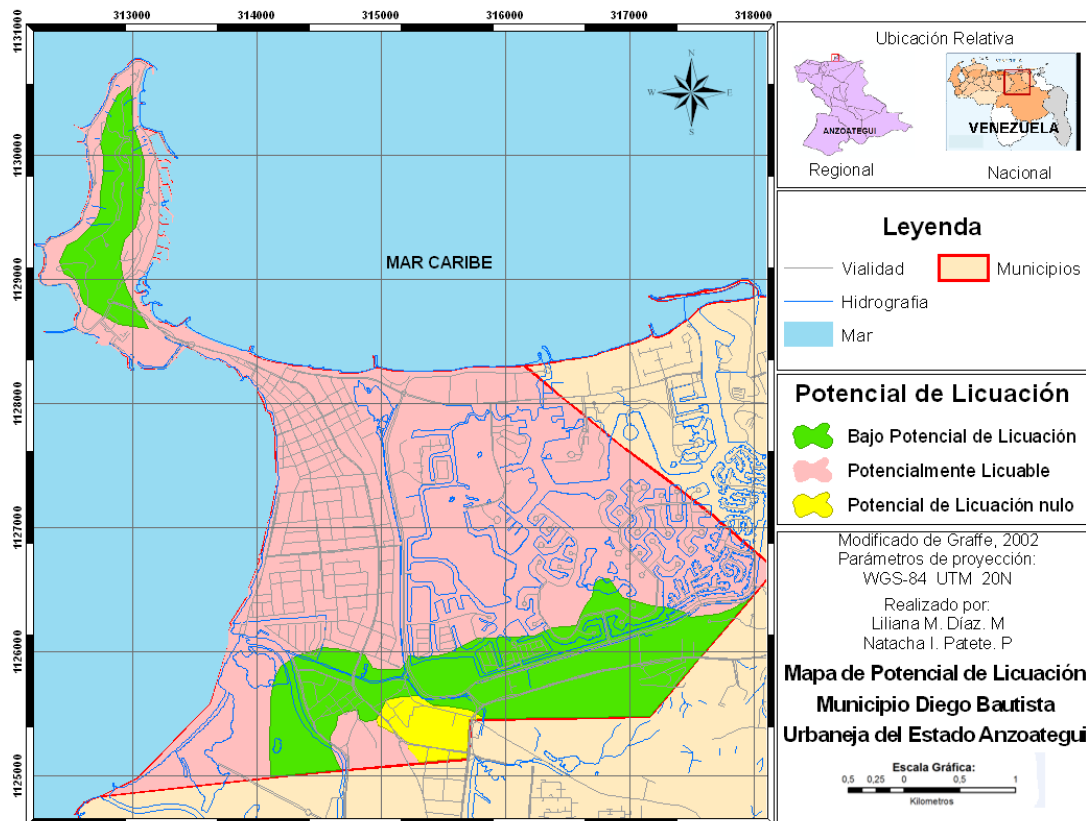


Figura 2.13. Mapa de zonificación preliminar de las áreas potencialmente licuables en la zona norte del estado Anzoátegui. Municipio Diego Bautista Urbaneja (Modificado de Graffe, 2002). [25].

Graffe (2002) concluye en su estudio lo siguiente:

El margen costero de la zona norte del estado Anzoátegui es susceptible a licuar en una extensión de 2.5 km desde el borde de playa hacia tierra firme, el cual se reduce hacia el Nor-oeste llegando hasta una extensión que varía entre 0.8 y 1 km en la periferia del Complejo José. [25].



- ▣ Los estratos de arena susceptibles a sufrir procesos de licuación, se encuentran a profundidades que varían entre 2.y 4 metros, siendo más superficiales hacia los márgenes costeros y cuentan con un espesor promedio que oscila entre los 3 y 6 metros. ^[25].

- ▣ El nivel freático varía de superficial hasta los 3 metros de profundidad en el margen costero, profundizándose a medida que nos alejamos del éste. ^[25].

2.3. Análisis de Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos.

La vulnerabilidad, en términos generales, puede clasificarse como de carácter técnico y de carácter social, siendo la primera más factible de cuantificar en términos físicos y funcionales, como por ejemplo, en pérdidas potenciales referidas a los daños o la interrupción de los servicios, a diferencia de la segunda que prácticamente solo puede valorarse cualitativamente y en forma relativa, debido a que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc. ^[26].

La vulnerabilidad es la susceptibilidad a la producción de daños (víctimas, pérdidas económicas). Es tanto mayor cuanto menor sea la capacidad para hacer frente al proceso (recursos disponibles y potenciales). De esta forma la Vulnerabilidad sísmica de una edificación es un conjunto de parámetros capaz de predecir el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo. ^[26].



La vulnerabilidad sísmica es el área de trabajo de la Ingeniería Antisísmica cuyo objetivo es reducir la vulnerabilidad sísmica teniendo en cuenta los costes y los principios de la ingeniería estructural. [26].

2.3.1. Estructuras.

Es el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos manteniendo el espacio arquitectónico, sin sufrir deformaciones incompatibles. [27].

■ Exigencias básicas de las Estructuras:

- **EQUILIBRIO:** Es la garantía de que el edificio no se moverá.
- **ESTABILIDAD:** Se relaciona con el peligro de movimientos inaceptables del edificio en su totalidad. [28].

■ Clasificación según la regularidad de la estructura.

Toda edificación será clasificada como regular e irregular de acuerdo a las definiciones siguientes:

- **Edificación de estructura Regular:** Se considerará regular la edificación que no esté incluida en ninguno de los apartados de la sección de las estructuras irregulares.
- **Edificación de estructura Irregular:** Se considera irregular la edificación que en alguna de sus direcciones principales presente alguna de las características siguientes:

■ Irregularidades Verticales.

- ✓ Entrepiso blando.
- ✓ Entrepiso débil.
- ✓ Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos.
- ✓ Aumento de las masas con la elevación.



- ✓ Variaciones en la geometría del sistema estructural.
- ✓ Esbeltez excesiva.
- ✓ Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales.
- ✓ Falta de conexión entre miembros verticales.
- ✓ Efecto de columna corta. ^[1].

■ **Irregularidades en Planta.**

- ✓ Gran excentricidad.
- ✓ Riesgo torsional elevado.
- ✓ Sistema no ortogonal.
- ✓ Diafragma flexible. ^[1].

2.3.2. Edificaciones.

Son aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos pero específicos propósitos, son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo.

Entre los diferentes tipos de edificaciones podemos encontrar a los de:

- **Tipo rural:** (tales como establos, granjas, silos, sótanos).
- **Tipo comercial:** (hoteles, bancos, negocios, restaurantes, mercados).
- **Tipo residencial:** (edificios de departamentos, casas particulares, asilos, condominios).
- **Tipo cultural:** (escuelas, institutos, bibliotecas, museos, teatros, templos).
- **Tipo gubernamentales:** (municipalidad, parlamento, estaciones de policía o bomberos, prisiones, embajadas).
- **Tipo industriales:** (fábricas, refinerías, minas).



- **Tipo Transporte:** (aeropuertos, estaciones de bus o tren, subterráneos, puertos).
- **Edificaciones públicas:** (monumentos, acueductos, hospitales, estadios). ^[29].

2.3.2.1. Efectos sísmicos en los Edificios.

■ Características de la Acción Sísmica.

El movimiento sísmico del suelo se transmite a los edificios que se apoyan sobre éste. La base del edificio tiende a seguir el movimiento de su base. Se generan entonces las fuerzas de inercia que ponen en peligro la seguridad de la estructura. El movimiento del suelo consta de vibraciones horizontales y verticales. Como ya hemos mencionado, las primeras resultan en general más críticas y son las únicas consideradas en este planteamiento. La flexibilidad de la estructura ante el efecto de las fuerzas de inercia hace que este vibre de forma distinta a la del suelo mismo. Las fuerzas que se inducen en la estructura no son función solamente de la intensidad del movimiento del suelo, sino dependen en forma preponderante de las propiedades de la estructura misma. Por una parte, las fuerzas son proporcionales a la masa del edificio y, por otra, son función de algunas propiedades dinámicas que definen su forma de vibrar. Las fuerzas de inercia que se generan por la vibración en los lugares donde se encuentran las masas del edificio se transmiten a través de la estructura por trayectorias que dependen de la configuración estructural. Estas fuerzas generan esfuerzos y deformaciones que pueden poner en peligro la estabilidad de la construcción. ^[30].

■ Respuesta de los Edificios a la Acción Sísmica.







A medida que la intensidad de la excitación aplicada al edificio aumenta, se generan cambios en las propiedades dinámicas del mismo, las que alteran su respuesta. En términos generales, el comportamiento deja de ser lineal, la



rigidez tiende a bajar y el amortiguamiento tiende a aumentar. La magnitud de estas modificaciones es muy distinta para diferentes tipos de sistemas y materiales. El acero, por ejemplo, mantiene su comportamiento lineal hasta niveles muy altos de esfuerzos, correspondientes a la influencia, el concreto tiene una reducción significativa en su rigidez cuando los esfuerzos de compresión exceden al 50 por ciento de la resistencia, pero sobre todo, la rigidez de estructuras de este material se ve disminuida por el agrietamiento de las secciones que están sujetas a momentos flexionantes elevados. [30].

Daños Estructurales más comunes.

Entre los daños más comunes se presentan:

-  Colapsos de edificios por falla por cortante de sus columnas.
-  Fallas de columnas de concreto por cuantía y distribución de refuerzo totalmente inadecuados, particularmente en lo referente al refuerzo transversal (estribos).
-  Fallas de conexión viga columna por escasez de anclaje del refuerzo de la columna en su conexión con el sistema de piso.
-  Fallas de edificios a bases de losas planas por panzonamiento de losas (apoyados directamente sobre columnas, sin vigas).
-  Fallas de edificios por falla de cimentación.
-  Falla de columna por efecto de cortante y torsión producida por excentricidad de la viga longitudinal. [30].

2.4. Zonas sísmicas

Zonificación Sísmica (Norma COVENIN 1756-98, 2001) ver Apéndice A, Figura A.1, Figura A.2, Figura A.3, Figura A.4, Figura A.5, está presentado en función del coeficiente de aceleración horizontal (A_0) en roca. Puede



interpretarse de dicho resultado que el norte de Venezuela presenta las zonas de mayor riesgo sísmico (siendo el estado Sucre el catalogado como de mayor riesgo). Una consecuencia importante del mapa de Zonificación Sísmica es la elaboración, en base a sus resultados, de Normas de Construcción Sismorresistente (2001) adecuadas a la realidad sísmica de Venezuela. La resistencia sísmica de una estructura desarrollada por los ingenieros siguen las instrucciones de la norma de acuerdo al grado de amenaza de la región. Idealmente, todas las estructuras construidas en nuestro país deberían estar de acuerdo con dicha norma. La última actualización de la Norma de Construcción Sismorresistente se llevó a cabo en el año 2001, tomando en cuenta los resultados aportados por el terremoto de Cariaco en 1997. Por otro lado, la mejora en la localización de los sismos también ha permitido desarrollar estudios que permitan recalcular nuestras actuales ecuaciones de magnitud y modelos de velocidad de las ondas sísmicas (proyectos que se encuentran actualmente en progreso). Igualmente se espera poder realizar nuevos y mejorados modelos de tomografía sísmica en toda Venezuela, cuyo objetivo será el modelaje de la corteza terrestre y marina. [1].

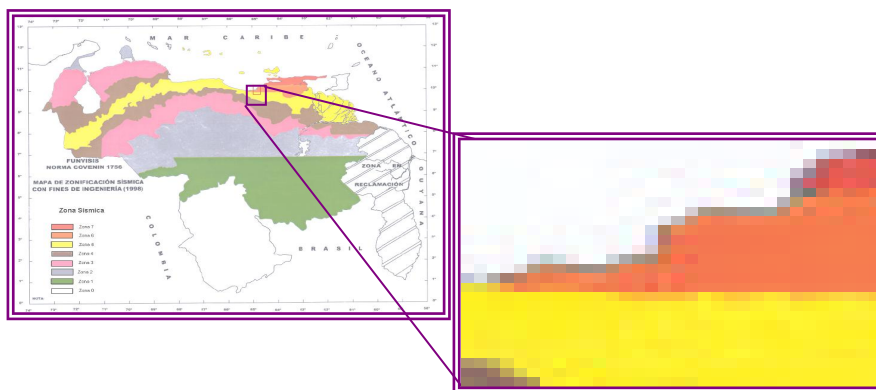


Figura 2.14. Zona Sísmica 6 del Área de estudio, Municipio Diego Bautista Urbaneja. [1].



2.4.1. Microzonificación Sísmica

La microzonificación sísmica consiste en establecer zonas con comportamiento similar durante un sismo, de manera que puedan definirse allí, recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificaciones sismorresistentes. **(Gascón 2009).**^[6]

Para cada una de las zonas, además de especificarse la fuerza sísmica posible, deben identificarse los tipos de fenómenos asociados que pueden desencadenarse a raíz del sismo, como son los deslizamientos, la amplificación exagerada del movimiento o la posibilidad de la licuación del suelo. La definición de estas zonas se hace con base en criterios topográficos, estratigráficos, geológicos, geofísicos, espesores y rigidez relativa de los materiales, entre otras características de los suelos. Por ejemplo, en las zonas montañosas, las consecuencias más importantes son los deslizamientos y avalanchas, además de la amplificación de las ondas por efectos topográficos. En los sitios donde la topografía es plana y con suelos relativamente blandos, existe la posibilidad de grandes amplificaciones del movimiento sísmico dependiendo de las características del sismo. Con base en el mapa de microzonificación sísmica, una ciudad puede adelantar la planificación de su desarrollo, teniendo en cuenta las restricciones a los tipos de construcción y los parámetros de diseño definidos para las diferentes zonas de la ciudad. **(Gascón 2009).**^[6]

2.5. Centro de Sismología.

Es el organismo encargado de registrar, analizar y estudiar la sismicidad y sus conexos en la región Nor-Oriental de Venezuela donde la Universidad de Oriente tiene su influencia, por ser ella institución al servicio de la República, que debe colaborar a la orientación de la vida del país mediante su



contribución doctrinaria e investigativa en el esclarecimiento de los problemas de las regiones Nor-Oriental y Guayana.

En el país existe una Red Sismológica (**Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas**), también llamada FUNVISIS, tiene como objetivo permanente el registro y monitoreo continuo de la actividad sísmológica del país, con la finalidad de formar un catálogo sísmológico que permitan estudios de amenaza sísmica. [31].

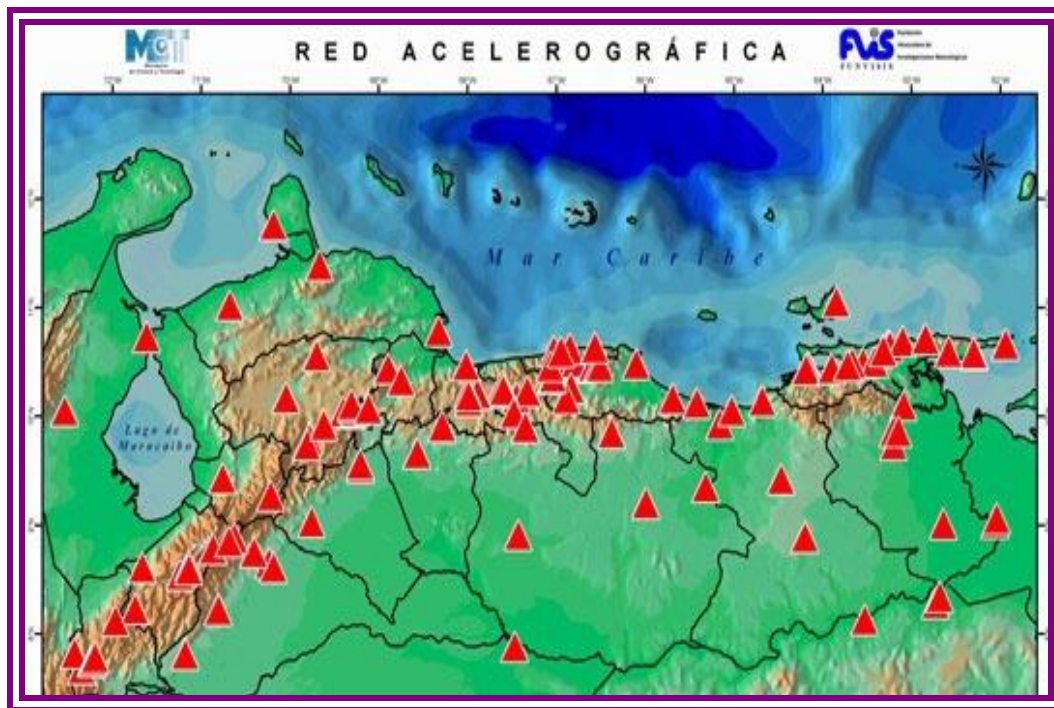


Figura 2.15. Red Acelerográfica de FUNVISIS. [31].

2.5.1. Red. Sismológica nacional en la evaluación de la amenaza sísmica de Venezuela

La Red Sismológica de Venezuela (**Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas**), también llamada FUNVISIS, tiene como objetivo permanente el registro y monitoreo continuo de la actividad



sismológica del país, con la finalidad de formar un catálogo sismológico que permitan estudios de amenaza sísmica. (FUNVISIS), adscrita al ministerio de Ciencias y Tecnología, es la institución oficial encargada de operar y mantener la Red Sismológica de Venezuela, conformada por 35 estaciones banda ancha, cuya meta es el registro y monitoreo continuo de la actividad sismológica nacional. [31].

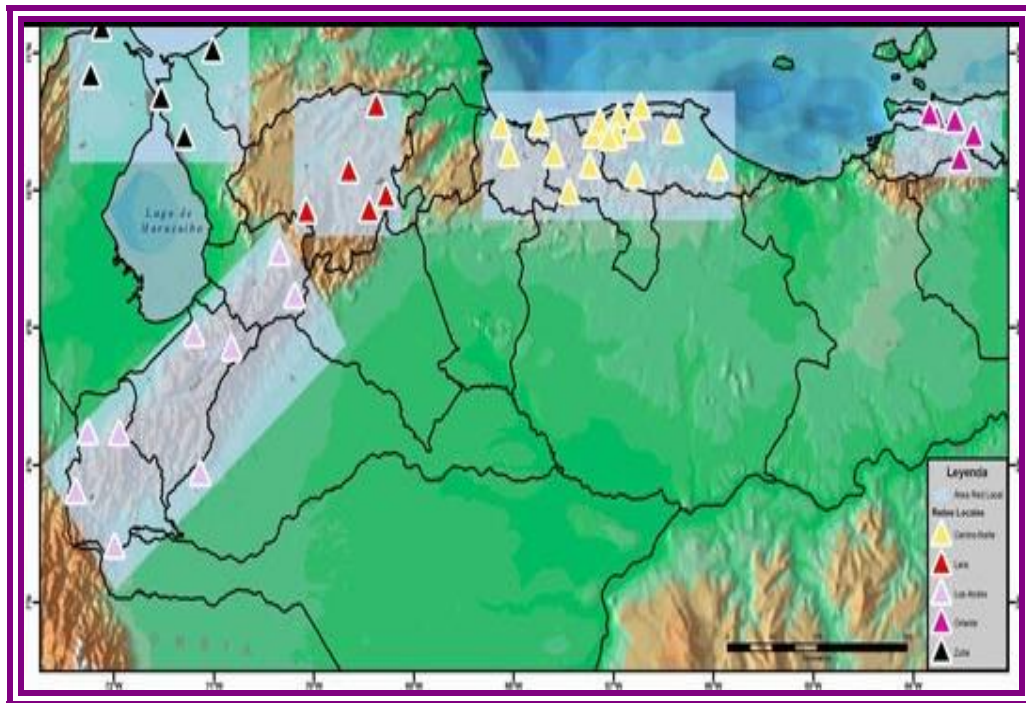


Figura 2.16. Estaciones Sismológicas de FUNVISIS. [31].

2.6. Sistema de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés [Geographic Information System]) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de



planificación y gestión. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada permitiendo a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. ^[31].

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos. Por ejemplo, un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, el SIG puede ser usado para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia. ^[32].

2.6.1. Funcionamiento del Sistema de Información Geográfica. (SIG)

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía. La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma. ^[31].



Los principales puntos que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

- **Localización:** preguntar por las características de un lugar concreto.
- **Condición:** el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- **Tendencia:** comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- **Rutas:** cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- **Pautas:** detección de pautas espaciales.
- **Modelos:** generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas. [32].

Por ser tan versátiles, el campo de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución. [32].

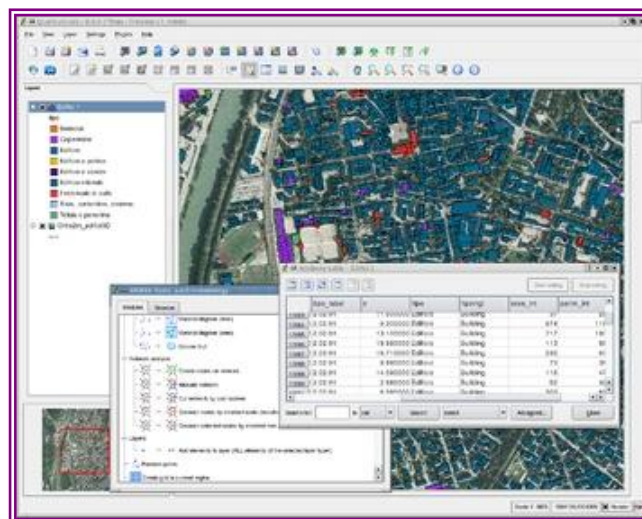


Figura 2.17. Software de Sistema de Información Geográfica. [32].

CAPÍTULO III

Metodología del trabajo

3.1. Tipo y nivel de la investigación.

La investigación que ha sido planteada es de tipo cuantitativa y se basa en la recolección e interpretación de datos.

3.1. Diseño de la investigación.

Para el diseño de la investigación se consideró una metodología cuantitativa, lo cual permitió examinar los datos dependiendo de las condiciones o características de las mismas. Esta se orienta sobre cómo se va a realizar la investigación, desde la recopilación de la información necesaria, hasta el análisis e interpretación de los datos obtenidos.

3.3. Fases de la investigación.

3.3.1. Recopilación de la información.

Se realizó una compilación de información geofísica, sísmica y geológica, relacionada con la vulnerabilidad y amenaza sísmica urbana que afecta diariamente tanto a las edificaciones situadas en el municipio, como también a la población que habita en esta zona del estado Anzoátegui. Toda la información fue reunida y con la ayuda de un sistema de información geográfica se dio paso a la ejecución de los objetivos necesarios para la elaboración de este proyecto.



3.3.2. Levantamiento de elementos de vulnerabilidad sísmica en el municipio e identificación del uso del suelo.

Para identificar el uso del suelo que conforma al Municipio Diego Bautista Urbaneja, se realizó un recorrido por toda la zona identificando en un plano de una escala adecuada para la señalización e identificación de las parcelas que dividen al municipio.

Estas parcelas se identificaron mediante colores que fueron clasificados para cada uso, ver Tabla 3.1. Luego de haber hecho todo el recorrido por el municipio y teniendo el plano totalmente marcado e identificando con los colores correspondientes a cada edificación, se procedió a llevar toda esa información en un plano digital por medio del programa Autocad 2008 y/o 2009.

Tabla 3.1 Colores de identificación para el Uso del Suelo.

USO DEL SUELO	COLOR ESTABLECIDO
Zona Residencial	
Zona Comercial	
Zona estudiantil	
Zona Parques y Plazas	
Centros de Artes	
Iglesias	
Terrenos Baldíos	
Zona Gubernamental	
Centros de Atención Médica	



3.3.2.1. **Encuesta sobre los elementos de vulnerabilidad sísmica.**

Simultáneamente al recorrido, se realizó una encuesta sobre los elementos de vulnerabilidad sísmica que afectan al municipio, a partir de unas planillas diseñadas por FUNVISIS. En la misma, se colocan las características físicas internas y externas de cada edificación ya sea de uso residencial, comercial, asistencial, entre otros. La planilla utilizada para la ejecución de la encuesta se puede observar en el Apéndice B, Figura B.1.

