



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO VEHICULAR EN LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

Elaborado por: Marcano Marialexandra

Lugo Antonieta

Tutor: Edson Martinez

Bárbula, Octubre 2012



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO VEHICULAR EN LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

Trabajo especial de grado presentado ante la ilustre Universidad de
Carabobo para optar al título de Ingeniero Civil.

Elaborado por: Marcano Mariaalexandra

Lugo Antonieta

Tutor: Edson Martinez

Bárbula, Octubre 2012

DEDICATORIA

Este trabajo especial de grado se lo dedicamos,

A Dios, por darnos la oportunidad de vivir y estar con nosotras en cada paso que damos, por fortalecernos, iluminar nuestras mentes y haber puesto en nuestro camino a todas aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo este período de estudio.

A nuestros familiares, Carolina Alcalá, Samuel Lugo, Elvia Alejos, Vanessa Alcalá, Próspero Marcano, María Luisa Salvati, Mariandreina Marcano y Mariangeles Marcano, por acompañarnos durante toda nuestra carrera. Gracias por su apoyo incondicional.

A nuestra querida Promoción 68, personas que formaron parte especial en esta etapa de aprendizaje, apoyándonos mutuamente en nuestra formación profesional, somos y seguiremos siendo siempre amigos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos salud, oportunidades y las fuerzas suficientes para vencer todos los obstáculos encontrados. Gracias por darnos familias como las nuestras.

A nuestros padres, Carolina Alcalá, Samuel Lugo, Próspero Marcano y María Luisa Salvati, por ser ejemplos a seguir, estar siempre presente y darlo todo por nuestros hermanos y nosotras. Gracias por estar siempre dispuestos a ayudarnos y apoyarnos. Nos enseñan que todo se puede lograr con perseverancia y esfuerzo.

A nuestros amigos de la Promoción 68, por estar siempre, queremos especialmente agradecer a Pedro Santiago que fue nuestro apoyo principal y compañía durante nuestros días de inspecciones. Sin tu ayuda no hubiese sido posible.

A la Universidad de Carabobo, por abrirnos las puertas y ser fuente principal de innumerables aprendizajes.

Al profesor Edson Martínez, por todo su aporte, conocimiento compartido, tiempo dedicado, paciencia, apoyándonos siempre durante el proceso de realización de la tesis y participar como nuestro tutor. Las más sinceras gracias.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I EL PROBLEMA	4
Planteamiento del Problema	4
Formulación del Problema	6
Objetivos de la Investigación.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
Justificación	7
Delimitaciones.....	8
CAPÍTULO II. BASES TEORICAS	9
Antecedentes de la Investigación.....	9
Estructuras de paso	11
Historia de la Autopista Regional del Centro:.....	11
Historia de estructuras de paso en Venezuela:.....	11
<i>Clasificación de las estructuras de paso</i>	13
<i>Elementos de la estructura de paso</i>	15
Los Sismos	17
Fallas Geológicas en Venezuela.....	18
<i>Lago de Valencia</i>	19
El Viaducto La Cabrera.....	21
Riesgo Sísmico	22
Fallas Comunes en Puentes Causadas por Sismos.....	23
<i>Falla en tramos</i>	23
<i>Amplificación de desplazamientos</i>	23
<i>Golpeteo de partes estructurales de la estructuras de paso</i>	23

<i>Hundimiento del estribo</i>	23
<i>Fallo de pilas</i>	24
<i>Fallas en cabezales</i>	24
<i>Falla en nodos</i>	24
<i>Fallas en los cimientos</i>	24
Vulnerabilidad Sísmica	24
CAPÍTULO III. MARCO METODOLOGICO	26
Tipo de Investigación	26
Diseño de La Investigación	26
Descripción de la Metodología	27
Técnicas de Recolección de Datos	32
Análisis de Datos	32
CAPITULO IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	34
PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
Descripción Geográfica del área en estudio	35
Descripción de las Vías en Estudio	36
Autopista Regional del Centro	36
Figura 04. Tramo en estudio de la Autopista Regional del Centro	37
Variante Bárbula-Guacara	37
Autopista Valencia-Campo Carabobo	38
Autopista Valencia- Puerto Cabello	39
Nombre y coordenadas de las Estructuras de paso para cada tramo en estudio	41
Cantidad, Tipología e irregularidad estructural de las Estructuras de paso estudiadas.....	46
Número de Estructuras por Tramo.....	46
Clasificación de las estructuras de paso por tipo o uso:	48
Clasificación de las estructuras de paso por año de construcción:	54
Clasificación de las estructuras de paso por su irregularidad o tipo estructural:	59
Caso de Estudio Típico de una Estructura de paso.	64

Con la finalidad de mostrar el desarrollo de la investigación de manera más específica se detalla paso a paso el estudio realizado a una de las estructuras de paso seleccionadas, en este caso el Distribuidor Yagua.	64
Pasos para la Recolección de Datos	64
Pasos para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de paso.....	67
Elaboración del Mapa de las estructuras de paso de acuerdo a su Rango de Vulnerabilidad.	71
Listado de estructuras de paso obtenidas del catastro.....	74
A continuación, se presenta de manera detallada el listado de las Estructuras de paso de acuerdo a su índice y rango de vulnerabilidad sísmica.	79
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Regional del Centro	86
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Regional del Centro	87
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Variante Bárbula-Guacara	88
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Variante Bárbula-Guacara	89
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Valencia-Campo Carabobo	90
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Valencia-Campo Carabobo.....	91
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Valencia-Puerto Cabello.....	92
Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Valencia-Puerto Cabello.....	93
CAPÍTULO V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS	98



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO VEHICULAR EN LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

Tutor:

Edson Martinez.