La encuesta consta de varios ítems que se mencionan a continuación:

■ **Datos Generales:** Fecha de adquisición y los datos de las personas que realizaron la encuesta.

■ **Identificación de la Edificación:** Nombre e (Id) establecido, la dirección de la edificación, numero de pisos y apartamentos, y por último el año de construcción.

■ **Uso y equipamiento de la edificación:** Objetivo de la edificación, es decir que servicio presta, que servicios utiliza o si solamente es de uso residencial, así como también si la edificación está totalmente preparada para una emergencia. Este punto se divide de la siguiente forma:

- Uso principal de la edificación.
- Uso complementario.
- Forma del terreno.
- Equipos en la edificación.
- Uso de alarma.
- Servicios públicos de la edificación.



■ **Condiciones Físicas de la edificación:** Se determinaron las características de la edificación que pueden ser favorables o desfavorables en caso de emergencias, y se divide de la siguiente forma:

- Condiciones de evacuación de la edificación.
- Esquema en planta y en elevación.
- Iluminación y ventilación.
- Recubrimientos en la fachada.
- Volúmenes sobresalientes.
- Cables no empotrados.

■ **Elementos y factores de sismorresistencia:** Estos elementos identificaron las características de tipo estructural de la edificación, para determinar su vulnerabilidad, y se divide de la siguiente forma:

- Tipo de estructura.
- Material de la estructura.
- Tabiquería.
- Concentración de cargas en la estructura.
- Concentración de rigideces.
- Colindancia.
- Elementos adosados.
- Irregularidad estructural.
- Diseño estructural y construcción.

■ **Factores de susceptibilidad:** Por medio de estos factores se identificaron los agentes que demuestran las condiciones físicas en que están las edificaciones. Este ítem se divide de la siguiente forma:

- Indicadores de deterioro.
- Susceptibilidad de la edificación al fuego.



- Modificaciones en la edificación.
- Daños previos.

Todos estos factores ayudaron a realizar la encuesta para de esta forma obtener las características necesarias de un porcentaje de edificaciones. Estas encuestas fueron clasificadas y separadas dependiendo el uso de la edificación, como también fueron separadas las edificaciones a las cuales se les pudo realizar la encuesta y a las que no, ya que en varias edificaciones no permitían tomar los datos necesarios.

3.3.3. Mediciones de ruido ambiental

Para obtener los datos de ruido ambiental se realizaron mediciones en las zonas del municipio conjuntamente con el personal de FUNVISIS.

Para obtener la información se realizó lo siguiente:

- Se obtuvo un plano del Municipio Urbaneja para así hacer el recorrido por las partes donde se realizarían las mediciones.
- Se verificó que todo el equipo que se utilizaría se encontrara en perfectas condiciones: Sensor, Sismógrafo, GPS.
- Se procedió a la instalación del sensor en el suelo orientándolo en dirección Norte con la ayuda de una brújula. Seguidamente se conectó el sensor al sismógrafo Reftek-130 que registraría las ondas. Al momento de activar el sismógrafo se anotó el nombre de la estación, la hora de medición, las coordenadas y el tiempo de grabación (20 minutos) en una planilla de campo.
- Luego que el equipo inicia la grabación de datos, se evita caminar cerca del sensor para no alterar la información registrada, y así los datos obtenidos sean lo más precisos posibles.
- Por último se procede a desinstalar el equipo para el traslado a la estación siguiente, con la ayuda del GPS midiendo una distancia



aproximadamente de 250 metros desde el punto anteriormente visitado. Se repitió el procedimiento de instalación y espera de 20 minutos en la siguiente estación, y así sucesivamente por todo el recorrido.

- Las mediciones de ruido ambiental fueron procesadas por personal de FUNVISIS, utilizando el programa **GEOPSY**, usado para el procesamiento de los datos, por este medio se realizan las interpretaciones de las mediciones de ruido ambiental a objeto de obtener el período fundamental de las respectivas estaciones de medición correspondiente al suelo. A partir de los valores de períodos, en FUNVISIS realizaron el mapa de Isoperíodos para el Municipio Urbaneja (Ver Figura 3.1).

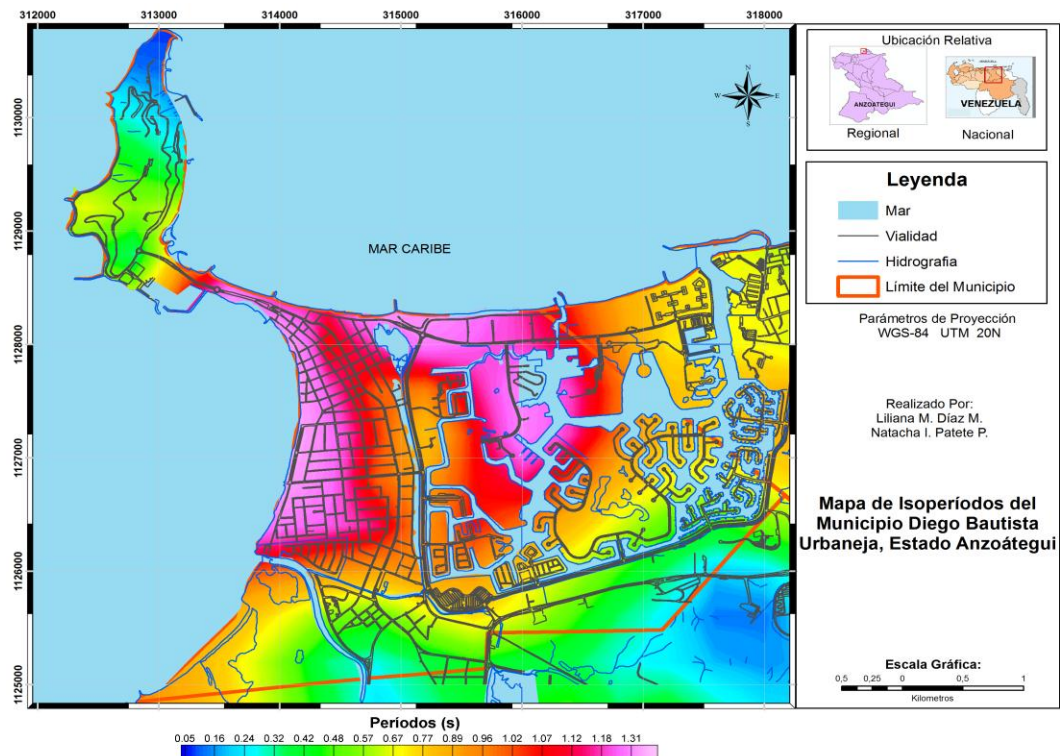


Figura 3.1. Mapa de Isoperíodos.



3.3.4. Cálculo de los tipos de suelos.

Para determinar los tipos de suelos presentes en el municipio fueron necesarios los valores de la Velocidad de las Onda S a 30 metros de profundidad (V_{s30}) los cuales fueron obtenidos a partir de la topografía del terreno y los espesores de sedimentos (H) a partir de los datos de período fundamental del suelo, datos proporcionados por FUNVISIS. A partir de los datos de velocidad y profundidad se determinó el material del suelo en el área de estudio, considerando los criterios presentes en la Tabla 3.2 (FORMA ESPECTRAL Y FACTOR DE CORRECCIÓN ϕ de la Norma COVENIN 1756-98 (Rev. 2001). Con los resultados obtenidos se pudo realizar el Plano de Tipos de Suelos del Municipio Diego Bautista Urbaneja, y así obtener la cantidad de edificaciones ubicadas en cada uno de los suelos determinados para el municipio.

Tabla 3.2. Forma espectral y factor de corrección ϕ de la Norma COVENIN 1756-98 (Rev. 2001).^[1].

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
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy	>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 blando/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	S2 ^(c)	0,65	S2	0,70

a) Si $A_0 \geq 0,15$ úsese S4.
b) El espesor de los estratos blandos o sueltos ($V_s < 170$ m/s) debe ser mayor que $0,1 H$.
c) Si $H_1 \geq 0,25H$ y $A_0 \geq 0,20$ úsese S3.



3.3.5. Índice de Priorización

El Índice de Priorización (I_P) de las edificaciones encuestadas en la ciudad de Lechería se determinó por medio de la siguiente ecuación (López, 2010) [33].

$$I_P = I_A \cdot I_V \cdot I_i \quad \text{Ecuación (3.1)}$$

Donde:

I_A : Índice de Amenaza

I_V : Índice de Vulnerabilidad

I_i : Índice de importancia

El índice de priorización es separado en tres (3) rangos dependiendo los valores obtenidos, siendo de utilidad para aproximar el grado de vulnerabilidad y riesgo en que se encuentran las edificaciones en el municipio, estos rangos son divididos en $I_P \leq 20$, $20 < I_P < 30$ e $I_P \geq 30$.

La amenaza sísmica (I_A) en el sitio está basada en la zonificación hasta el nivel de municipios que se presenta en la norma para edificaciones sismorresistentes de Venezuela (COVENIN 2001). En este caso la zona sísmica del municipio en estudio es 6. El valor de (I_A) es obtenido de la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Valores del Índice de Amenaza para cada zona sísmica (FUNVISIS) [34]

Zona Sísmica Norma COVENIN	Ao	I_A (índice de Amenaza)
7	0,4	10
6	0,35	8,75
5	0,3	7,5
4	0,25	6,25
3	0,2	5
2	0,15	3,75
1	0,1	2,5



Posteriormente se determinó el Índice de Vulnerabilidad el cual está dado por la siguiente ecuación:

$$I_v = I_{vI} + I_{ir} + I_s \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

Donde:

- I_{vI} es el Índice de Vulnerabilidad Intrínseca que atiende a la edad de la construcción y a la norma de diseño utilizada, se puede determinando por medio de la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Valores del Índice de Vulnerabilidad Intrínseca (I_{vI}) (FUNVISIS) ^[34]

Año de Construcción (t)	I_{vI}
$t \leq 1947$	3
$1947 < t \leq 1955$	3
$1955 < t \leq 1967$	4
$1967 < t \leq 1982$	2
$1982 < t \leq 1998$	1
$t > 1998$	0,5



- I_{ir} es el Índice de Irregularidad que tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad intrínseca aumentándola en aquellas edificaciones que poseen algunas irregularidades estructurales básicas. En la Tabla 3.5 se definen tres irregularidades que son ampliamente reconocidas a nivel internacional como potenciadoras de respuestas sísmicas desfavorables.

El Índice de Irregularidad se define por la siguiente ecuación:

$$I_i = \sum I_{ik} \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

Tabla 3.5 Valores del Índice de Irregularidad asociado a la irregularidad k. (FUNVISIS) ^[34]

k	Descripción de la irregularidad	I_{ik}
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	4/3
2	Entrepiso blando o débil	4/3
3	Más del 30% de las columnas de un entrepiso son columnas cortas	4/3

- I_s es el Índice del suelo que permite incrementar la vulnerabilidad de la edificación en aquellas situaciones reconocidas como generadoras de respuestas sísmicas especialmente desfavorables como es el caso de edificaciones altas localizadas en depósitos de suelos de gran profundidad.



La calificación de depósitos profundos se refiere a aquellos depósitos con profundidad de sedimentos hasta el basamento rocoso mayor de 120 metros. El Municipio Diego Bautista Urbaneja se clasifica el perfil de suelo como S3 según la norma Covenin 1756 (COVENIN 1982; COVENIN 1998). **(Hernández, 2009).**^[35] Los valores y las situaciones de aplicación del Índice de Suelo se presentan en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Valores del Índice de Suelo (I_s). (Hernández, 2009).^[35]

Situaciones de aplicación	I_s
Edificios mayores a 6 pisos localizados en depósitos profundos y construidos antes de 1985	2
Edificios mayores a 6 pisos localizados en depósitos profundos y construidos después de 1985	1
otros	0

Por último se determinó el I_i siendo el Índice de Importancia, que tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso que tiene la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud en general, escuelas que sirven de refugio temporal y otras. Por otro lado se



diferencia también entre edificaciones que aún teniendo el mismo uso y la misma vulnerabilidad estructural, pueden dar lugar a pérdidas distintas si difieren significativamente en el número de personas que las ocupan. Con un enfoque similar, el uso de la construcción y el número de personas expuestas es tomado en cuenta en la definición de los niveles de amenaza sísmica exigidos en el diseño de estructuras en diversas normas tales como COVENIN 1756(COVENIN 2001). Para determinar el Índice de Importancia es necesario determinar qué tipo de edificación se está evaluando, para así determinar el grupo al que pertenece dependiendo sus usos definidos en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Clasificación según el Uso de la Edificación (FUNVISIS) ^[34].

GRUPO	USO DE LA EDIFICACIÓN.
A	<ul style="list-style-type: none">▪ Edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas económicas, tales como hospitales, estaciones de bomberos, cuarteles de policía, edificios de asiento del gobierno local, regional o nacional, edificios educacionales, construcciones patrimoniales de valor excepcional, centrales eléctricas, subestaciones de alto voltaje y de telecomunicaciones, plantas de bombeo, depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radioactivos, torres de control, centros de tráfico aéreo.▪ Edificios que contienen objetos de valor excepcional, como ciertos museos y bibliotecas.▪ Edificaciones que puedan poner en peligro alguno de las de este Grupo.
B	<ul style="list-style-type: none">▪ Todas aquellas edificaciones no contenidas en el Grupo A tales como viviendas, edificios de apartamentos, de oficinas, comerciales, hoteles, bancos, restaurantes, cines, teatros, almacenes y depósitos.



El número de personas expuestas representado con la sigla **N** se determina con la siguiente ecuación para la Zona Residencial.

$$N = N \text{ Apto. } 5 \quad \text{Ecuación (3.4)}$$

Donde:

N Apto= Es el numero de apartamentos de cada edificación.

5= Es la cantidad de personas estimada por apartamentos.

Obtenido el grupo al que pertenece la edificación, como también la cantidad de personas expuestas, se procedió a determinar el Índice de Importancia por medio de la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Valores del Índice de Importancia (I_i). (FUNVISIS) ^[34]

GRUPO	NÚMERO DE HABITANTES	INDICE DE IMPORTANCIA
A	N ≤ 10	0,8
B		0,7
A	10 < N ≤ 100	0,85
B		0,725
A	100 < N ≤ 500	0,9
B		0,75
A	500 < N ≤ 1000	0,95
B		0,775
A	N > 1000	1
B		0,8

CAPÍTULO IV

Análisis e interpretación de los resultados

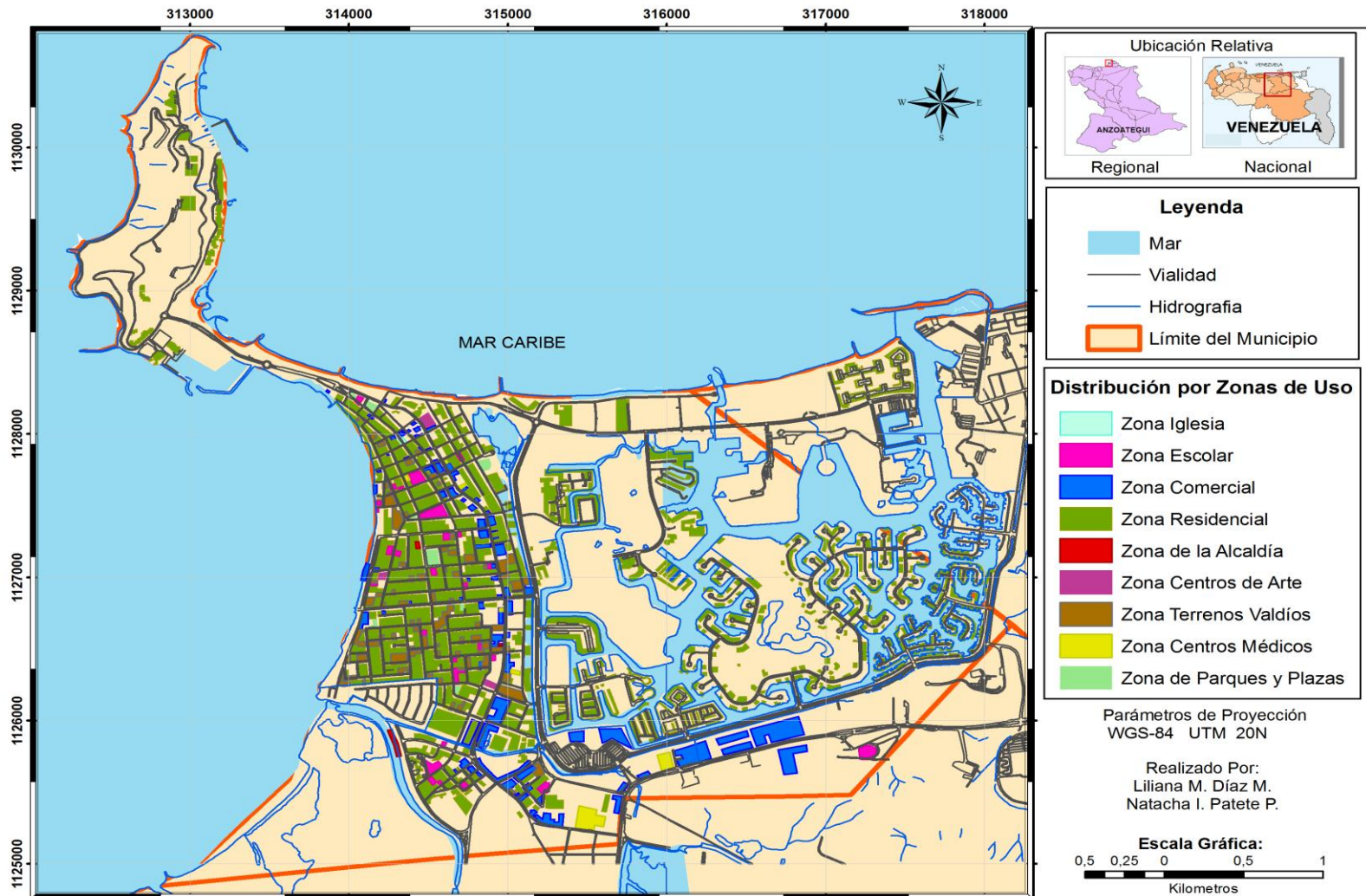
La revisión e interpretación de información así como los cálculos realizados en este estudio permitió obtener resultados y respuestas a diferentes interrogantes originadas durante la elaboración del proyecto. En este capítulo se plasman dichos resultados, los cuales permitieron dar cumplimiento con los objetivos estudiados de manera clara y coherente, buscando la relación de todos los parámetros asociados con la vulnerabilidad y riesgo sísmico.

4.1. Identificación del uso del suelo.

Al realizar el recorrido por el municipio se pudo observar que en el mismo se encuentran diferentes tipos de zonas que lo dividen, las cuales son:

- Zonas residenciales. (unifamiliares y multifamiliares).
- Zonas comerciales.
- Centros educativos.
- Centros de atención médica.
- Zonas pertenecientes a la alcaldía.
- Zonas públicas (parques y plazas),

Todos estos representados en la Figura 4.1.



Mapa de usos del Suelo del Municipio Diego Bautista Urbaneja, Estado Anzoátegui

Figura 4.1. Mapa de Usos de suelo del Municipio Urbaneja.



Las zonas visitadas están representadas de forma porcentual en la Figura 4.2 donde se puede observar cómo está dividido el municipio. En la clasificación del uso de las parcelas que dividen al municipio, se obtuvo una muestra representativa, las edificaciones con mayor importancia en la localidad, donde prevalece la zona residencial con un 82% de todas las edificaciones visitadas durante la elaboración del proyecto.

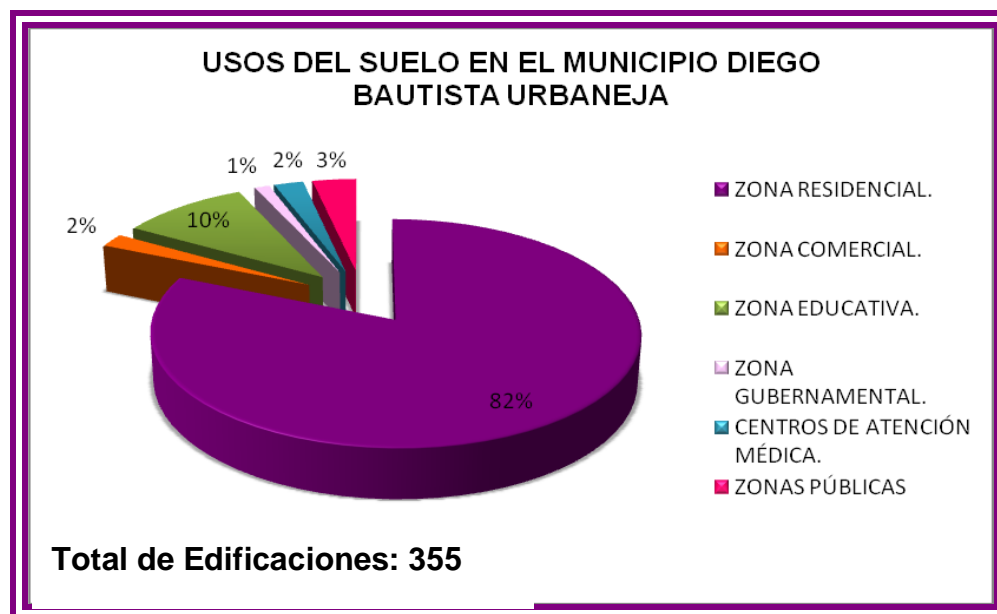


Figura 4.2. Gráfica de Usos del Suelo en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.

4.2. Encuesta sobre los elementos de Vulnerabilidad Sísmica

Los elementos de vulnerabilidad son aquellas características de tipo estructural que tienen las edificaciones, que nos permiten identificar las posibles fallas que podría presentar una estructura, esto podría ser debido a las innumerables Irregularidades estructurales como a la altura o ubicación



de las edificaciones. Esta encuesta se les hizo a todas aquellas edificaciones en las cuales nos facilitaron los datos, cabe destacar que no se obtuvo información de todas las edificaciones ya sea porque la persona que nos facilitaba la información no estaba autorizada o por inseguridad a dar información a un desconocido. En la Figura 4.3, se representa en porcentaje la muestra obtenida de la cantidad de edificaciones con y sin encuestas.

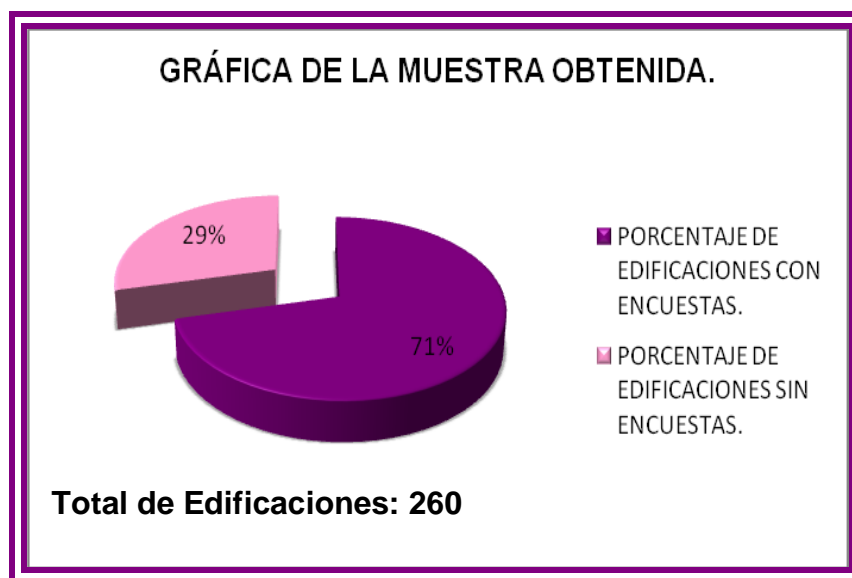


Figura 4.3. Gráfica de Representación de las encuestas realizadas en la ciudad de Lechería.

Para la estimación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico es necesario obtener las características físicas de las edificaciones, la cual se obtiene a partir de la recolección de datos registrados en las encuestas, es importante resaltar que estos datos fueron llevados a digital mediante Microsoft Office Excel e incorporados a un Sistema de Información geográfico (SIG). Las edificaciones NO encuestadas están representadas por el 29%, y las encuestadas por el 71% de las edificaciones, siendo este valor una muestra representativa para la evaluación. (Ver Figura 4.4).

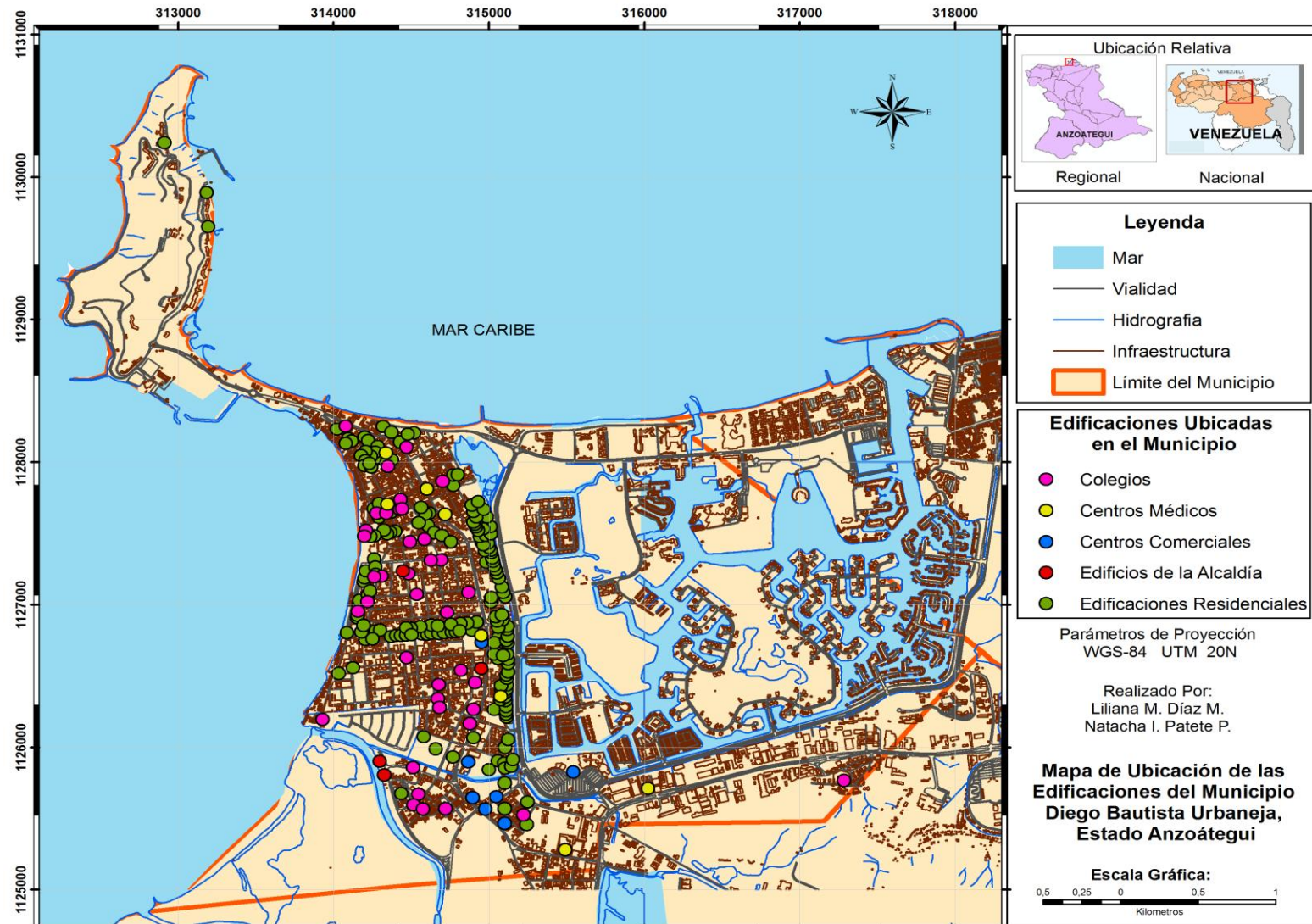


Figura 4.4. Mapa de ubicación de las edificaciones encuestadas en el Municipio Urbaneja.



4.2.1. Planilla de elementos de vulnerabilidad

La planilla consta de varios ítems de los cuales no en todos se pudo obtener una información completa, ya que los encuestados desconocían sobre las preguntas que se les formulaban, por ende en algunas respuestas se optó por colocarlas nulas.

De estos ítems se tomó un factor que fuera representativo para de esta forma demostrarlos gráficamente:

Datos Generales.

Todas las planillas tienen la información de los encuestadores.

Identificación de la edificación.

Unos de los datos principales de la edificación es su edad, aun así no en todas las edificaciones fue posible obtener esta información, por desconocimiento de los encuestados, y de las oficinas a donde se dirigió para obtener esa información.

El año de construcción de estas edificaciones es de gran importancia ya que es un medio útil para determinar que Norma fue utilizada para la construcción de las mismas.

Sólo a un total de 61 edificaciones se le desconoce el año de construcción, por otro lado 124 cuentan con esta información la cual se representa en la Figura 4.5, donde se observan los porcentajes de edificaciones construidas con las respectivas normas existentes para el momento de su estimada construcción.

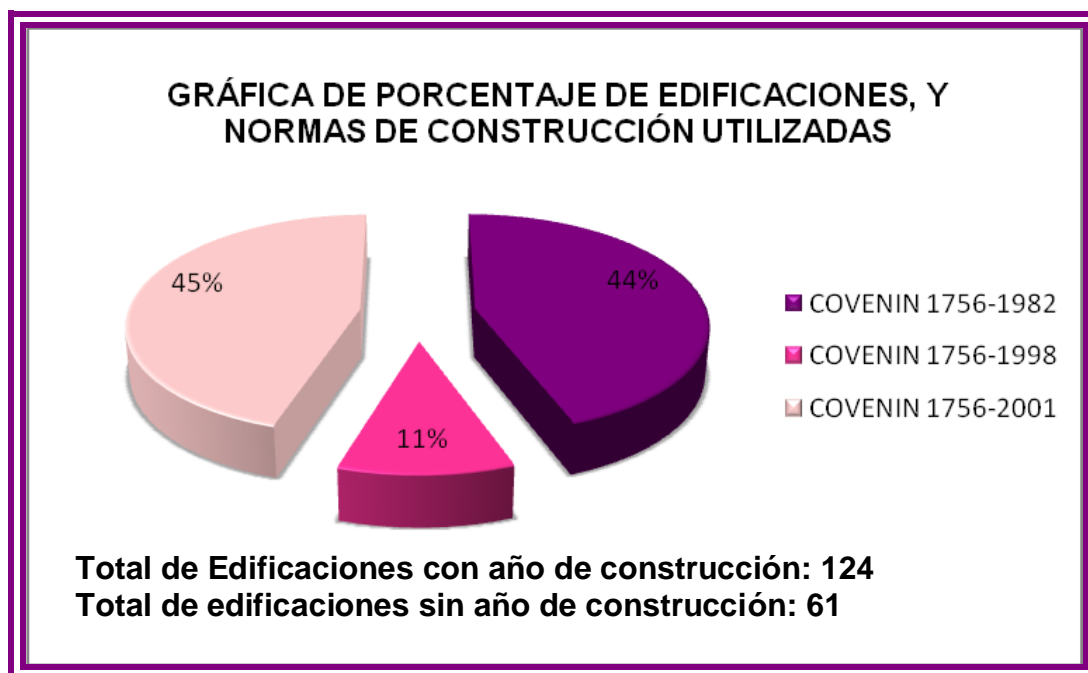


Figura 4.5. Gráfica de Porcentajes de Edificaciones encuestadas, indicando que Normas fueron utilizadas para su construcción.

Se observa en la Figura 4.5 que prevaleció una etapa de construcción, entre los años 1982-1997 (44%) y 2001-2010 (45%) donde se construyeron más edificaciones, utilizando las normas COVENIN 1756-82 y COVENIN 1756-2001 respectivamente.

Uso y equipamiento de la edificación.

El uso de las edificaciones se observa en la Figura 4.2. Todas esas edificaciones que clasifican al municipio dependiendo de su uso, deben estar surtidas de equipos como mangueras, extintores, radio transmisor, siameses y rociadores, como se demuestra en la Figura 4.6, de manera que en cualquier acontecimiento aparte de poder notificarle a las personas que se encuentran dentro de las edificaciones, puedan contrarrestar esa emergencia ya sea por incendios provocado por fugas de gas o por equipos eléctricos.

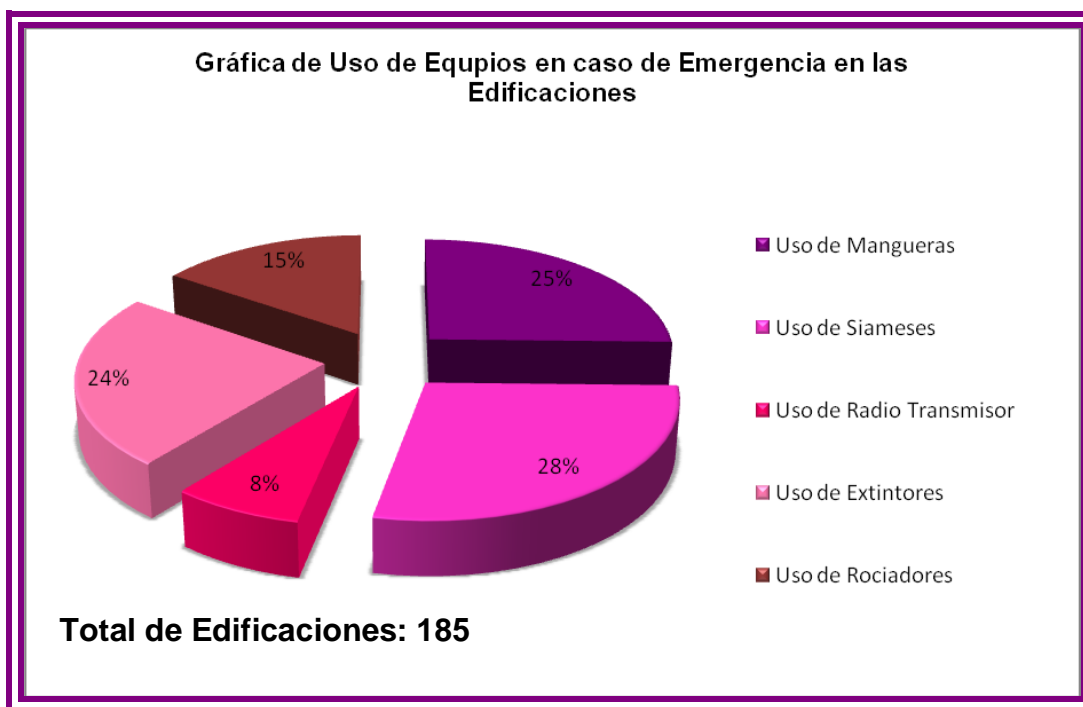


Figura 4.6. Gráfica de Uso de equipos en caso de emergencia en las Edificaciones de la ciudad.

El uso de estos equipos es totalmente obligatorio, pero no en todas las edificaciones se cumple ese deber, como se observa en la Figura 4.6, la cual indica que el dispositivo más utilizado en la ciudad de Lechería son las siameses, utilizados por los bomberos para realizar las conexiones de las mangueras. En algunas edificaciones estos equipos se encuentran obstruidos con desechos que la misma comunidad se encarga de lanzar y dañar.

Por otro lado el dispositivo menos utilizado en las edificaciones es el radio transmisor con un 4% como se muestra en la gráfica, en algunos casos porque se encuentran en mal estado, o simplemente no hay existencia de ellos en la edificación.



■ **Condiciones Físicas de la edificación.**

Las características de tipo estructural pudieron ser colectadas en su mayoría, donde el factor más importante es el número de pisos que conforma a cada edificación, estas alturas son clasificadas en edificios Bajos (5 pisos), Medianos (6 a 14 pisos) y Altos (mayor a 15 pisos). **(Hernández, 2009)**.

Esta información es representada en la Figura 4.7 expresando las alturas de los edificios que prevalecen en la ciudad. En Lechería es común ver edificaciones de diferentes alturas y diseños, dónde prevalecen las edificaciones medianas que comprenden un número de pisos entre 6 y 14, siendo representado por el 82% de la muestra de edificaciones encuestadas.

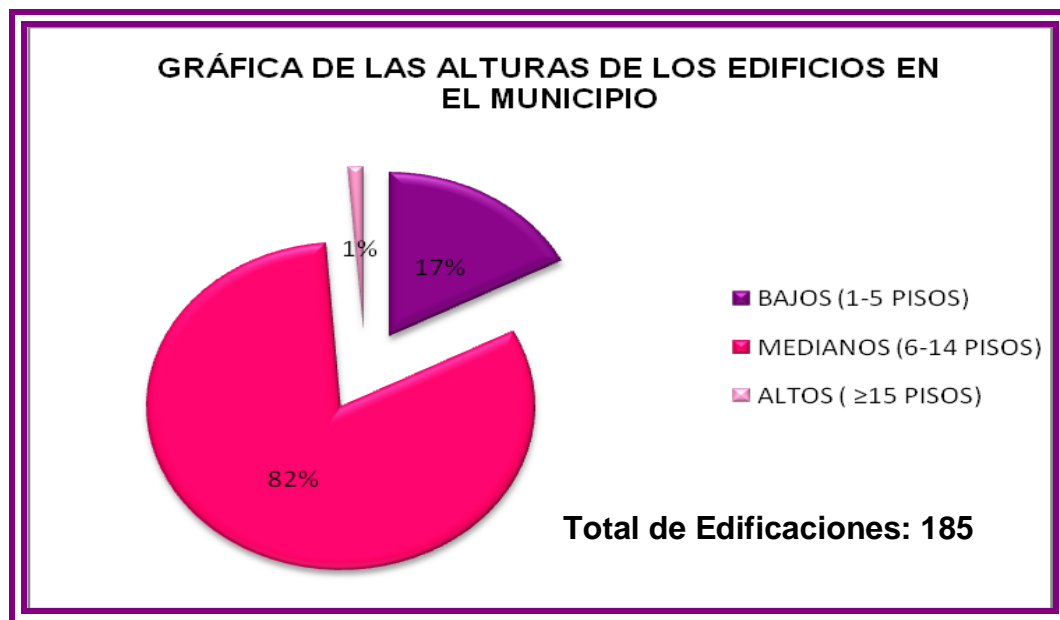


Figura 4.7. Alturas de las edificaciones que prevalecen en la ciudad de Lechería.

■ **Elementos y factores de sismorresistencia.**

En la ciudad están ubicadas estructuras de tipo pórticos (regulares o irregulares), edificaciones tipo túneles, edificaciones mixtas (de estructuras



metálicas y concreto) entre otras. De las encuestas realizadas se puede observar en la Figura 4.8 el porcentaje de los tipos de estructuras regulares e irregulares que se encuentran en la zona.

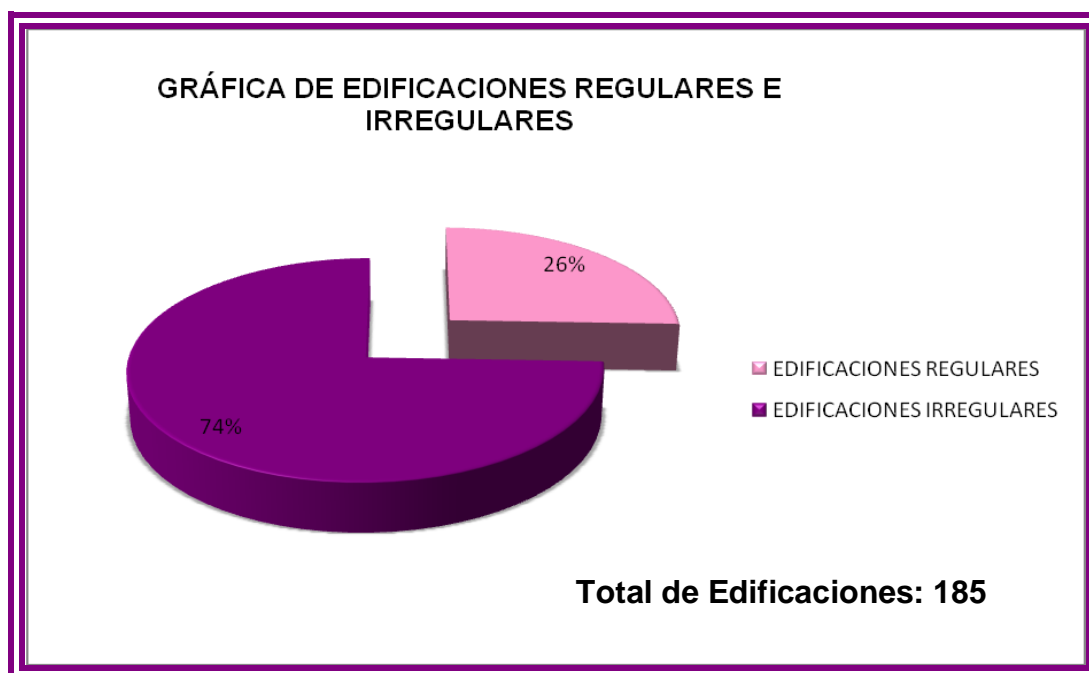


Figura 4.8. Gráfica de porcentaje de Edificaciones Regulares-Irregulares.

En la ciudad de Lechería la construcción de edificaciones Irregulares predomina, representada en la Figura 4.8 por el 74% de las encuestas realizadas. Este tipo de estructuras son comunes en el municipio, ya que para el aprovechamiento de los espacios se realizan diseños audaces de diferentes tipos de características. Existen dos tipos de Irregularidades, las horizontales y las verticales, en este caso se observan mas Irregularidades verticales siendo la más común la irregularidad de Planta Baja Libre (Cambio de rigidez, Piso blando). También se encontraron edificaciones con Pisos Intermedios Libres, con Columnas Cortas e Irregularidades Geométricas. Las



edificaciones pueden tener más de una Irregularidad, por ejemplo, una edificación con Planta Baja Libre, puede tener Pisos Intermedios Libres y aparte tener Columnas Corta, como se muestra en la Figura 4.9 donde se representa como están distribuidas dichas irregularidades en las edificaciones del municipio.



Figura 4.9. Grafica de los Tipos de Irregularidades

El 72% de las edificaciones son irregulares por tener solo la Planta Baja Libre, unas de las causas de esta condición en las edificaciones es debido a la ubicación de sus estacionamientos, en otros casos son combinadas las irregularidades como se muestra en la Figura 4.9, como lo son las edificaciones construidas con la Planta Baja Libre con Columnas Cortas en el nivel siguiente siendo representado por el 5% o las edificaciones con Planta



Baja Libre y Pisos Intermedios Libres, esta opción es representada también por el 5%, por otro lado las edificaciones con todas las irregularidades anteriormente nombradas es una opción utilizada mayormente en las edificaciones Altas, debido a la cantidad de apartamentos que contiene la misma, esta opción se ve reflejada en la gráfica con el 14% de las edificaciones.

Por otro lado las Irregularidades Geométricas, y en pocos casos combinadas con Planta Baja Libre y Columnas Cortas son las menos observadas en la ciudad y están representadas por el 1% de la muestra.

Factores de susceptibilidad.

Un porcentaje de las edificaciones presentan indicadores de deterioro ya sean grietas, filtraciones, humedad, entre otros.

En algunos casos estas averías pueden estar presente en una sola edificación, de esta forma se puede representar la muestra obtenida de las edificaciones que presentan algún tipo de deterioro en la Figura 4.10, donde se observa que el 38% de las edificaciones muestran algún tipo de daño ya sea por grietas, filtraciones o humedad, por otro lado la mayoría de las edificaciones no presentan ningún tipo de estas características de deterioro, siendo representado por el 62% de las estructuras ubicadas en la ciudad, en muchos casos debido a que son construcciones nuevas por lo que es muy difícil que presenten algún tipo de daño para el día en que se realizaron las encuestas.

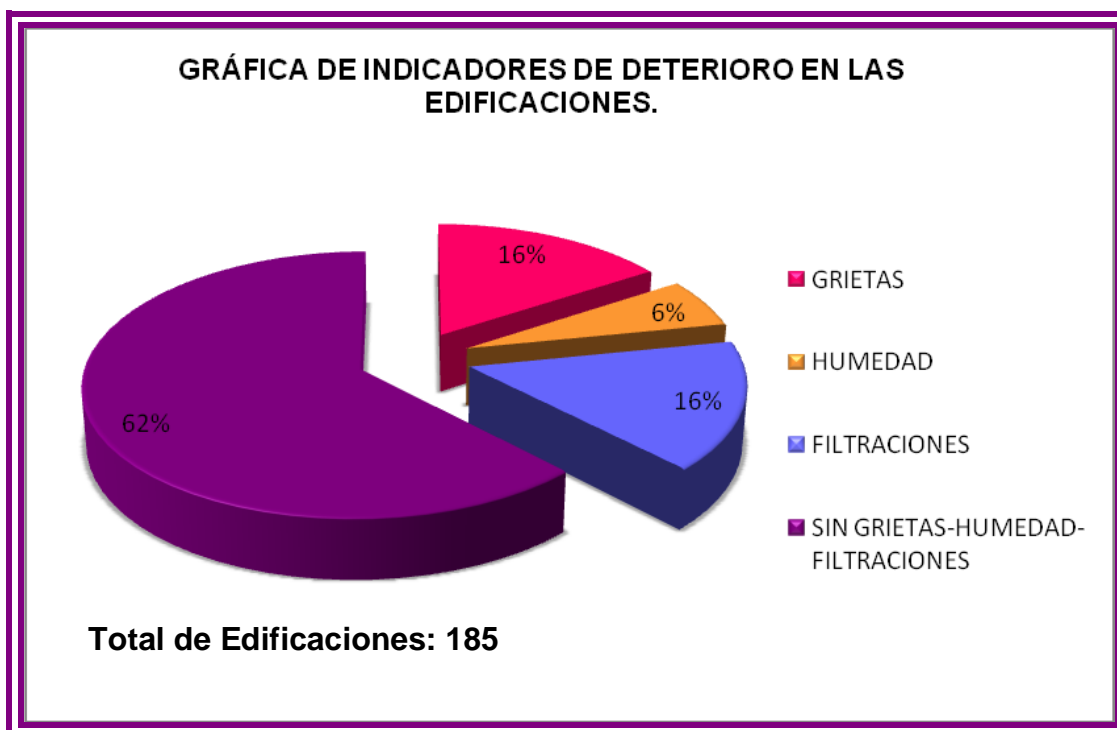


Figura 4.10. Estructuras con presencia de deterioro.

En el municipio se encontraron algunas edificaciones que presentan indicadores de deterioro que han sido ocasionados por eventos sísmicos, por asentamientos o por eventos diferentes a éstos, tal como se muestra en la Figura 4.11.

La mayoría de las edificaciones no han mostrado ningún tipo de daños, sólo el 8% de estas presentan daños los cuales no han sido reparados, por razones que no fueron dadas a conocer para el momento de las encuesta, por otro lado el 5% de los daños en las edificaciones encuestadas si han sido reparados.