Autores: Marcano Mariaalexandra

Lugo Antonieta

Octubre 2012

RESUMEN

El presente trabajo muestra un estudio de vulnerabilidad sísmica en las estructuras de paso ubicadas en la Autopista Regional del Centro desde el Distribuidor Zona Industrial II hasta el Viaducto La Cabrera, la Variante desde el Elevado Bárbula hasta el Distribuidor Yagua, la Autopista Valencia-Campo de Carabobo desde Distribuidor Nueva Valencia hasta el Elevado de la entrada principal del sector Barrera y la Autopista Valencia-Puerto Cabello desde el Distribuidor Mañongo hasta el Distribuidor El Palito, con la finalidad de determinar su grado de vulnerabilidad al momento de un sismo. Este estudio se realiza haciendo inspecciones visuales a dichas estructuras y con el llenado de los renglones establecidos en la Planilla de Evaluación para Estructuras de Paso (Determinación de Vulnerabilidad Sísmica), en las cuales se registran dimensiones geométricas, tipo de estructura, año de construcción, susceptibilidad a la licuación, entre otros datos que servirán para el cálculo final de un índice que establecerá el rango de vulnerabilidad que posee la estructura. De esta manera se obtuvo que la mayoría de las estructuras de paso de los tramos en estudio poseen una mediana vulnerabilidad. Luego se realizó un mapa en el cual se ubiquen fácilmente las estructuras de paso estudiadas con su respectivo grado de vulnerabilidad. Se espera que este trabajo pueda servir de apoyo a futuras investigaciones y como referencia para estudios más específicos que inicien o incentiven procesos de mantenimiento y/o mejoras a las estructuras de los tramos estudiados.

INTRODUCCIÓN

Un sismo es un movimiento de tierra causado por una liberación de energía acumulada, cuando se manifiestan de manera violenta pueden constituir unas de las catástrofes naturales más devastadoras. Aunque aún cuando el sismo no sea tan poderoso se pueden producir serios daños y crear amenazas.

En Venezuela se han originado durante el paso del tiempo una serie de sismos de distintas magnitudes que ponen en manifiesto la vulnerabilidad estructural de las estructuras de paso, las cuales pueden llegar a impedir el uso de las mismas o hacerlas intransitables cortando la comunicación entre los poblados. Por esta razón se requiere hacer un estudio de determinación de la vulnerabilidad estructural de las estructuras de paso ante una amenaza sísmica. Esta investigación se limitará a estudiar la Autopista Regional del Centro desde el Distribuidor Zona Industrial II hasta el Viaducto La Cabrera, la Variante desde el Elevado Bárbula hasta el Distribuidor Yagua, la Autopista Valencia-Campo de Carabobo desde Distribuidor Nueva Valencia hasta el Elevado de la entrada principal del sector Barrera y la Autopista Valencia-Puerto Cabello desde el Distribuidor Mañongo hasta el Distribuidor El Palito, con la finalidad de prevenir pérdidas causadas por un sismo.

El propósito de esta investigación es determinar los índices de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de paso ubicadas en la zona de estudio sectorizada en cuatro tramos definidos, para ello se empleará un procedimiento de inspección visual, el cual permite que se examine la estructura y obtener los datos necesarios para el llenado de la planilla establecida en la metodología a aplicar.

Para la organización del trabajo y cumplir con los objetivos establecidos se divide el estudio en cinco capítulos. En el primer capítulo se indica el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación, alcance y limitaciones, para luego en el capítulo dos exponer algunos antecedentes relacionados a la investigación y un amplio marco teórico

en el que se definen conceptos relacionados e importantes para la óptima comprensión del tema en cuestión. Luego en el tercer capítulo se presenta la metodología para la determinación de los índices de vulnerabilidad estructural, incluyendo la explicación detallada de la planilla de recolección de datos. A continuación el capítulo cuatro, el cual muestra los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Finalmente se exponen en el capítulo cinco las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Las líneas vitales son sistemas que componen al transporte de bienes y redes de servicios públicos, los cuales son considerados como el motor principal de la vida urbana al ser base fundamental de las actividades comerciales generadas cotidianamente en cualquier población. Estos incluyen a cualquier tipo de vía de comunicación, sistema de abastecimiento de agua potable, eléctrico, telecomunicaciones, entre otros.