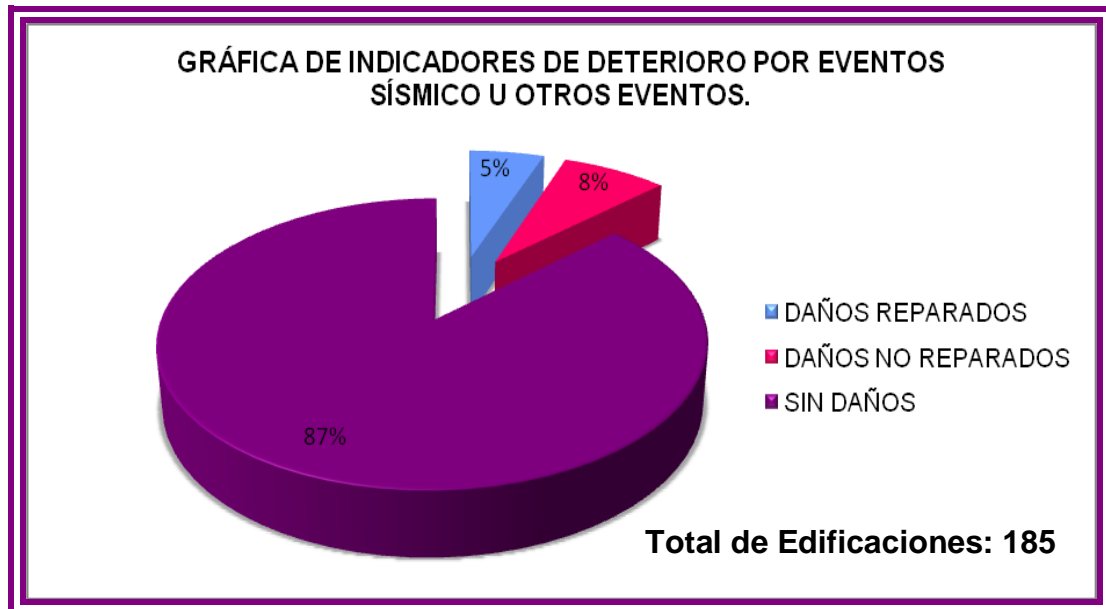


Figura 4.11. Grafica de Estructuras con presencia de daños ocasionados por eventos sísmicos u otro evento.

4.3. Mediciones de ruido ambiental

Los datos de ruido ambiental en el municipio se obtuvieron conjuntamente con la colaboración de FUNVISIS, la misma fue adquirida con la ayuda de un representante de la fundación quien procesó la información y facilitó los datos obtenidos de las estaciones donde se realizaron las mediciones.

Esta información consta de las coordenadas de ubicación, los períodos de vibración del suelo, el espesor de sedimentos en los puntos medidos, la frecuencia de las ondas, y por último la velocidad de ondas secundarias a 30 metros de profundidad (V_{s30}), estos valores se pueden observar en el Apéndice C, Tabla C.1,



4.3.1. Método de Nakamura o Relación (H/V)

4.3.1.1. Período de Vibración del suelo en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.

En la Figura 4.12 de los períodos fundamentales del suelo se puede observar que existen zonas en las que predominan ciertos rangos, donde el área del Cerro del Morro presenta períodos en el orden de 0,17 a 0,69, los cuales aumentan en las zonas cercanas a la parte baja del cerro, estos valores tienden a hacerse mayores en dirección Este.

En la costa de la ciudad predominan los valores más altos de los períodos de vibración en el orden de 1,12 a 1,53.

En los límites con los Municipios Bolívar y Sotillo, se observa que los períodos presentan valores que van desde 0,18 a 0,39 tendiendo a ser más elevados en los límites con el Municipio Sotillo.

En el centro de la ciudad predominan períodos de vibración que van de 0,51 a 0,69. Como lo muestra la Figura 4.12.

Esto quiere decir que mientras más cercano a la zona costera de la ciudad los período de vibración van a ser más elevados que en el resto de la ciudad.

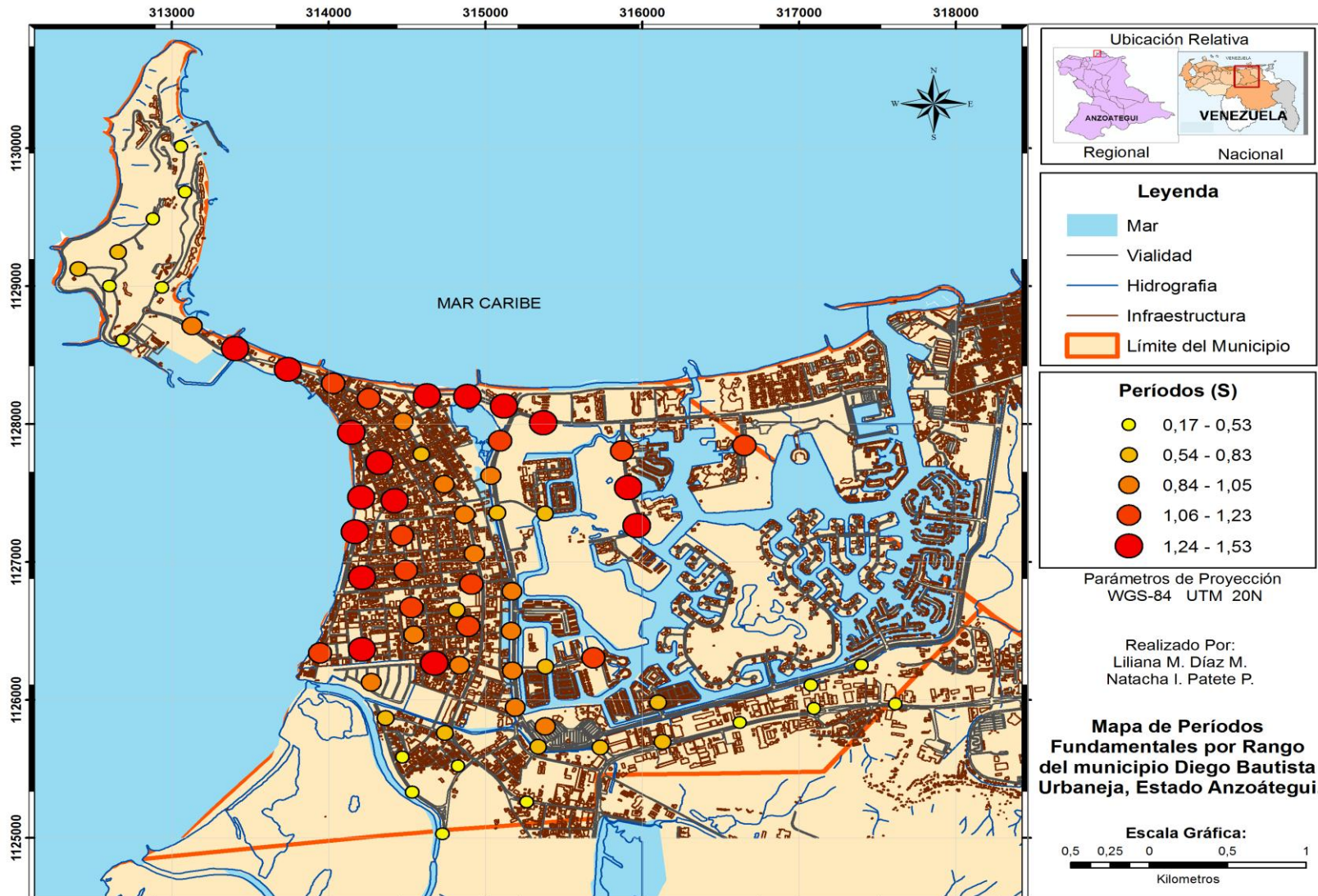


Figura 4.12. Períodos de Vibración del suelo.



4.3.1.2. Relación Profundidad de Sedimentos y Períodos de Vibración del suelo.

Mediante la estimación de **Rocabado (2009)** ^[36], se logro obtener la relación entre los períodos y los espesores de los suelos, a continuación se muestran las siguientes comparaciones realizadas para los resultados de las mediciones de ruido ambiental facilitados por FUNVISIS.

■ Existe una relación entre los períodos de vibración y el espesor de los sedimentos (H) el cual es medido desde la superficie del terreno hasta donde se encuentra la capa rocosa (límite de sedimento – roca). En el municipio varían las profundidades dependiendo la zona, en la Figura 4.13 indica la relación entre la profundidad de los sedimentos y los períodos de vibración que prevalecen en el Cerro del Morro.

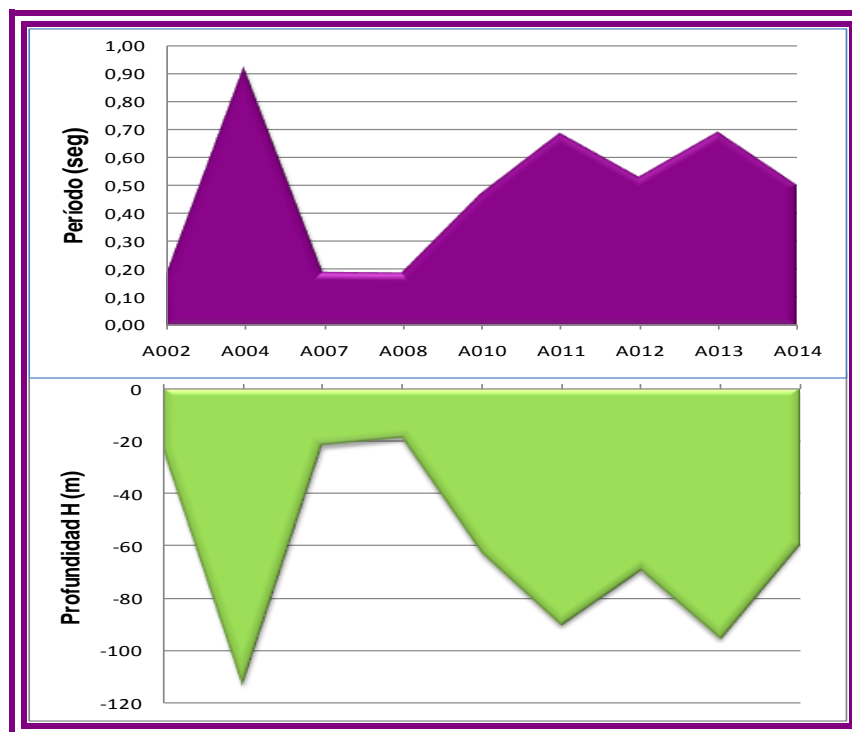


Figura 4.13. Gráfica de Relación entre Período y Profundidad en el Cerro del Morro en la Ciudad de Lechería.



Los valores de (H) como se observan en la Figura 4.13 no tienen un valor constante en toda la zona, por lo que los resultados de las mediciones que se realizaron en la parte alta del cerro son los más bajos (20 metros), a medida de que se desciende los resultados de los espesores tienden a ser mayores, por ejemplo el espesor máximo de los sedimentos que se encuentra en esta zona es de 115 metros, lo que quiere decir que mientras los espesores sean altos, los períodos de igual forma serán elevados.

En las zonas costeras de la ciudad, los valores de los períodos de vibración son altos por ende se encuentran espesores elevados ya que la capa rocosa se encuentra a altas profundidades como se observa en la Figura 4.14.

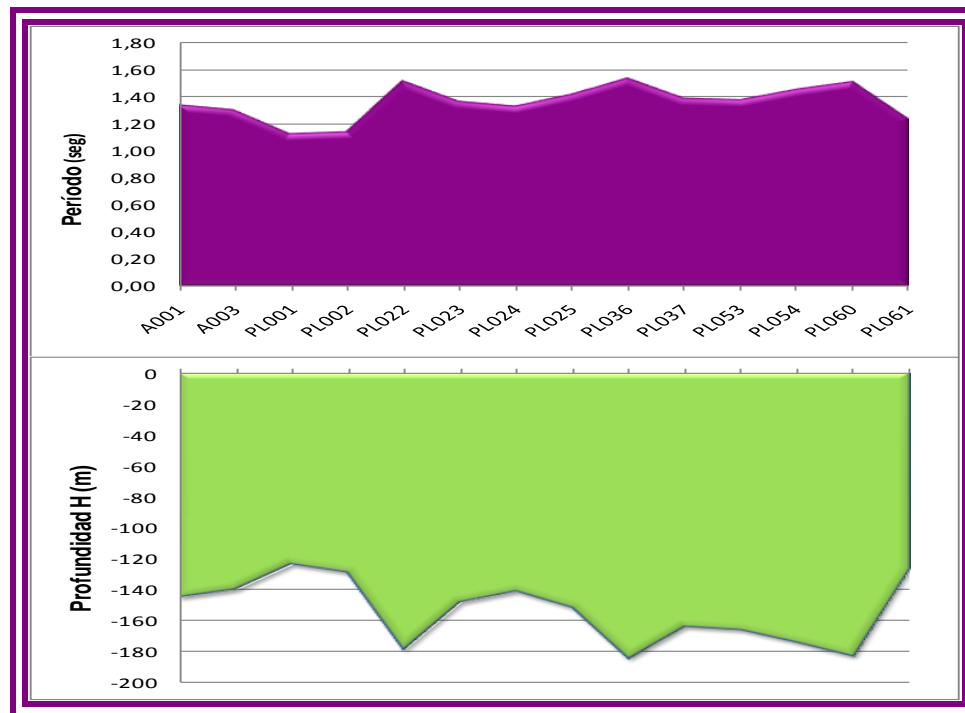


Figura 4.14. Gráfica de Relación entre Período Profundidad en la zona Costera de la Ciudad de Lechería.



En los límites del Municipio Urbaneja con los municipios vecinos, los espesores tienden a ser de poca profundidad, tendiendo a crecer en los límites con el Municipio Sotillo, el espesor de los sedimentos 15 metros a 90 metros, con tendencia a crecer como lo muestra la Figura 4.15.

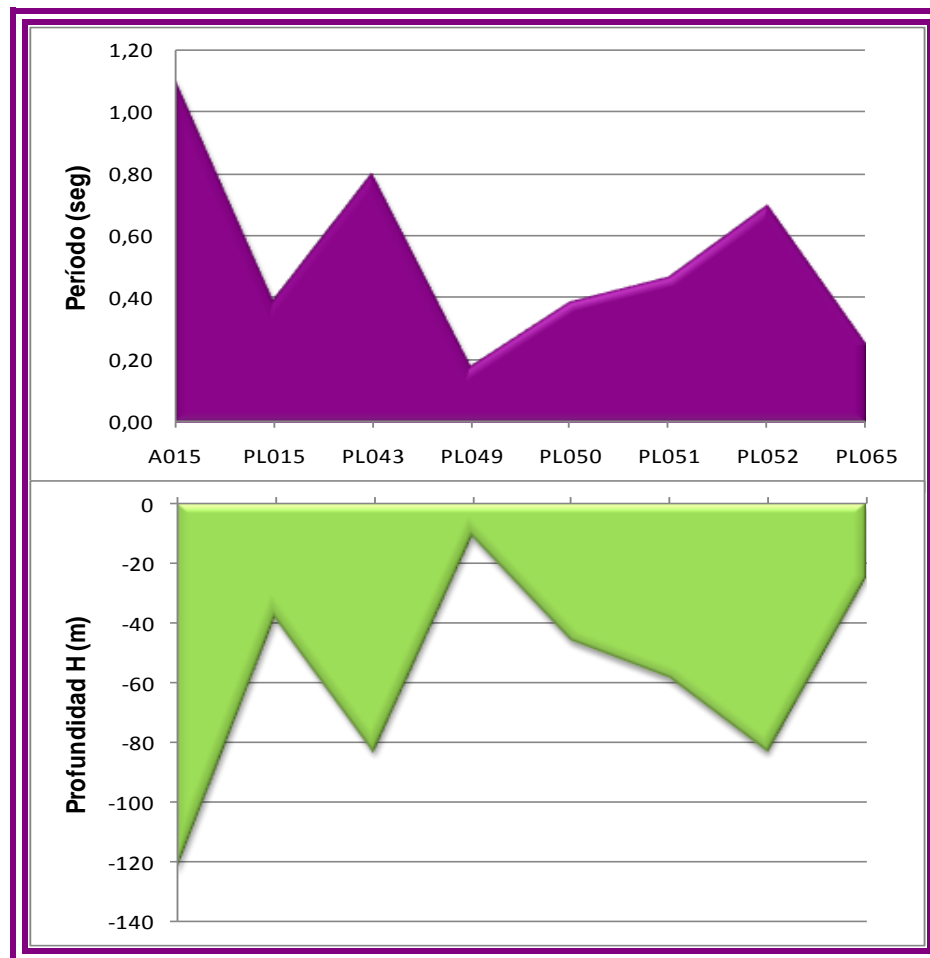


Figura 4.15. Gráfica de Relación entre Período Profundidad en los Límites de la Ciudad de Lechería con los Municipios Bolívar y Sotillo.

En el centro de la ciudad los espesores tienden a decrecer con respecto a los de la zona costera, aun así se encuentran valores elevados ya que en esta zona el suelo tiene un porcentaje alto de licuación, en la Figura 4.16



muestra los espesores que se encuentran en esta zona, donde el mínimo es de 20 metros y el máximo 160 metros.

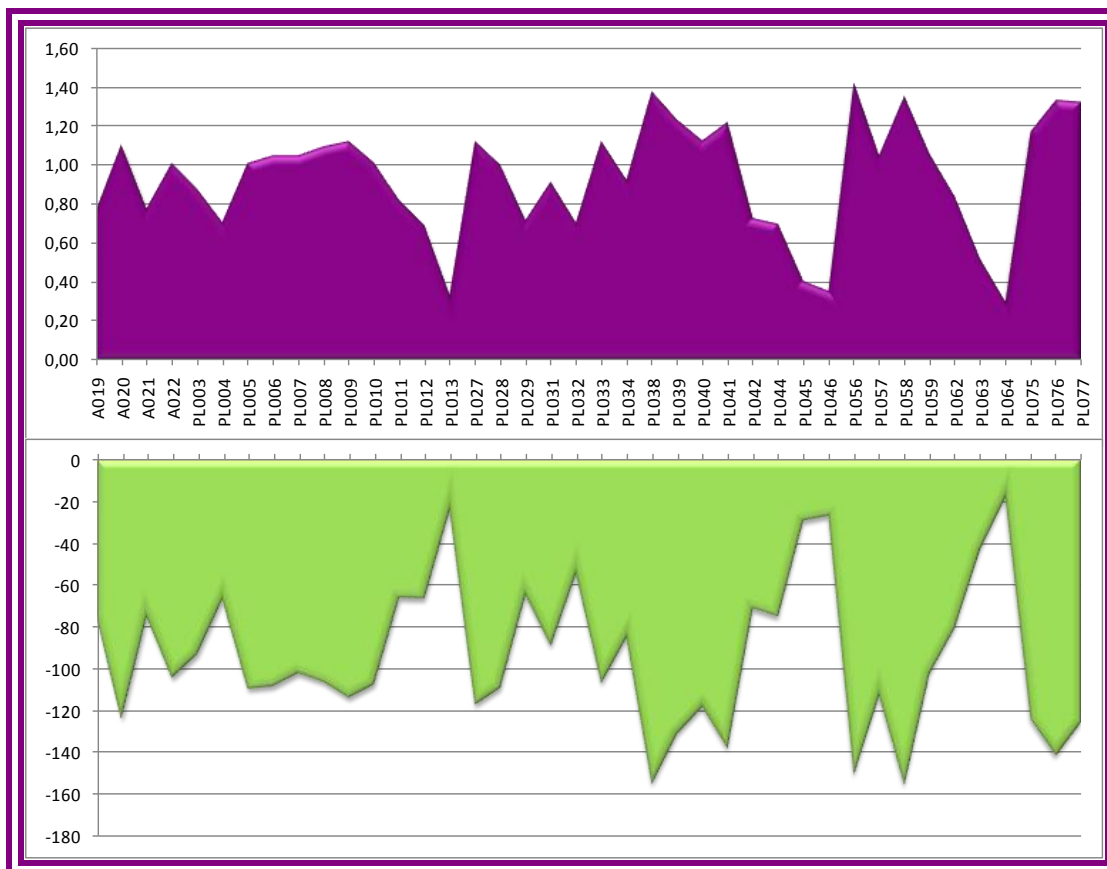


Figura 4.16. Gráfica de Relación entre Período Profundidad en el centro de la Ciudad.

4.3.1.3. *Espesor de los sedimentos en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.*

Con los datos obtenidos de FUNVISIS de las mediciones de ruido ambiental se pudo determinar si las edificaciones están construidas o no en depósitos de sedimentos mayores a 120 metros o menores de 120 metros, siendo indispensable para el cálculo del Índice de Priorización (IP), esto se puede ver en la en la Figura 4.17.

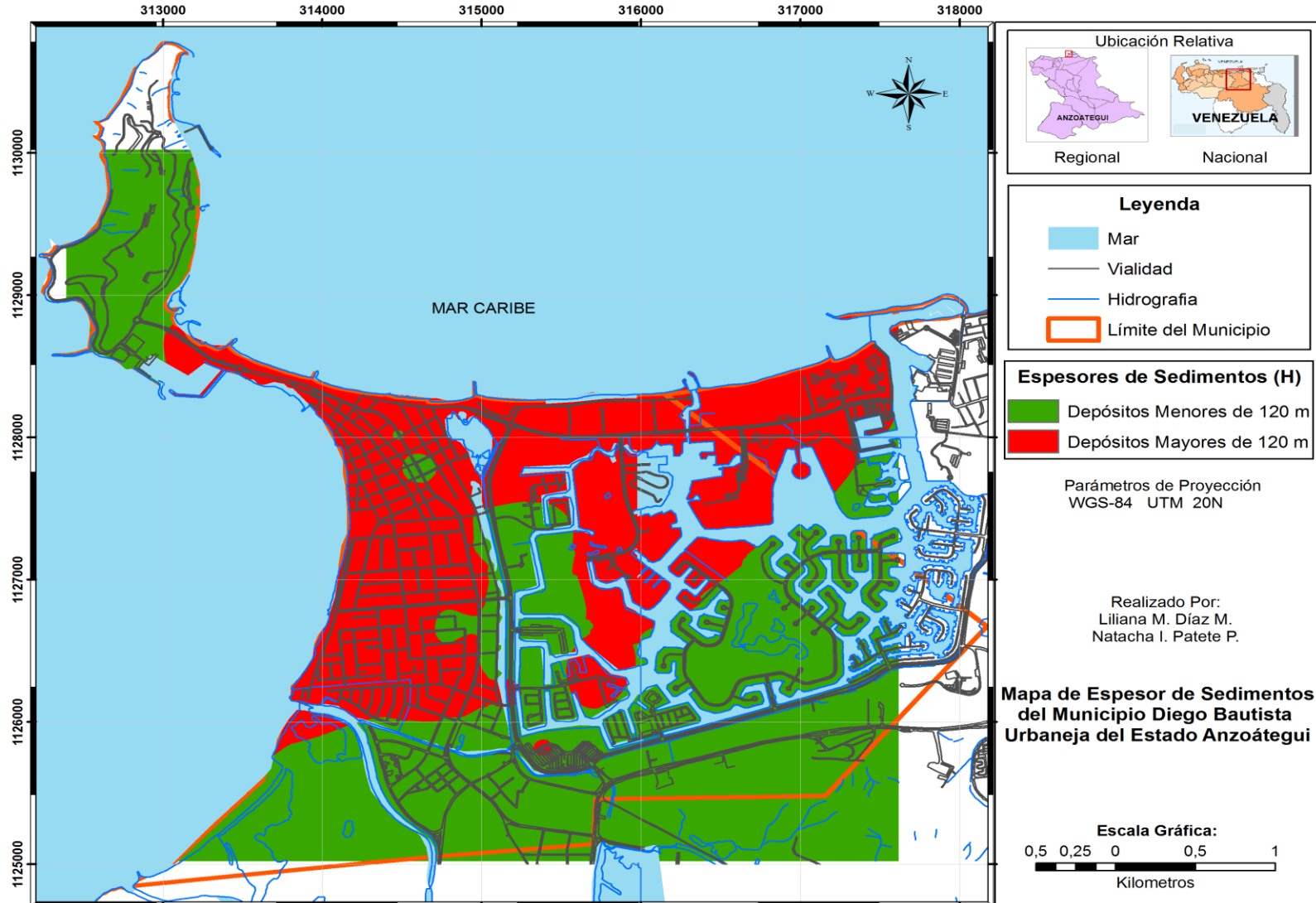


Figura 4.17. Mapa de Espesor de los Sedimentos en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.



De esta forma se pudo obtener de forma porcentual la cantidad de edificaciones que están construidas en dichos depósitos, como se observa en la Figura 4.18, donde se indica que el 58% de las edificaciones están ubicadas en suelos con espesores de sedimentos menores a 120 metros, por otro lado el 42% de las edificaciones están ubicadas en depósitos profundos mayores a 120 metros siendo estos suelos considerados como suelos blandos.

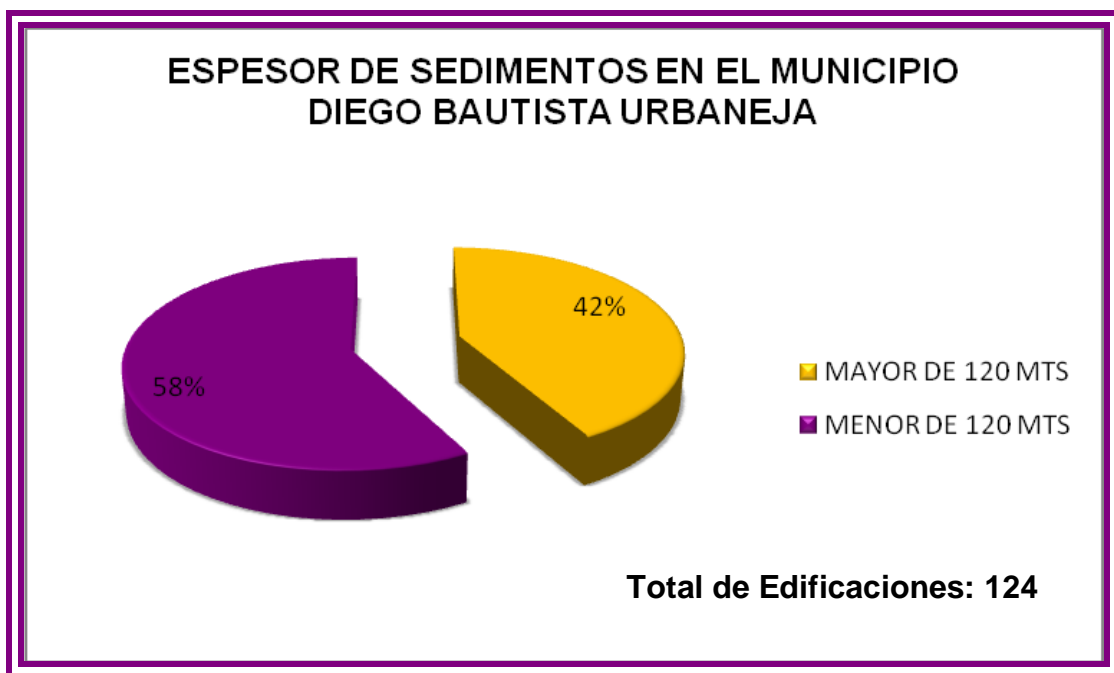


Figura 4.18 Gráfica de Espesor de los sedimentos en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.

4.4. Tipos de Suelo en el Municipio Diego Bautista Urbaneja

El Municipio Diego Bautista Urbaneja prevalecen suelos de tipo roca blanda o meteorizada y suelos muy densos, Suelos duros o densos suelos y suelos firmes medio densos, como se muestra en la Figura 4.19.

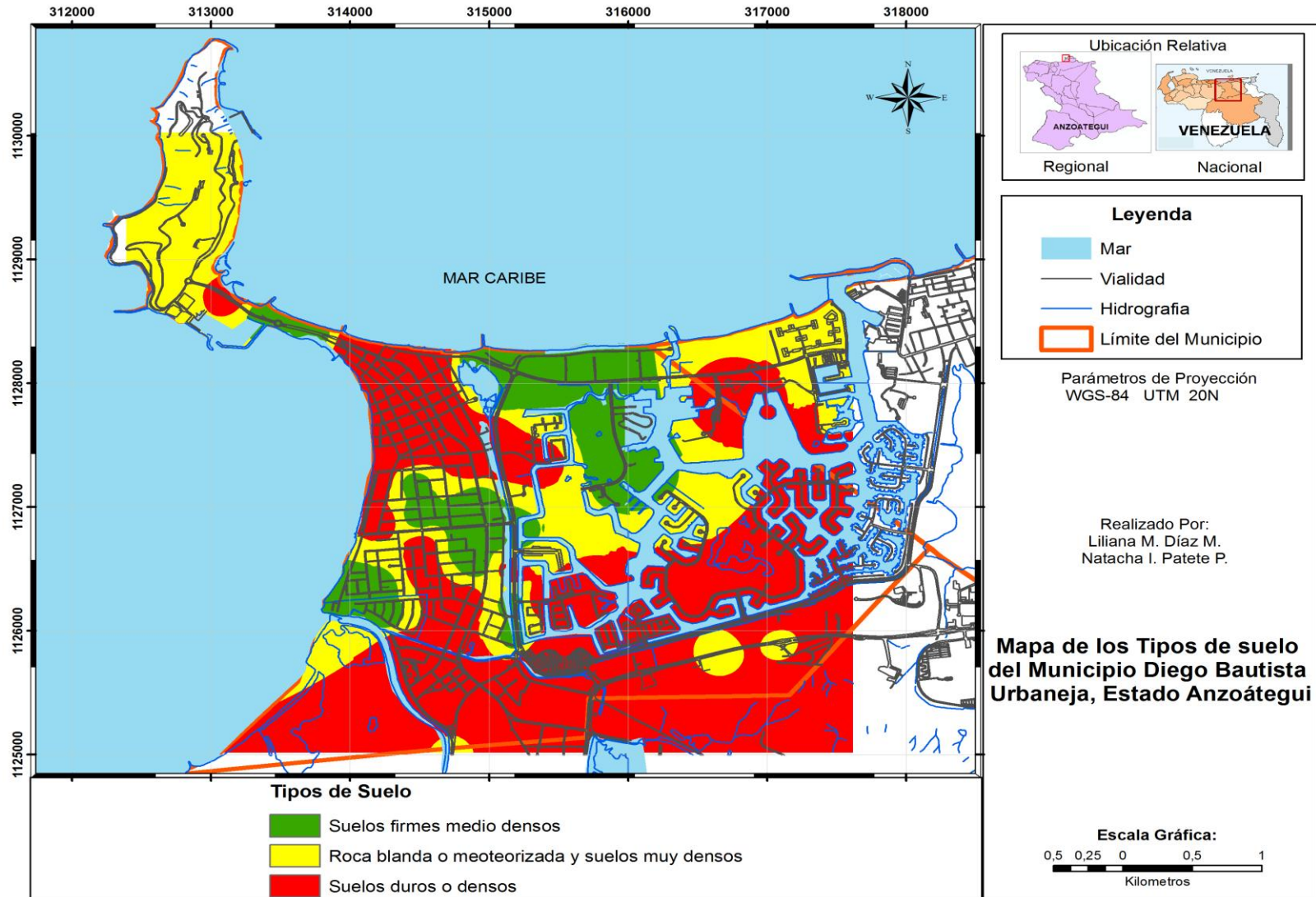


Figura 4.19. Mapa de Tipos de Suelos en el Municipio Urbaneja



Las edificaciones fueron clasificadas dependiendo el tipo de suelo donde están ubicadas, en la Figura 4.20 se puede observar que el 54% de las edificaciones están ubicadas en suelos de tipo duros o densos los cuales cuentan con profundidades que son $H \geq 15$ metros y velocidades de onda S entre 250 -400 m/s.

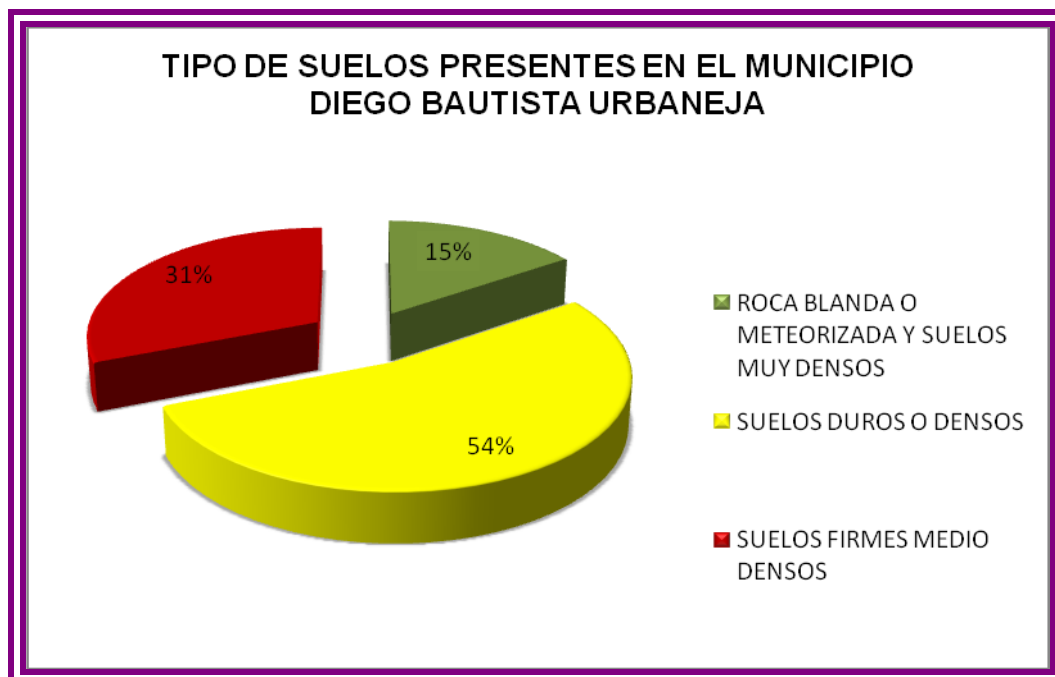


Figura 4.20. Gráfica porcentual de las edificaciones Ubicadas en los tipos de suelos existentes en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.

El 31% de las edificaciones están ubicadas en suelos firmes medio densos con velocidades de onda S entre 170-250 m/s y espesores de sedimentos $H > 50$ metros. Solo el 15% de las edificaciones están ubicadas en suelos de material roca blanda o meteorizada y suelos muy densos o duros donde se observo que las profundidades de los sedimentos existentes son las mínimas para todas las estaciones medidas, siendo $H < 30$ metros y las velocidades de onda S tienden a ser mayores de 400m/s.



4.5. Índice de priorización de riesgo

4.5.1. Índice de priorización para edificaciones residenciales.

Para determinar este índice se obtuvieron diferentes resultados representados en la Tabla 4.1, con estos valores se pudo realizar el mapa de la distribución del IP en la zona residencial (Ver Figura 4.21).

Tabla 4.1. Índices para edificaciones residenciales.

N°	I _A	I _{VI}	I _i	I _S	I _V	I _j	I _P
004	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
005	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
010	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
011	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
012	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
014	8,75	1	3,9999	1	5,9999	0,775	40,68682
016	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
018	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,75	6,5625
020	8,75	0,5	3,9999	0	4,4999	0,75	29,53059
021	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
022	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
024	8,75	1	0,0000	1	2,0000	0,75	13,125
025	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,725	6,34375
026	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
028	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,725	14,80208
029	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,725	6,34375
030	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03103
031	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,775	12,43229
032	8,75	0,5	2,6666	0	3,1666	0,75	20,78081
034	8,75	0,5	2,6666	1	4,1666	0,75	27,34331
035	8,75	0,5	3,9999	1	5,4999	0,75	36,09309



Tabla 4.1. Índices para edificaciones residenciales. (Cont.)

N°	I _A	I _{VI}	I _i	I _S	I _V	I _j	I _P
036	8,75	0,5	2,6666	0	3,1666	0,75	20,78081
037	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,75	6,5625
041	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
043	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
044	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
045	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
054	8,75	0,5	3,9999	1	5,4999	0,75	36,09309
057	8,75	1	0,0000	1	2,0000	0,75	13,125
059	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
062	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,725	3,171875
064	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,75	24,06206
065	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,75	3,28125
069	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,725	3,171875
070	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
072	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
073	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
075	8,75	1	3,9999	1	5,9999	0,75	39,37434
077	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
078	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
079	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
080	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
082	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,75	3,28125
084	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,75	3,28125
085	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
086	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
087	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
088	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,725	15,3125



Tabla 4.1. Índices para edificaciones residenciales. (Cont.)

N°	I _A	I _{VI}	I _i	I _S	I _V	I _l	I _P
089	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
092	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
093	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
096	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,75	6,5625
099	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
101	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
102	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
105	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
111	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
114	8,75	1	3,9990	0	4,9990	0,75	32,80594
115	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
116	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
118	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
119	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
120	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
121	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
122	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,725	6,34375
123	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,725	21,14583
124	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
125	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,725	14,80208
126	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
128	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
130	8,75	0,5	2,6666	0	3,1666	0,75	20,78081
131	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
132	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,725	14,80208
133	8,75	1	3,9999	0	4,9999	0,75	32,81184
134	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,725	3,171875
135	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,725	14,80208
136	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,75	24,06206
137	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125



Tabla 4.1. Índices para edificaciones residenciales. (Cont.)

N°	I _A	I _{VI}	I _i	I _S	I _V	I _i	I _P
139	8,75	0,5	3,9999	0	4,4999	0,75	29,53059
140	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
141	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,75	3,28125
142	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,725	6,34375
143	8,75	0,5	3,9999	0	4,4999	0,75	29,53059
144	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,725	6,34375
145	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
147	8,75	0,5	3,9999	0	4,4999	0,75	29,53059
148	8,75	1	3,9999	0	4,9999	0,75	32,81184
149	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,725	6,34375
151	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
152	8,75	0,5	2,6666	0	3,1666	0,75	20,78081
155	8,75	0,5	3,9999	0	4,4999	0,75	29,53059
156	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
157	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,725	14,80208
159	8,75	0,5	3,9999	1	5,4999	0,75	36,09309
162	8,75	0,5	3,9999	1	5,4999	0,75	36,09309
163	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
164	8,75	0,5	3,9999	1	5,4999	0,75	36,09309
165	8,75	0,5	0,0000	0	0,5000	0,75	3,28125
167	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
168	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
172	8,75	1	2,6666	1	4,6666	0,75	30,62456
180	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
181	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
182	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
183	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
184	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
187	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
189	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,725	14,80208



Tabla 4.1. Índices para edificaciones residenciales. (Cont.)

N°	I _A	I _{VI}	I _i	I _S	I _V	I _i	I _P
191	8,75	1	2,6666	1	4,6666	0,75	30,62456
192	8,75	1	0,0000	1	2,0000	0,75	13,125
194	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
195	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,725	11,63021
196	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,75	15,3125
197	8,75	0,5	1,3333	1	2,8333	0,75	18,59375
198	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875
199	8,75	0,5	0,0000	1	1,5000	0,8	10,5
200	8,75	0,5	3,9999	0	4,4999	0,75	29,53059
201	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
204	8,75	0,5	1,3333	0	1,8333	0,75	12,03125
205	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,75	6,5625
206	8,75	1	0,0000	0	1,0000	0,775	6,78125
207	8,75	1	3,9999	1	5,9999	0,75	39,37434
208	8,75	1	2,6666	1	4,6666	0,775	31,64538
209	8,75	1	1,3333	1	3,3333	0,75	21,875

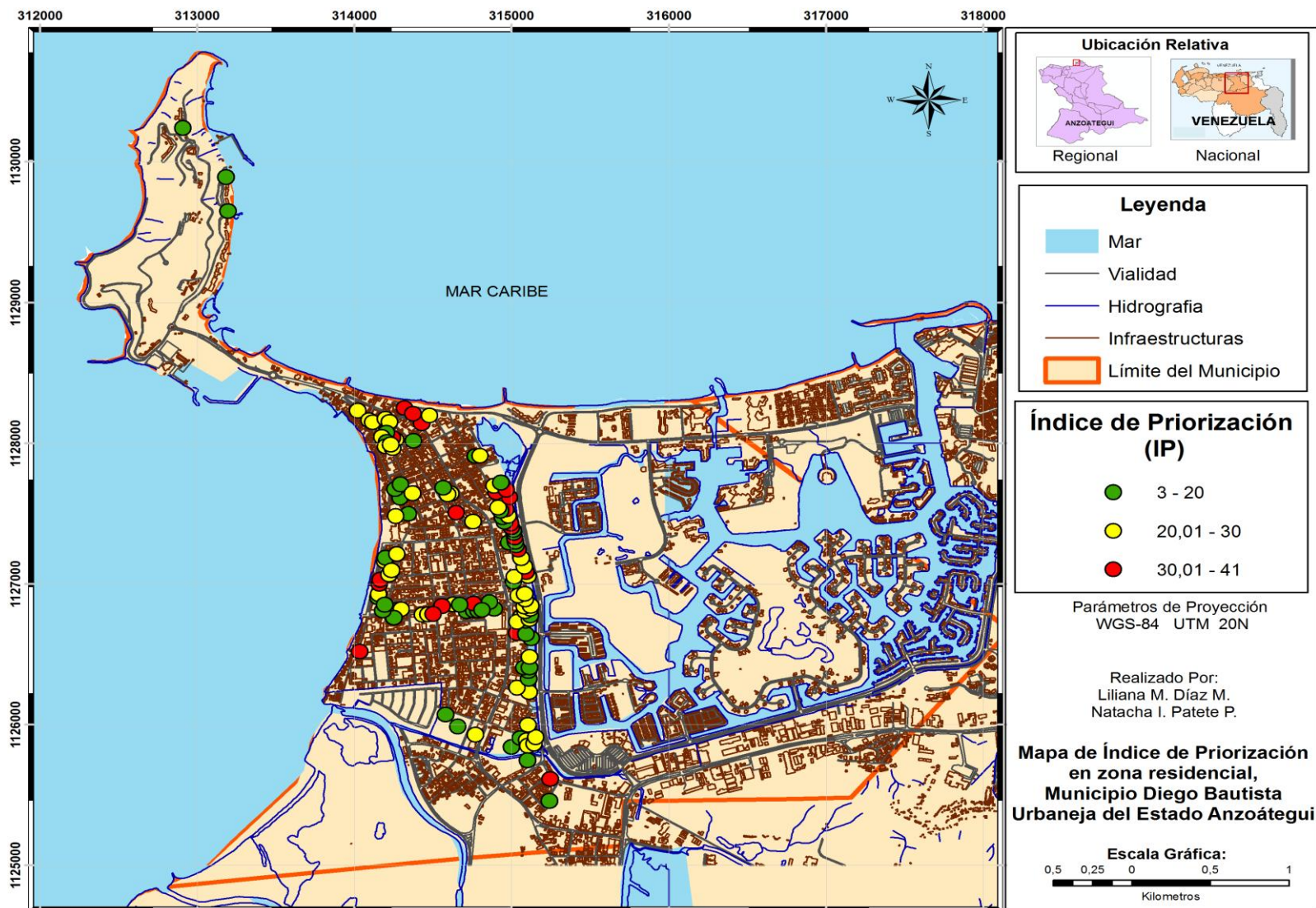


Figura 4.21. Mapa de Índice de Priorización en edificaciones residenciales.



Estos valores al ser distribuidos, dependiendo de su valor se logró representarlos gráficamente en la Figura 4.22, en la cual indica que el 67% de las edificaciones presentan un índice de priorización de riesgo menor a 20, esto quiere decir que a pesar de la zona sísmica donde está ubicado el municipio los valores son aceptables para la mayoría de las edificaciones. También se puede observar que el 23% de las edificaciones presentan índices más elevados, aunque los valores arrojados siguen siendo valores aceptables para las construcciones en la ciudad.

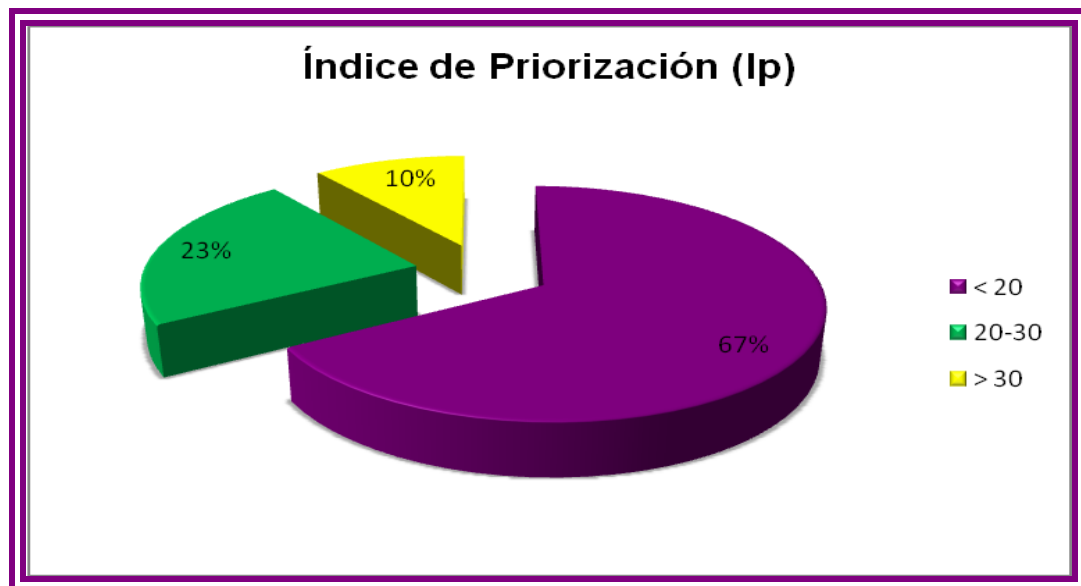


Figura 4.22. Gráfica del índice de Priorización en las edificaciones presentes en la Ciudad.

Por otro lado están las edificaciones que presentan mayores índices de riesgo con el 10% de todas las edificaciones calculadas, el mayor índice determinado en el municipio son los mayores de 30 aunque se puede observar en los cálculos que una edificación presenta un índice de priorización de 41, este valor no sobrepasa el límite aceptable de riesgo en las edificaciones que es 50, pero las edificaciones con valores cercanos al



límite son las que necesitan un estudio más completo para que de esta forma se puedan prevenir cualquier desastre.

4.5.1.1. Índice de vulnerabilidad sísmica para edificaciones residenciales.

Los resultados obtenidos para el índice de vulnerabilidad sísmica fueron seleccionados al igual que los resultados del índice de priorización, en este caso se compararon los índices en los siguientes rangos:

■ Índice de vulnerabilidad ($I_p < 20$).

En la Figura 4.23 se observan los rangos más comunes de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones ubicadas en el municipio, estando comprendido por el 67% de las edificaciones según la Figura 4.22, que con los datos necesarios se logro determinar las aproximaciones que ayudan a tener una idea de el comportamiento de las edificaciones dependiendo de ciertas características necesarias.

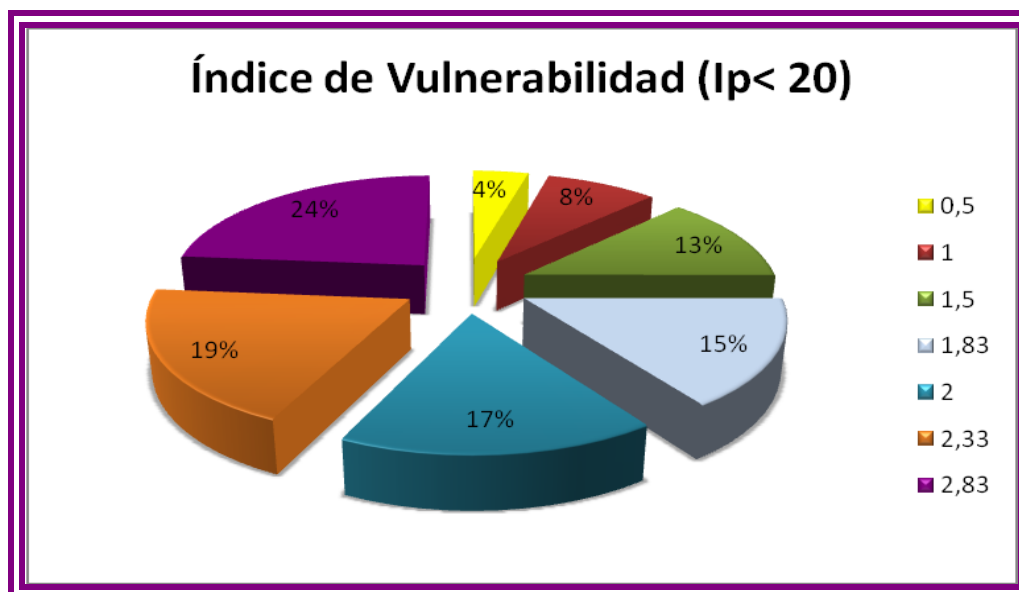


Figura 4.23. Gráfica del índice de Vulnerabilidad sísmica para un índice de priorización menor a 20.



Como se observa en la Figura 4.23 el 24% de las edificaciones tienen una vulnerabilidad de 2,83, esto es debido al uso de la edificación y la zona de ubicación, aparte por la población que se encuentran en las mismas como también por la cantidad de irregularidades que presentan, ya que mientras más irregularidades tienen una edificación la vulnerabilidad va a ser mayor.

■ Índice de vulnerabilidad ($20 \leq I_p \leq 30$)

En la Figura 4.24 se observan los rangos más comunes de vulnerabilidad en las edificaciones ubicadas en el municipio para un índice de priorización mayor de 20 y menor de 30. Esta gráfica indica que el 24% de las edificaciones tienen una vulnerabilidad sísmica de 4,49, debido al uso y la zona de ubicación de la misma, aparte por la población que se encuentran en ellas, como también por la cantidad de irregularidades que presentan,

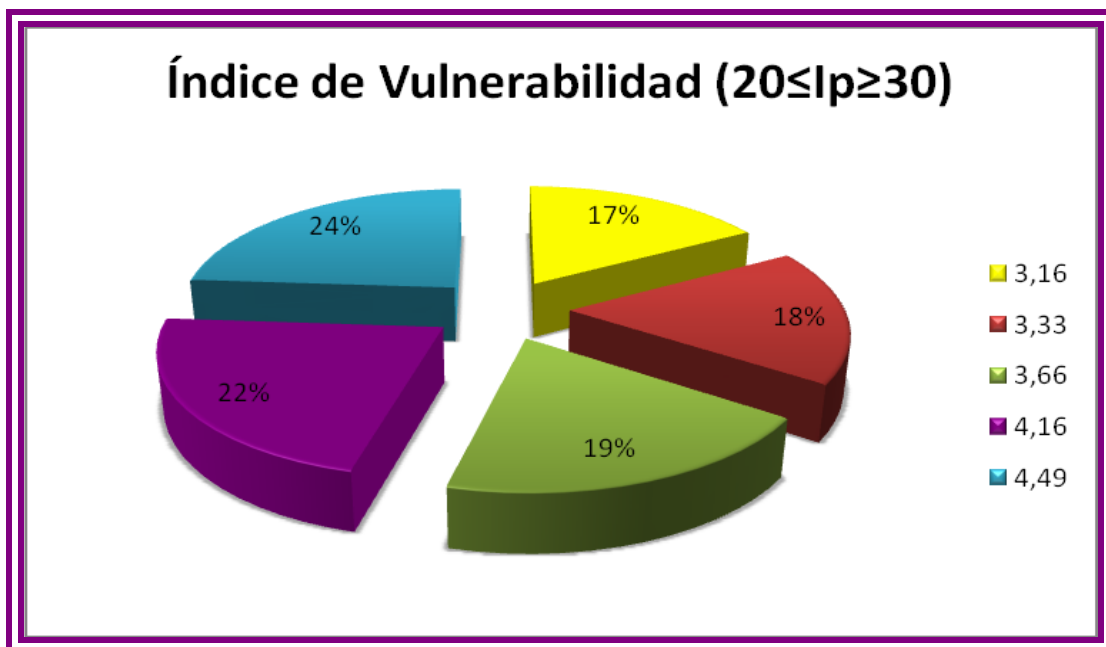


Figura 4.24. Gráfica del índice de Vulnerabilidad sísmica para un índice de priorización ($20 \leq I_p \leq 30$).



■ Índice de vulnerabilidad ($I_p \geq 30$)

En la Figura 4.25 se observan los rangos más comunes de vulnerabilidad en las edificaciones ubicadas en el municipio para un índice de priorización mayor a 30.

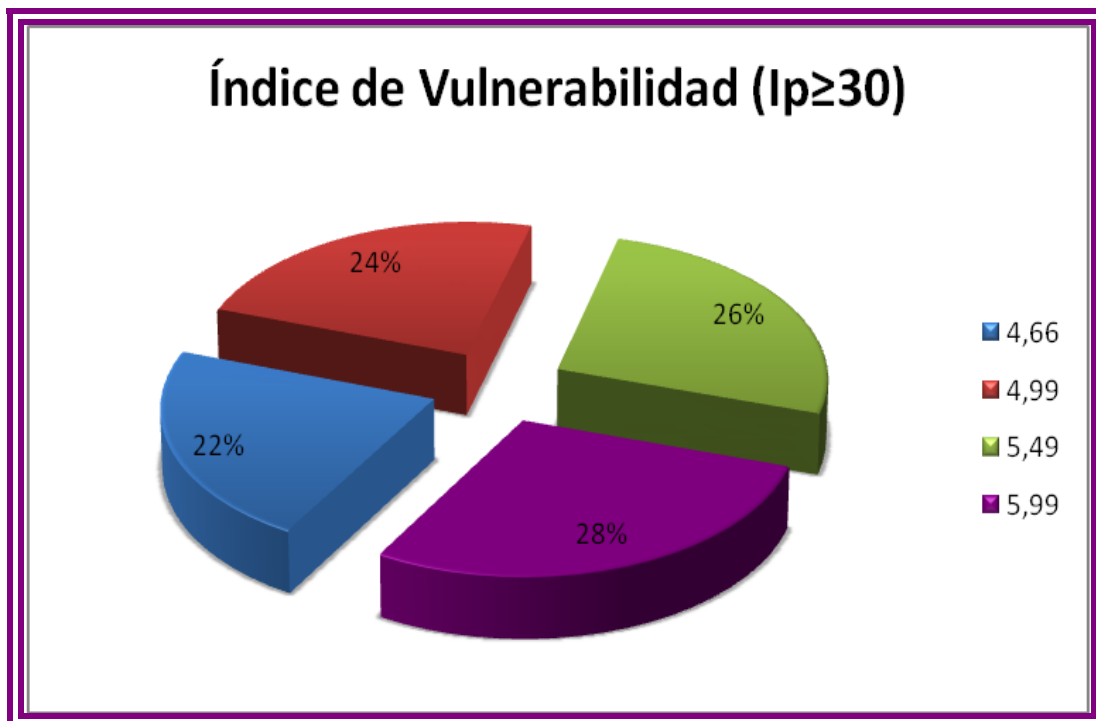


Figura 4.25. Gráfica del índice de Vulnerabilidad sísmica para un índice de priorización ($I_p \geq 30$).

La Figura 4.25 muestra los índices de mayor valor en las edificaciones evaluadas y se puede observar que el 28% presentan una vulnerabilidad de 5,99, siendo este el índice más alto de los rangos establecidos para las edificaciones en el municipio, los valores se deben al tipo de uso de la edificación, a la zona de ubicación, por la población que se encuentran en las mismas como también por la cantidad de irregularidades que presentan, ya



que mientras más irregularidades se suman en una edificación la vulnerabilidad va a ser mayor.

4.5.2. Índice de priorización para edificaciones de uso escolar.

Para determinar este índice se obtuvieron diferentes datos, los cuales se pueden observar en la Tabla 4.2, con estos valores se pudo realizar el mapa de la distribución del IP en la zona residencial (Ver Figura 4.26).

Tabla 4.2. Índices para edificaciones de uso escolar.

Nº	I _A	I _{VI}	I _i	I _S	I _V	I _i	I _P
1	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
2	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,95	19,39556
3	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
4	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
5	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,95	49,87417
6	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,95	49,87417
7	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
8	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
9	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
10	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
11	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
12	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
13	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
14	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
15	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
16	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
17	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
18	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
19	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,85	27,27034
20	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
21	8,75	0,5	3,9999	0	4,4999	0,9	35,43671
22	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
23	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426



Tabla 4.2. Índices para edificaciones de uso escolar. (Cont.)

N°	I _A	I _{VI}	I _i	I _S	I _V	I _i	I _P
24	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
25	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
26	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
27	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
28	8,75	1	3,9999	0	4,9999	0,9	39,37421
29	8,75	1	3,9999	0	4,9999	0,9	39,37421
30	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
31	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,9	28,87448
32	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
33	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,9	28,87448
34	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,95	49,87417
35	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
36	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426
37	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
38	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,9	47,24921
39	8,75	2	3,9999	0	5,9999	0,85	44,62426

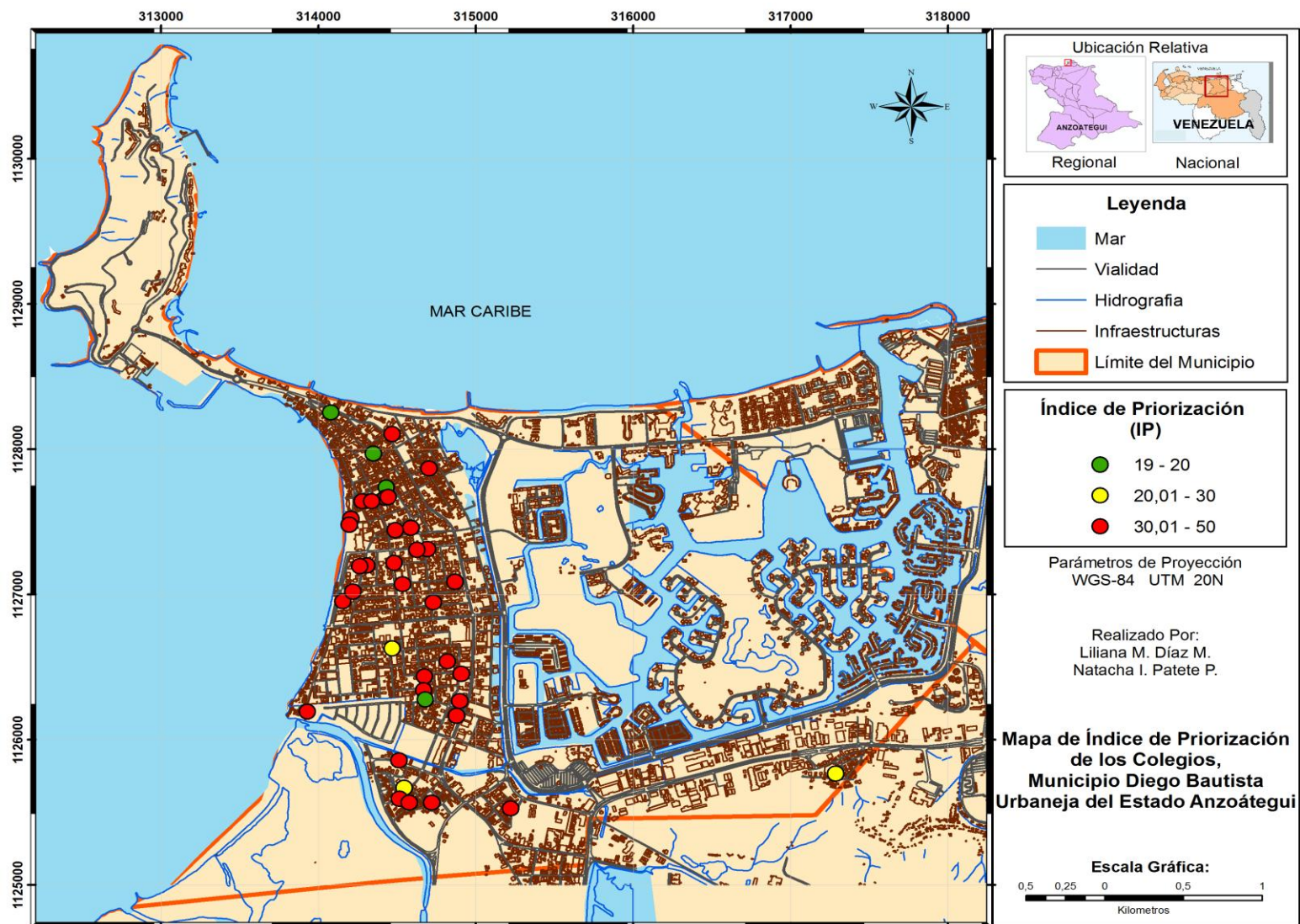


Figura 4.26. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso escolar.



Estos valores al ser organizados dependiendo su valor se logro representarlos de forma gráfica en la Figura 4.27, en la cual se puede observar que el 90% de las edificaciones presentan un índice de priorización de riesgo mayor a 30.

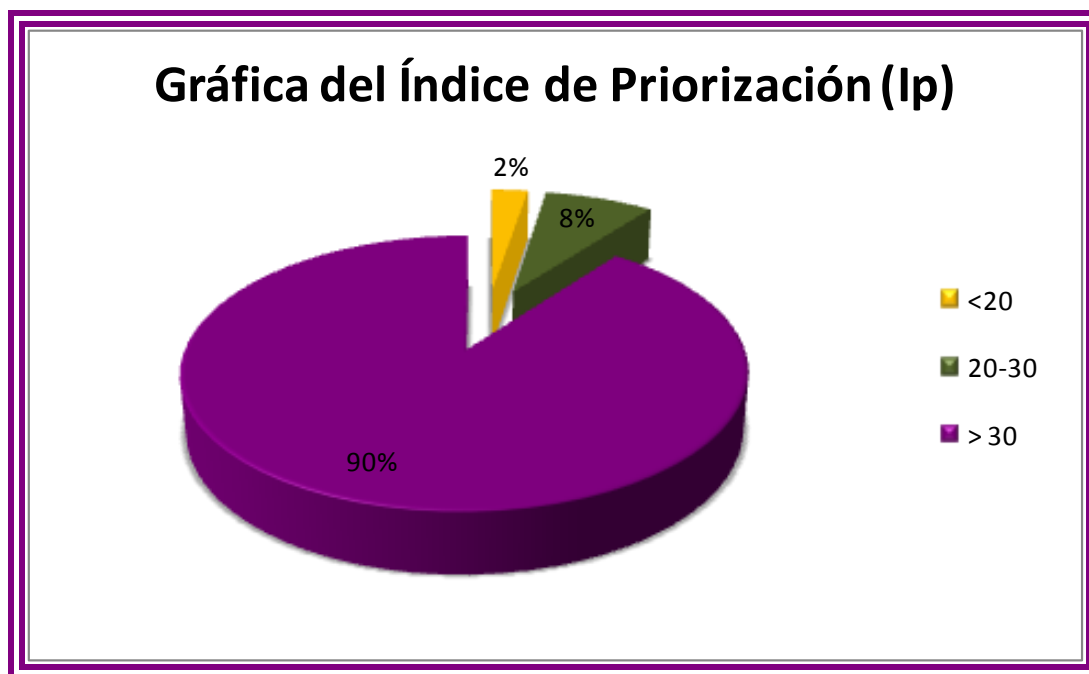


Figura 4.27. Gráfica del índice de Priorización para edificaciones de uso escolar.

Esto indica que es de gran preocupación las condiciones de estas edificaciones, ya que la mayoría no son estructuras diseñadas para este tipo de uso, sino que son casas las cuales acondicionan con remodelaciones y anexos para ser utilizadas como colegios, otra causa es la ubicación de las mismas ya que son situadas en parcelas donde prevalecen edificios altos, por lo que es necesario realizar estudios más acentuados a cada una de estas edificaciones donde se concentra una población representativa diariamente de niños y jóvenes.



4.5.2.1. Índice de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de uso escolar.

Los resultados obtenidos para el índice de vulnerabilidad sísmica fueron seleccionados al igual que los resultados del índice de priorización, en este caso en rangos de índice $I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$, como se observa en la Figura 4.28.

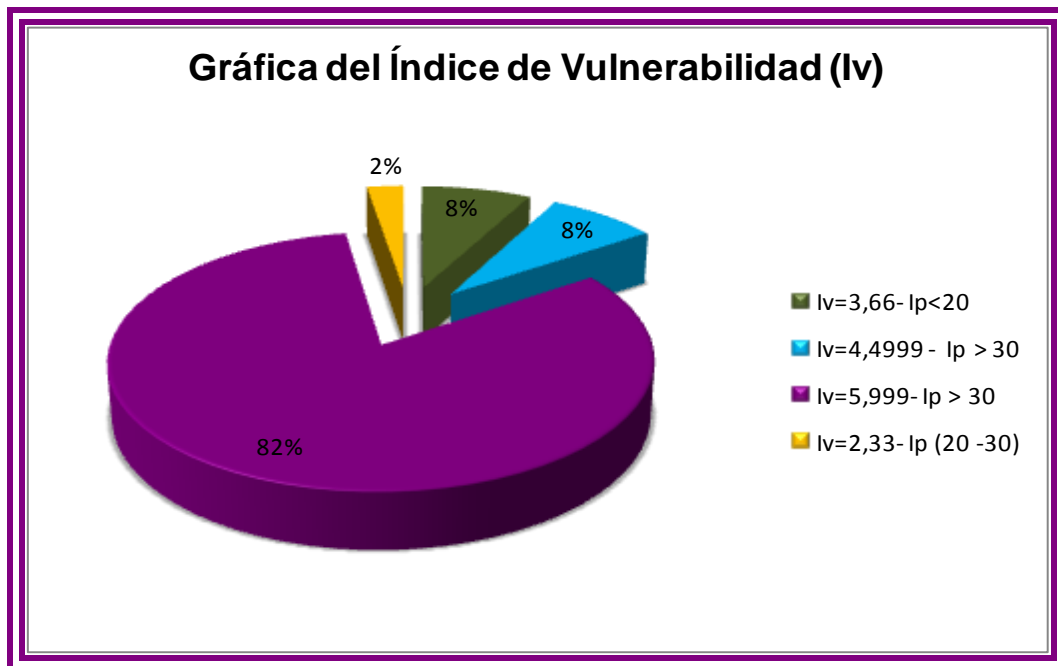


Figura 4.28. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso escolar, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$).

En la Figura 4.28 se representan los valores de vulnerabilidad que prevalecen en las edificaciones de este tipo de uso, se puede observar que el 82% de los colegios presentan vulnerabilidades altas de 5,999 para un índice de priorización mayor a 30, ya que presentan múltiples irregularidades, como también deterioro a nivel estructural.



Por otro lado solo el 2% de las edificaciones cuentan con vulnerabilidades de 2,33 para un $20 \leq I_p \leq 30$ siendo este índice el mínimo para la muestra obtenida de colegios en el Municipio Diego Bautista Urbaneja.

4.5.3. Índice de priorización para edificaciones de uso médico asistencial.

Para determinar este índice se obtuvieron diferentes resultados, los cuales se pueden observar en la Tabla 4.3, con estos valores se pudo realizar el mapa de distribución del IP en las edificaciones de uso médico asistencial (Ver Figura 4.29).

Tabla 4.3. Índices para edificaciones de uso médico asistencial.

N°	I_A	I_{VI}	I_i	I_S	I_V	I_j	I_P
1	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,9	28,8745
2	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,95	19,3956
3	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,85	27,2703
4	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,85	27,2703
4	8,75	2	2,6666	0	4,6666	0,95	38,7911
5	8,75	2	1,3333	0	3,3333	0,95	27,7081
6	8,75	1	3,9999	0	4,9999	0,95	41,5617
7	8,75	2	2,6666	0	4,6666	0,85	34,7078

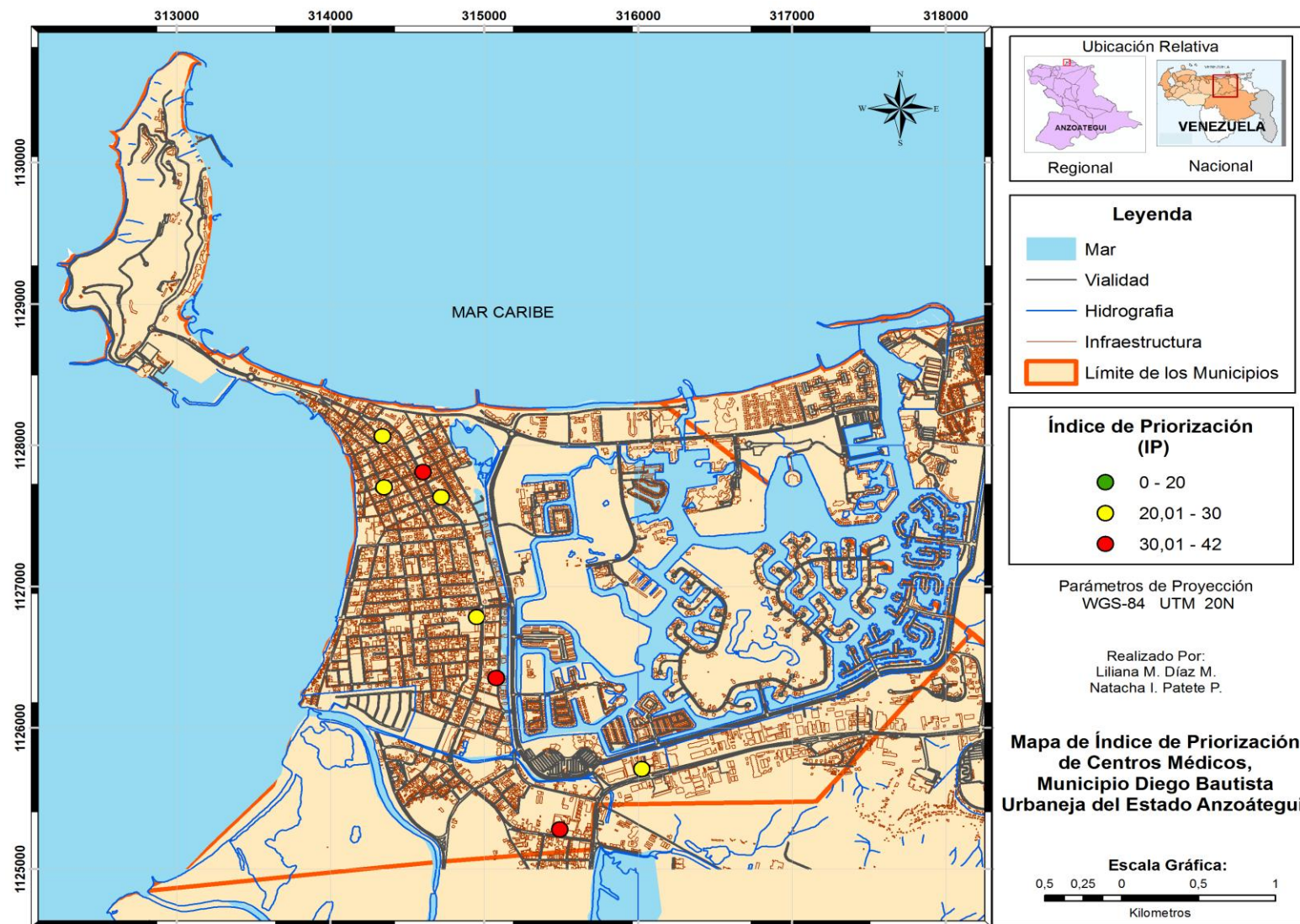


Figura 4.29. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso médico asistencial.



Estos valores al ser organizados dependiendo su valor se logro representarlos de forma gráfica en la Figura 4.30, en la cual se puede observar que el 50% de las edificaciones presentan un índice de priorización de riesgo entre 20 – 30 estando en un rango aceptable y solo el 38% de las edificaciones de uso médico asistencial cuentan con un índice mayor a 30 por lo que es recomendable realizar estudios más completos a cada una de estas edificaciones para de esta forma evitar consecuencias.

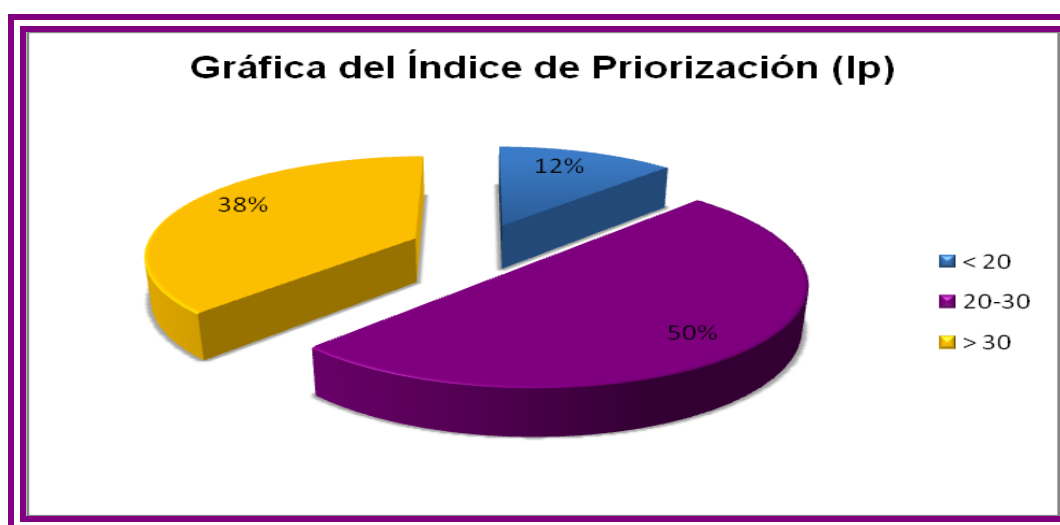


Figura 4.30. Gráfica de los Índices de Priorización en edificaciones de uso médico asistencial.

4.5.3.1. Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de uso médico asistencial.

Los resultados obtenidos para el índice de vulnerabilidad sísmica fueron seleccionados al igual que los resultados del índice de priorización, en este caso en rangos de $Ip \leq 20$, $20 \leq Ip \leq 30$ e $Ip \geq 30$.

En la Figura 4.31 se representan los valores de vulnerabilidad que prevalecen en las edificaciones de este tipo de uso, se puede observar que el 37% de los centros médicos presentan vulnerabilidades medias de 3,66



para un índice de priorización $20 \leq I_p \leq 30$, estas edificaciones presentan varias irregularidades por lo que hace que los índices estén en este rango.

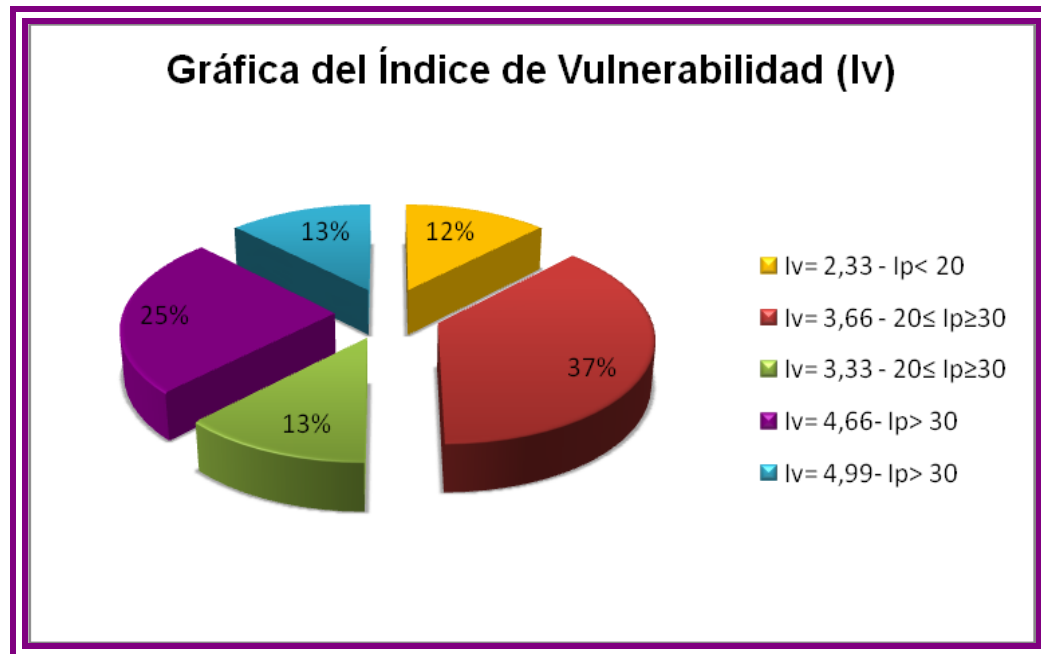


Figura 4.31. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso médico asistencial, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$).

Por otro lado solo el 25% de las edificaciones cuentan con vulnerabilidades de 4,66 y el 13% $I_v=4,99$ para un $I_p \geq 30$ siendo este índice máximo en las edificaciones de este tipo de uso para la muestra obtenida de colegios en el Municipio Diego Bautista Urbaneja igualmente se recomiendan realizar estudios más precisos para cada una de estas edificaciones que son de gran importancia para la ciudad.



4.5.4. Índice de priorización para edificaciones de uso comercial.

Para determinar este índice se obtuvieron diferentes resultados, los cuales se pueden observar en la Tabla 4.4, con estos valores se pudo realizar el mapa de distribución del IP en las edificaciones de uso comercial (Ver Figura 4.32).

Tabla 4.4. Índices para edificaciones de uso comercial.

N°	I_A	I_{VI}	I_i	I_s	I_v	I_j	I_P
1	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,775	24,86413
2	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,8	25,6662
3	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,775	24,86413
4	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,775	24,86413
5	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,775	15,82269
6	8,75	1	3,9999	0	4,9999	0,775	33,90557
7	8,75	1	3,9999	0	4,9999	0,775	33,90557

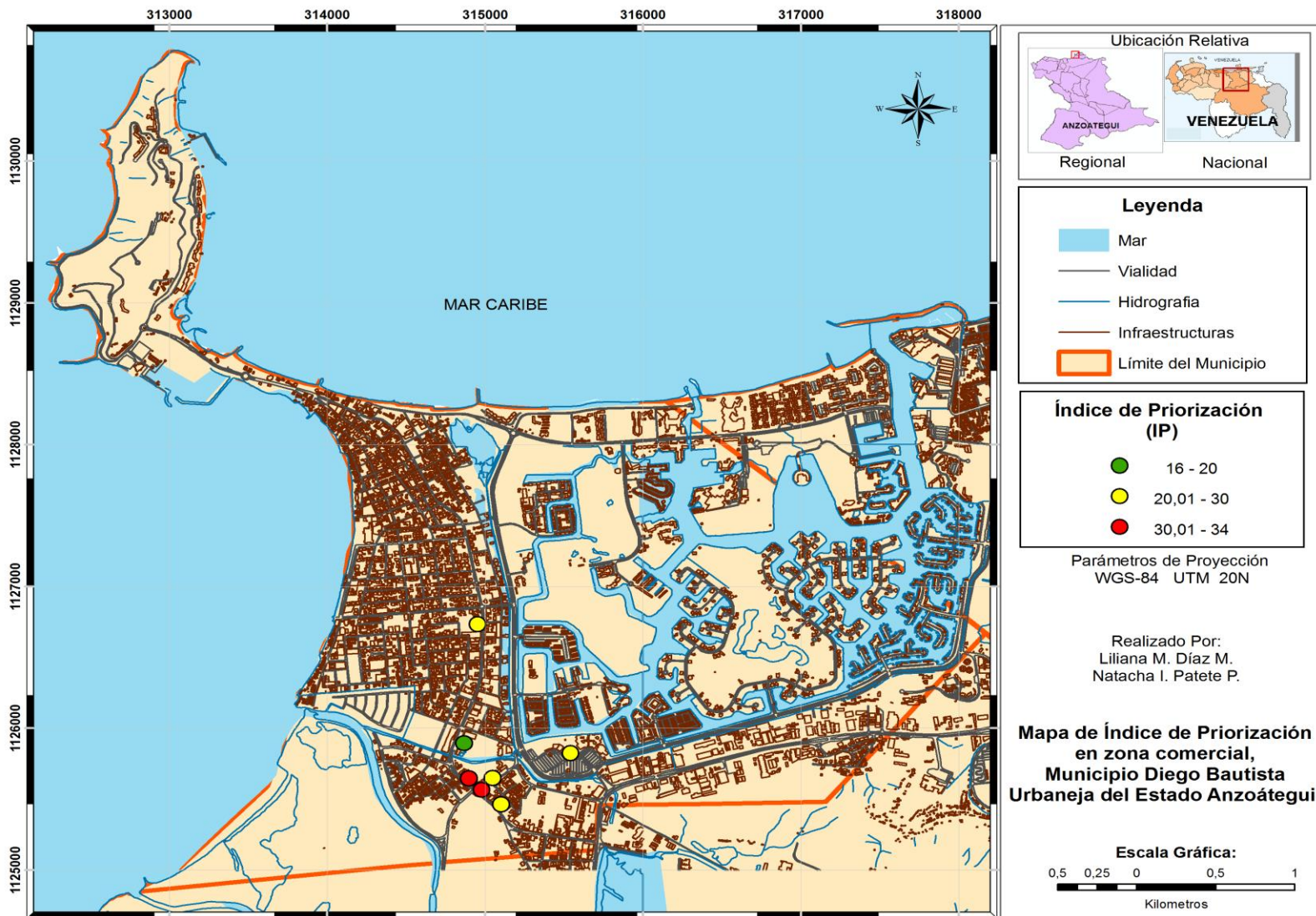


Figura 4.32. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso comercial.



Estos valores al ser organizados dependiendo su valor se logro representarlos de forma gráfica en la Figura 4.33, en la cual se puede observar que el 57% de las edificaciones presentan un índice de priorización $20 \leq I_p \leq 30$ estando en un rango aceptable, solo el 29% de las edificaciones de uso comercial cuentan con un índice mayor a 30 por lo que es recomendable realizar estudios más avanzados ya que en estos centros se concentra un porcentaje importante de personas sobre todo los fines de semana, con estos estudios se podrá evitar consecuencias lamentables.

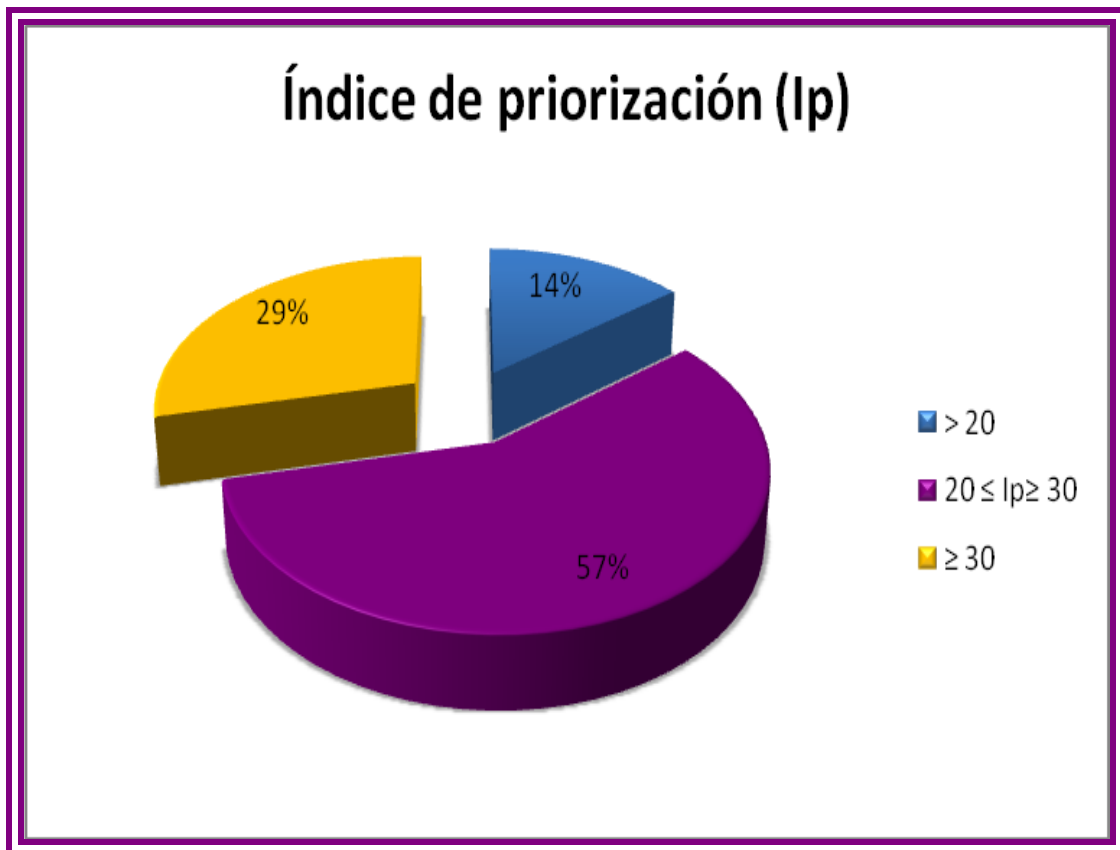


Figura 4.33. Gráfica de los Índices de Priorización en edificaciones de uso comercial.



4.5.4.1. Índice de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de uso comercial.

Los resultados obtenidos para el índice de vulnerabilidad sísmica fueron seleccionados al igual que los resultados del índice de priorización, en este caso en rangos de $I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$, como se representan en la Figura 4.34.

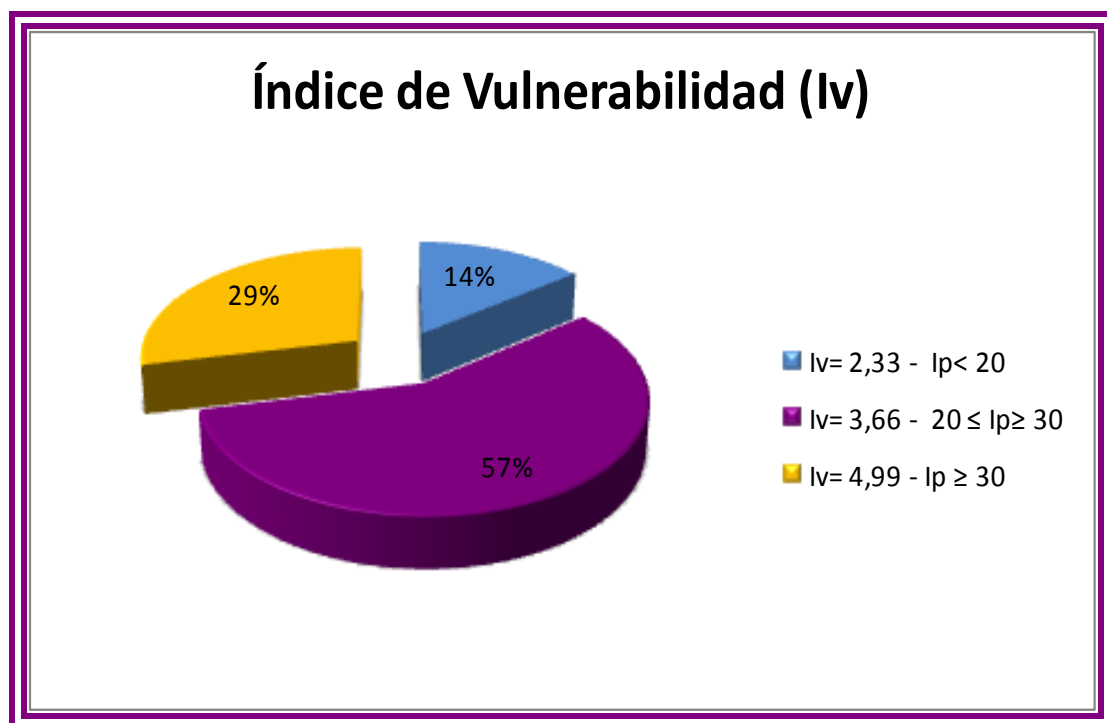


Figura 4.34. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso comercial, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$).

En la Figura 4.34 se representan los valores de vulnerabilidad que prevalecen en las edificaciones de este tipo de uso, se puede observar que el 57% de los centros comerciales presentan vulnerabilidades medias de 3,66 para un índice de priorización $20 \leq I_p \leq 30$, estas edificaciones presentan



varias irregularidades por lo que de esta forma aumenta el índice de vulnerabilidad.

También se puede observar que el índice máximo está representado por el 29% de las edificaciones de uso comercial, al igual q las anteriores se recomiendan estudios más avanzados para cada una de las edificaciones que sobre pasan el límite de 30 en el municipio en estudio.

4.5.5. Índice de priorización para edificaciones de uso gubernamental.

Para determinar este índice se obtuvieron diferentes resultados, los cuales se pueden observar en la Tabla 4.5, con estos valores se pudo realizar el mapa de distribución del IP en las edificaciones de uso gubernamental (Ver Figura 4.35).

Tabla 4.5. Índices para edificaciones de uso gubernamental.

N°	I _A	I _{VI}	I _i	I _s	I _v	I _j	I _P
1	8,75	2	2,6666	0	4,6666	0,9	36,74948
2	8,75	1	1,3333	0	2,3333	0,85	17,35392
3	8,75	2	2,6666	0	4,6666	0,85	34,70784
4	8,75	1	2,6666	0	3,6666	0,9	28,87448

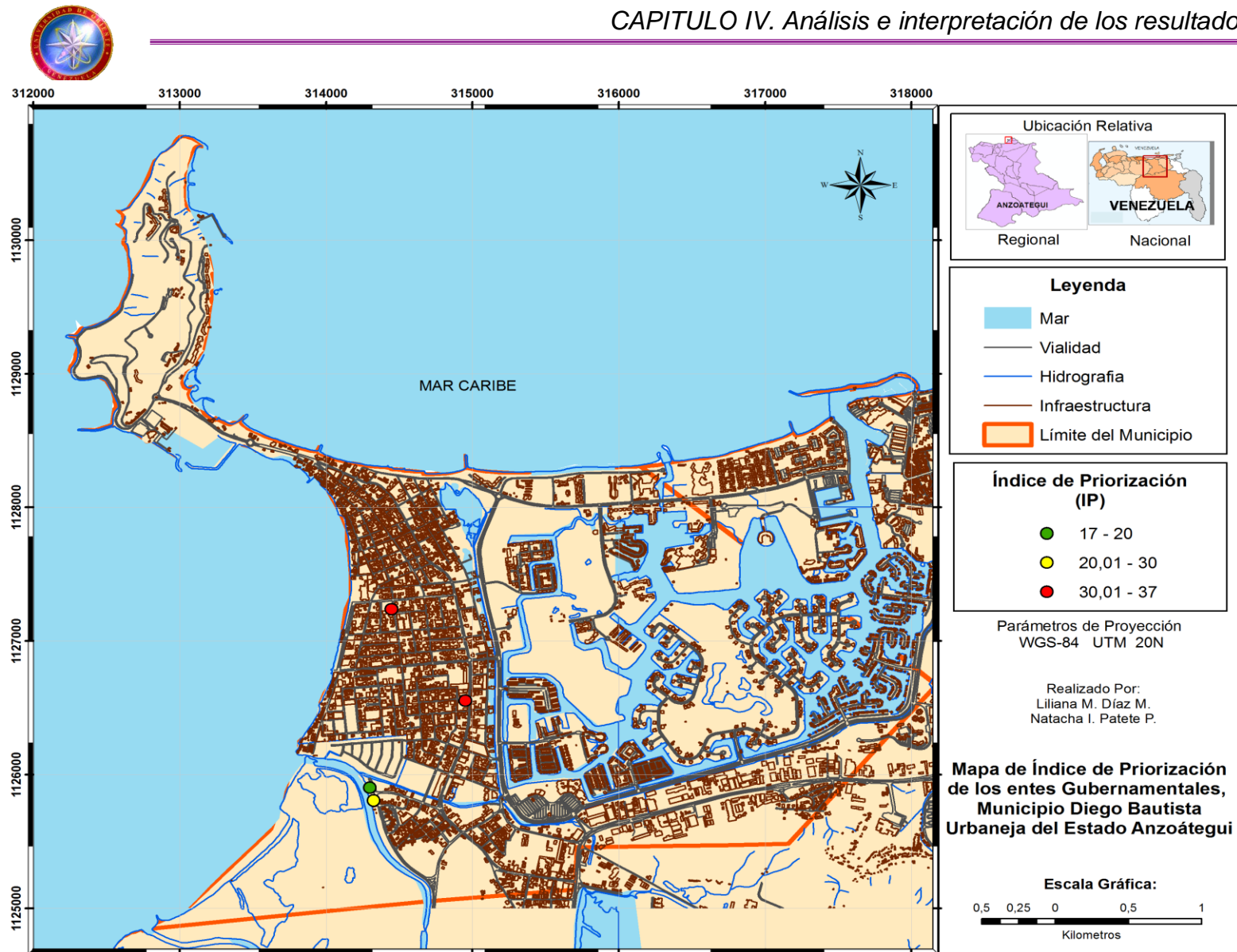


Figura 4.35. Mapa de Índice de priorización para edificaciones de uso gubernamental.



Estos valores al ser organizados dependiendo su valor se logro representarlos de forma gráfica en la Figura 4.36, donde el 50% de las edificaciones presentan un índice $I_p \geq 30$, por lo que es recomendable realizar estudios más avanzados ya que en estos centros son de gran importancia para la comunidad, el otro 50% de las edificaciones son valores que son menores de 30 lo que se puede tomar como valores aceptables para el tipo de edificación.

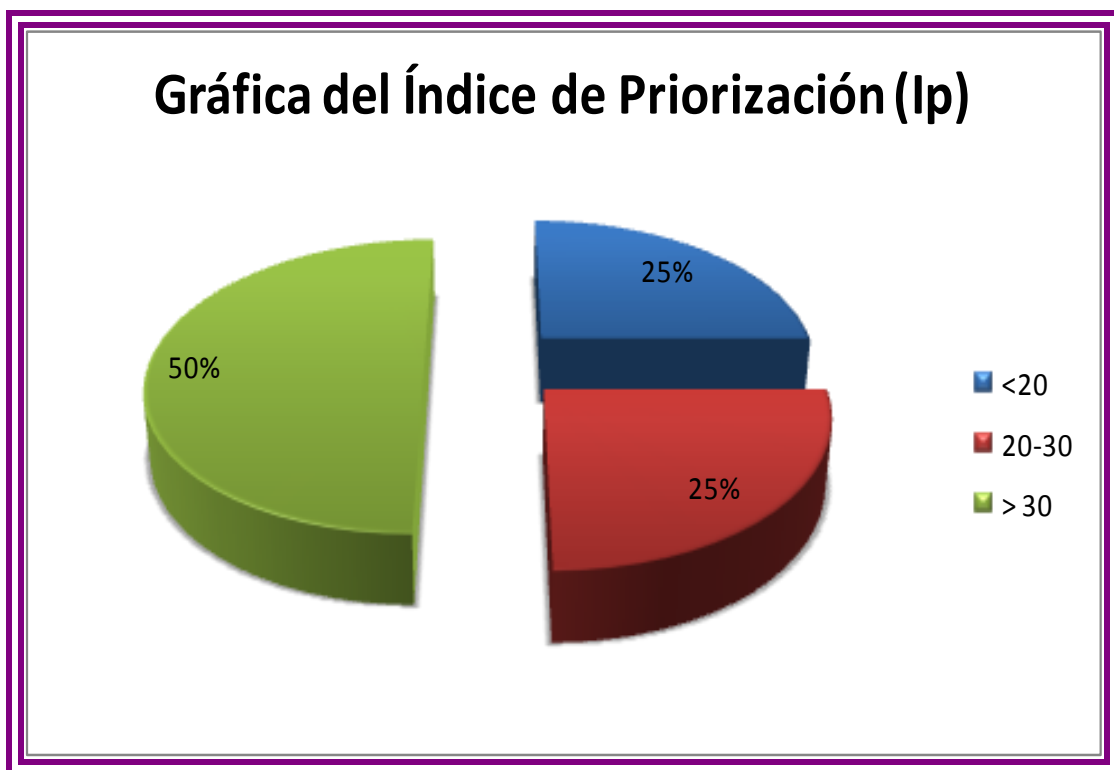


Figura 4.36. Gráfica de los Índices de Priorización en edificaciones de uso gubernamental.

4.5.5.1. Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de uso gubernamental.

Los resultados obtenidos para el índice de vulnerabilidad sísmica fueron seleccionados al igual que los resultados del índice de priorización, en este



caso en rangos de $I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$, como se muestra en la Figura 4.37.

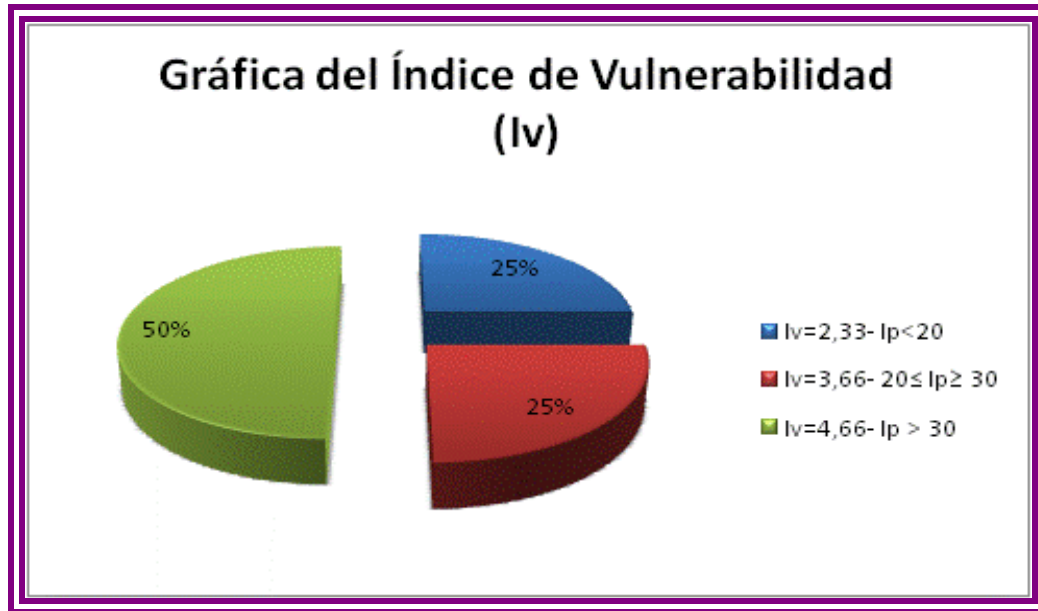


Figura 4.37. Gráfica de los Índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de uso comercial, para los rangos de índice de priorización ($I_p \leq 20$, $20 \leq I_p \leq 30$ e $I_p \geq 30$).

En la Figura 4.37 se representan los valores de vulnerabilidad que prevalecen en las edificaciones de uso gubernamental, se puede observar que el 50% de los centros presentan vulnerabilidades medias de 3,66 para un índice de priorización $20 \leq I_p \leq 30$, y el índice máximo está representado por el 25% de las edificaciones con índices de vulnerabilidad de 4,66, igualmente se recomiendan estudios más avanzados para cada una de las edificaciones que sobre pasan el límite de 30 en el municipio en estudio.



4.6. Posibles soluciones a las estructuras que presentan mayor riesgo.

Debido a los elevados índices de priorización presentados por los diferentes tipos de edificaciones anteriormente mostradas, se propone posibles soluciones con el fin de que a estas les aporten mayor estabilidad y seguridad para de esta forma hacer más rígida y más resistente la estructura existente y por ende disminuir cualquier tipo de desplazamiento ^[37]. Entre los elementos que se pueden agregar para cumplir con este objetivo están:

■ Muros de relleno de hormigo armado.

Este tipo de reforzamiento ofrece una resistencia cortante frente a las sollicitaciones horizontales derivadas de las acciones sísmicas y se puede observar en la Figura 4.38.



Figura 4.38. Inclusión de muros (internos y/o externos) ^[37].



Elementos en contrafuerte

Este elemento puede ser utilizado para transmitir las cargas laterales a la **fundación** ^[37]. Este tipo de refuerzo aporta confinamiento y reducción del desplazamiento lateral, se puede observar en la Figura 4.39.



Figura 4.39. Adición de contrafuertes. Hospital de cardiología, del instituto Mexicano, del seguro social-México. ^[37].

Pórticos perimetrales.

Los pórticos de hormigón armado proporcionan la resistencia lateral necesaria, lo que minimiza los desplazamientos horizontales. Se puede observar en la Figura 4.40. ^[37].



Figura 4.40. Pórticos Perimetrales. ^[37]



■ **Disipadores de energía.**

Los disipadores de energía son dispositivos diseñados para absorber la mayoría de la energía sísmica, evitando así que ésta sea disipada mediante deformaciones inelásticas (daño) en los elementos estructurales. [37]



Figura 4.41. Disipadores de energía utilizada en las oficinas centrales del Instituto Mexicano del Seguro Social-México. [37]

■ **Elementos de arriostre (diagonales).**

Sistema de arriostramiento que se emplea para estabilizar lateralmente un marco estructural o pórtico. [37]

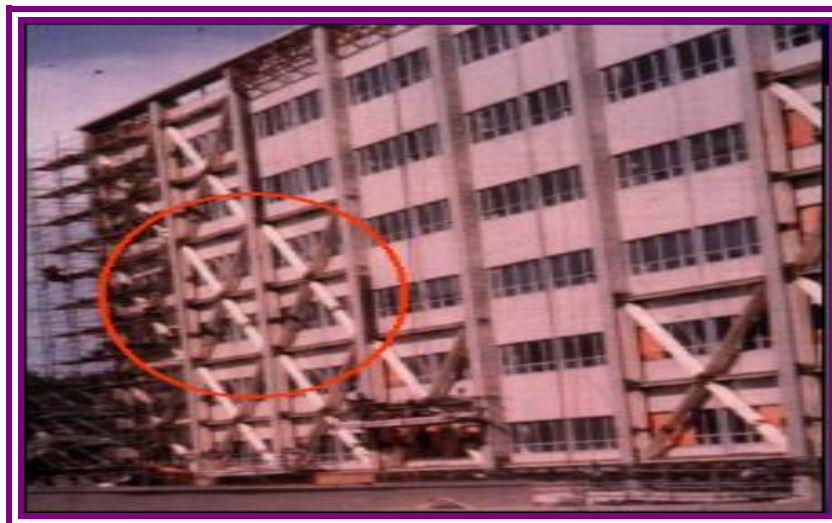


Figura 4.42. Elementos diagonales. [37]



■ **Aislamiento de la Base del edificio.**

Separa la estructura de los movimientos del suelo mediante la introducción de elementos flexibles entre la estructura y su fundación, reducen notablemente la rigidez del sistema estructural, haciendo que el periodo fundamental de la estructura aislada sea mucho mayor que el de la misma estructura con base fija, esto se puede observar en la Figura 4.43. ^[37]

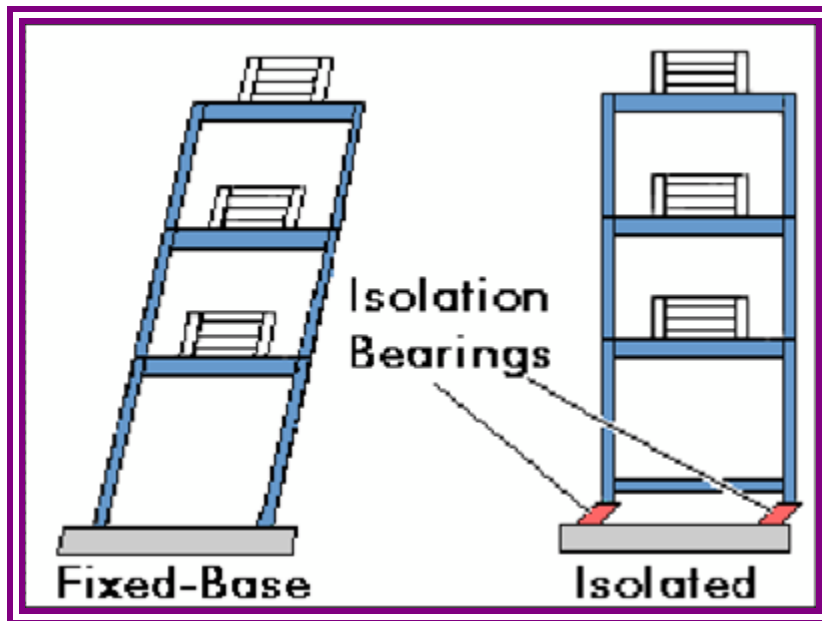


Figura 4.43. Aisladores Sísmicos. ^[37]

Cabe destacar que todas las alternativas propuestas dependerán del diseño arquitectónico de cada una de las edificaciones que necesiten dichos reforzamientos, estos podrán combinarse dependiendo la necesidad de la estructura.



CAPITULO V

Conclusiones Y Recomendaciones.

Conclusiones

1. *El uso de suelo en el Municipio Diego Bautista Urbaneja está comprendido por zonas de tipo residencial, escolar, asistencial médica, recreación pública (parques y plazas), gubernamental y comercial, como también zonas de terrenos baldíos donde aún no están ubicadas ningún tipo de edificaciones, cabe destacar que la zona residencial predomina en gran parte del municipio.*
2. *Por medio de la Tabla 5.1 FORMA ESPECTRAL Y FACTOR DE CORRECCIÓN (ϕ). de la Norma COVENIN 1756-98 (Rev. 2001) se pudo determinar los tipos de suelo del municipio los cuales se clasifican en: Suelos firmes medio densos, suelos de material roca blanda o meteorizada y suelos muy densos o duros y suelos de tipos duros o densos, siendo en este último donde se ubican la mayoría de las edificaciones del municipio.*
3. *Se realizaron mapas geotécnicos del municipio donde se muestran información específica de las condiciones del suelo en el territorio como lo son los períodos de vibración del suelo, los tipos de suelo y el espesor de los sedimentos. Esta información que ha sido registrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) nos permite contribuir a futuro con los estudios de suelo de la zona en estudio.*



4. La base de datos fue incluida a un (SIG), donde se incluyen todas las características de las edificaciones encuestadas en el municipio, siendo una forma fácil y rápida de obtener tanto la ubicación como información de las estructuras que se encuentran en el municipio y con los índices de priorización que se calcularon para las edificaciones residenciales, educacionales, hospitalarias, gubernamentales y comerciales. La zona escolar arrojó valores que son de gran preocupación ya que el 90% de éstas están por encima del rango máximo considerable ($IP=30$), esto debido a las condiciones físicas que presentan ya que no fueron construidas con los requerimientos estructurales que un aula de estudio debería tener.

5. Los tipos de refuerzos estructurales son posibles recomendaciones para las diferentes edificaciones que obtuvieron índices elevados, cabe destacar que dichas soluciones deben ser respectivamente estudiadas por profesionales de ingeniería sismorresistente para poder ser implementadas en las mismas.

6. Los resultados son estimaciones realizadas para obtener una aproximación de las condiciones estructurales de las edificaciones encuestadas, para conocer cuál sería su reacción a las constantes amenazas presentes en el municipio y de esta manera poder establecer soluciones para prevenir futuros daños o pérdidas en las estructuras. De igual manera este estudio da un panorama para las edificaciones próximamente a ser construidas, de cuáles son las fallas que se presentaron en el pasado e ir corrigiéndolas para que no ocurra el mismo problema en el futuro.



Recomendaciones

1. *Se recomienda realizar mapas de microzonificación con el fin de establecer las posibles zonas de riesgo, para que al momento de realizar los planos urbanos locales se tomen en cuenta los parámetros mínimos requeridos para construir en estos tipos de suelo y así evitar daños estructurales y pérdidas humanas al momento de que se produzca un evento sísmico.*
2. *Se recomienda a las oficinas de urbanismo y catastro encargadas de obtener datos directos de las edificaciones ubicadas en el municipio que toda nueva información recopilada sea incluida en la base de datos SIG, de manera que se cuente con una información ordenada, como también al alcance de quienes necesiten dicha información.*
3. *Ya que el valor índice de priorización determinados no pudo ser obtenidos para todas las edificaciones del municipio, se recomienda realizar dichos cálculos para el resto de las estructuras con la finalidad de obtener el 100% de las edificaciones evaluadas.*
4. *Se le recomienda a los entes encargados que realicen una intervención urgente en las instituciones escolares ya que el alto riesgo que corren las estructuras ponen en peligro la vida de todos los niños del municipio que asisten a las aulas de clase.*
5. *Extender este estudio a otros municipios en el país a fin de obtener información de las condiciones estructurales en las que se encuentran las edificaciones a nivel nacional, para determinar las amenazas sísmicas*



constantes y la vulnerabilidad de las mismas, con el fin de disminuir consecuencias lamentables.



Bibliografía Citada

1. COVENIN (2001). *Edificaciones sismorresistentes. “Norma venezolana COVENIN 1756:2001”*. Comisión Venezolana de Normas Industriales, FONDONORMA, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Infraestructura, FUNVISIS, Caracas.
2. **Audemard, F., Cox, J., Dart, R. y Machette, M. (2000)**. and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. US Geological Survey, Open-File Report 00-0018. Include map at scale 1:2,000,000 and 78-page report.
3. **Venezuela Tourist (2009)**. “Mapa de la República Bolivariana d Venezuela con sus Límites” [En línea]. Disponible en: <http://venezuelatourist.blogspot.com/2009/04/mapas-devenezuelavenezuelas-maps.html>
4. **FUNVISIS**. “República Bolivariana de Venezuela como país sísmico”. [En línea]. Disponible: http://www.funvisis.gob.ve/pais_sismico.php
5. **Anónimo. (2010)**. “Municipio Diego Bautista Urbaneja”. [En Línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Lecher%C3%ADa>
6. **Gascón (2009)**, “Caracterización geofísica mediante estudios de ruido sísmico ambiental, área metropolitana del estado Anzoátegui.” Tesis especial de Grado. UCV, Venezuela. P 17-19, 28-30, 33-36.



7. Dicc, Geográfico del Estado Anzoátegui. MARNR, Caracas 1989.

[En Línea]. Disponible:

http://www.lecheria.gov.ve/tu_ciudad/tuciudad_01e.aspx

8. Fernández (2003), “CIUDADES EN RIESGO Degradación Ambiental, Riesgo Urbanos y Desastres”. [En línea]. Disponible:

http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_todo_ene-7-2003.pdf

9. Murphy, J.B.; Gutiérrez, G.; Nance, R.D.; Fernández, J.; Keppie, J.D.; Quesada, C.; Strachan, R.A. y Doatal, J. (2008). “Placas Tectónicas”, [En línea]. Disponible:

http://es.wikipedia.org/wiki/Tect%C3%B3nica_de_placas

10. Wikimedia foundation. 2010. “Placas Tectónicas”, [En línea]. Disponible: <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/936516>

11. Santiago. (2000). “La tectónica de placas en el Territorio Venezolano”. [En línea]. Disponible:

<http://www.monografias.com/trabajos18/tectonica-de-placas/tectonica-de-placas.shtml>

12. Wikimedia foundation (2010). “Placa del Caribe”. [En línea]. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Placa_del_Caribe

13. Wikimedia foundation (2010). “Placa Sudamericana”. [En línea]. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Placa_Sudamericana.



-
- 14. Rusell (2010).** “Fallas Geológicas”. [En línea]. Disponible:
<http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/geology/fault.sp.html>
- 15. Paolini. (2006).** “Análisis de los períodos fundamentales del suelo en la Ciudad de Carora, Municipio Torres, Estado Lara”. Trabajo especial de Grado, Universidad Simón Bolívar, Venezuela. P 15, 18-20.
- 16. Mendes, M. (2004).** “Caracterización Geofísica del Subsuelo de la Zona Oeste de Barcelona – Estado Anzoátegui Aplicando Métodos Sísmicos y Gravimétricos”. Trabajo especial de Grado, Escuela de Geología Minas y Geofísica, facultad de Ingeniería, UCV. Caracas, Venezuela. P 45.
- 17. Rocabado V. (2002).** “Períodos fundamentales del suelo de la Ciudad de Caracas a partir de mediciones de ruido ambiental”. Tesis de grado. Publicado en CD GEOS 35 (2002) UCV, Caracas.
- 18. Coral H. (2002).** Utilización de métodos experimentales y de simulación numérica para la microzonificación sísmica de áreas urbanizadas en Andorra. Tesis Doctoral. E. T. S. Ingenieros de camino C. y P. Departamento de Ingeniería del Terreno y Cartográfica. P 185.
- 19. Bard, P. Y. (1995).** Effects of surface geology on ground motion: recent results and remaining issues. Proc. 10th European Conference on Earthquake Engineering, Vienna, Austria. 28 p.
- 20. M. Gascón et al. (2005)** “Terremotos, Sismos y otras catástrofes naturales”. [En línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto>.



21. FUNVISIS. “Tipos de Ondas Sísmicas”. [En línea]. Disponible: http://www.funvisis.gob.ve/glosario_.php

22. L.A. (2007). “Cuantificación de los sismos”. [En línea]. Disponible: <http://ingeoperu.blogspot.com/2007/08/escalas-de-sismos.html>

23. Franjo. (2010). “Foco y Epicentro de un sismo”. [En línea]. Disponible: http://www.gratisblog.com/zao8/i137999-epicentro_del_terremoto.htm

24. Parra. (Año desconocido). “Licuación de los suelos”, Ingeniería Civil, M.Sc. Profesor Asociado FIC-UNI, Ingeniero de Proyectos Vector Perú S.A.C. [En línea]. Disponible: <http://www.scribd.com/doc/2567670/licuacion-de-suelos-y-resistencia-ciclica-ing>

25. Graffe, G. (2002). *El Fenómeno de Licuación en el Subsuelo del Área Norte del Estado Anzoátegui, un enfoque actual de Evaluación y Análisis. Trabajo Especial de Grado, Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Oriente.*

26. Cardona. (1993). “Evaluación de la Vulnerabilidad y Amenazas sísmicas”, [En línea]. Disponible: <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>

27. Meli, R. “Diseño Estructural”, Tomo 2, Editorial Limusa, México (2000).

28. Nolasco. (Año desconocido). “Estructuras y exigencias básicas”, [En línea]. Disponible: <http://www.arqhys.com/casas/estructuras-definicion.html>.



-
- 29. Cecilia. (2009) “Edificaciones”, [En línea]. Disponible:**
<http://www.definicionabc.com/tecnologia/edificacion.php>
- 30. Bazán, E. y Meli, R. “Diseño Sísmico de Edificios”, Editorial Limusa, México (2001).**
- 31. FUNVISIS. “Centro de Sismología” [En línea]. Disponible:**
[http://www.funvisis.org.ve/.](http://www.funvisis.org.ve/)
- 32. Wikimedia (2010). “Sistema de Información Geográfica”. [En línea]. Disponible:**http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica
- 33. López, O.A. (2010). Índice de Priorización Sísmica para Edificaciones Existentes, Versión preliminar de trabajo (Versión 3); FUNVISIS/Misión ciencia, inédito, 7 pp.**
- 34. FUNVISIS. “Fundación Venezolana de investigaciones sismológicas”**
- 35. (Hernández, 2009). Confiabilidad sísmica-estructural de edificaciones existentes de Caracas. Proyecto Pensar en Venezuela, C.I.V., Jornadas 18 y 19 de septiembre de 2009, 107 pp.**
- 36. Rocabado, V. Schmitz, M. Hernandez, J. Morales, C. (2009). Relación entre período del suelo y profundidad de los sedimentos para la ciudad de caracas. V Coloquio sobre Microzonificación Sísmica. Caracas, Venezuela. Memorias en CD. 4 p.**



37. Biblioteca OPS/OMS (Año desconocido). “Aspectos estructurales”.
[En línea].

Disponibile:<http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/Mitigasalud/Mitigacion/Contenidos/spanish/estructurales.htm>

Bibliografía Adicional

- Sabino Carlos. Año 1993. **¿Cómo hacer una tesis?**
- Información presentada en el Congreso Sísmico 2009, efectuado en la UCV, Caracas: **Periodo Fundamental del Suelo de la Zona Metropolitana del estado Anzoátegui y las Plantas Bajas Libres.**
- **Peligrosidad y Zonificación Sísmica**, disponible en:
<http://www.stormloader.com/rman/c1b2d.htm>
- **Tipos de Investigación**, disponible en:
<http://www.scribd.com/doc/14985751/Tipos-de-investigacion>

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	“EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS QUE PRESENTEN VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE LECHERÍA, MUNICIPIO TURÍSTICO EL MORRO LICENCIADO DIEGO BAUTISTA URBANEJA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Díaz Martínez, Liliana María	CVLAC: 17.956.656 E MAIL: liliana88mdm@gmail.com
Patete Pérez, Natacha Ivanova	CVLAC: 18.127.841 E MAIL: natachaipat@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:Sismo.Vulnerabilidad sísmica.Riesgo sísmico.Suelos.Ondas sísmicas.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
<u>Ingeniería y Ciencias Aplicadas.</u>	<u>Ingeniería Civil</u>

RESUMEN (ABSTRACT):

La presente investigación está orientada al estudio de la vulnerabilidad y riesgo sísmico que pueden afectar a las edificaciones ubicadas en la zona de interés y de esta manera poder implementar ciertas medidas que ayuden a disminuir las pérdidas materiales y más importantes aún las pérdidas humanas, evitando así un mayor daño en el momento que ocurra un sismo.

El área de estudio se encuentra ubicada en el Estado Anzoátegui, delimitando al Norte con el Mar Caribe, al Sur con Municipio Bolívar, al Oeste con el Municipio Bolívar y al Este con el Municipio Sotillo, cubre una superficie de 367.025,62 hectáreas aproximadamente. Cabe destacar que el municipio pertenece a una zona sísmica 6, según la Norma COVENIN 1756 – 2001 para Edificaciones Sismorresistente, teniendo aproximadamente un 80% del territorio conformado por suelos de baja capacidad portante, saturados y con alto potencial de licuación. Con el fin de obtener una información sísmológica sobre el Municipio se planteo evaluar las estructuras que presenten vulnerabilidad y amenaza sísmica en la ciudad de Lecherías, Municipio Turístico el Morro Licenciado Diego Bautista Urbaneja del estado Anzoátegui. La metodología se basa en un levantamiento catastral de un porcentaje representativo de edificaciones con un número de pisos igual o mayor de tres, indicando las características más relevantes entre las cuales , utilizando como dato indispensable el año de construcción de la edificación, la zona sísmica, la irregularidad estructural, el número de pisos y la población que habita en la edificación, se procedió a estimar el índice de Priorización de riesgo para las edificaciones encuestadas, obteniendo el mayor índice las edificaciones de uso escolar donde la mayoría sobrepasan el límite del IP planteado en el proyecto correspondiente a 30.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Díaz, Juan Félix	ROL	CA	AS X	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL	felproca@gmail.com			
	E_MAIL				
Esther Díaz	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Jesús Moreno	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2011	03	16
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Evaluación de las Estructuras.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E
 F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s
 t u v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: Ocho (8) Meses _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil.

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pre-grado.

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil.

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Petróleo.

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**DERECHOS**

De acuerdo con el Artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado: “Los Trabajos de Grado son de la Exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.

AUTORES**Liliana M. Díaz M.****Natacha I. Patete P.****TUTOR****Ing. Juan Díaz****JURADO****Ing. Esther Díaz****JURADO****Ing. Jesús Moreno****POR LA SUBCOMISION DE TESIS**