La falla o suspensión de alguno de estos servicios motivado a un desastre genera inmediatamente malestar en las personas que hacen vida dentro de una población, mientras que si la interrupción es prolongada en el tiempo comienzan a generarse una serie de problemas que pueden llegar a ser considerados más graves que los causados por el evento en sí. En el caso de las vías de comunicación, dichas fallas crean principalmente el bloqueo del paso tanto vehicular como peatonal limitando así la comunicación terrestre.

Pueden aparecer debido a una serie de diferentes eventos tales como: sismos, deslaves, inundaciones o cualquier tipo de evento extraordinario no estipulado.

En los países dependerá de su ubicación geográfica el tipo de eventos a los cuales se verán enfrentados. Particularmente en Venezuela por encontrarse en la confluencia de dos placas tectónicas los movimientos sísmicos componen una de las causas principales más importantes en cuanto a un posible origen de problemas en los sistemas.

Dentro de las vías de comunicación las estructuras de paso constituyen elementos principales en las carreteras y entre sus funciones está unir grandes tramos por la separación de un río o caminos separados por terrenos profundos. Estos deben construirse de manera funcional y segura para facilitar el desplazamiento de la población y fomentar las relaciones comerciales del país.

Los puentes encontrados en las vías de comunicación venezolanas fueron en su mayoría contruidos hace cincuenta años o más, diseñados con una cantidad de especificaciones de cargas muy distintas a las que se presentan actualmente. Se dice que existen puentes funcionalmente obsoletos sino muestran muchas fallas entre leves a graves que fueron ocasionadas por los últimos sismos ocurridos.

En el estado Carabobo se ubica la ciudad de Valencia, considerada como una de las principales zonas industriales del país también se tiene uno de los puertos con mayor tránsito comercial en la ciudad de Puerto Cabello. Todo esto genera gran cantidad de movimiento económico diariamente que se desplaza a través de las autopistas que cruzan el estado.

Es por todo lo mencionado anteriormente que es necesario llevar un registro de las condiciones en las cuales se encuentran los puentes de la red vial, comenzando por aquellas vías que conforman las arterias principales de comunicación interna del país.

Formulación del Problema

Según el planteamiento antes mostrado, se puede formular la siguiente interrogante:

¿Qué beneficios se pueden obtener al determinar la vulnerabilidad sísmica en puentes y elevados de las principales vías de comunicación del estado Carabobo, a los fines de generar planes de mitigación de riesgos frente a la ocurrencia de un evento sísmico?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar la Vulnerabilidad Sísmica en Estructuras de paso vehicular en las principales vías de comunicación del Estado Carabobo.

Objetivos Específicos

1. Hacer un listado de las estructuras de paso vehicular ubicados en los tramos de vialidad a estudiar del Estado Carabobo.

2. Identificar los puntos vulnerables desde el punto de vista sísmico de cada uno de los componentes de las estructuras de paso, a través de la inspección ocular de los mismos.
3. Determinar el índice de Vulnerabilidad Sísmica de las estructuras de paso seleccionadas.
4. Elaborar un mapa de las principales vías del estado donde se ubique cada una de las estructuras evaluadas con la información más relevante del estudio de vulnerabilidad realizado.

Justificación

Desde el punto de vista académico los resultados de este trabajo se considera contribuirán a la ampliación de conocimientos en el área de puentes y de la línea de investigación sobre Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico que se lleva a cabo en la Universidad de Carabobo.

Toda la documentación recolectada posteriormente será ofrecida a los entes gubernamentales, para que puedan llevar un registro de datos acerca de las condiciones en las que actualmente se encuentran dichas estructuras. Además de ser utilizados como información base al momento del diseño de planes de mejoramiento.

Las pautas metodológicas manejadas pueden ser tomadas como modelo al momento de aplicarlas en cualquier otro sitio en el cual se requiera realizar el mismo tipo de investigación.

Delimitaciones

Con la presente investigación se analizarán los problemas que presentan las estructuras de paso, como son puentes y elevados , ubicados en las principales autopistas del estado Carabobo, en el momento de un evento u ocurrencia de un sismo, siendo de gran importancia la afectación que genera a la sociedad el posible colapso de estas estructuras por considerarse líneas vitales.

Para el trabajo de investigación se tomarán los siguientes tramos de una de las vías de comunicación más importante del área centro-norte del país:

1. Autopista Regional del Centro Valencia-Puerto Cabello, pertenece al eje vial nacional de la Troncal 1 desde el Distribuidor Mañongo hasta El Palito.
2. Autopista Regional del Centro, pertenece al eje vial nacional de la Troncal 1 desde el Distribuidor Zona Industrial II hasta La Cabrera.
3. Autopista Variante Bárbula, pertenece al eje vial Ramal 1 y Local 001 desde Puente de Bárbula hasta el Distribuidor Yagua.
4. Autopista Valencia-Campo de Carabobo, se transforma en la carretera número cinco y conecta a Valencia con Campo Carabobo, de allí se comunica con el Occidente del país. Desde el Distribuidor Nueva Valencia hasta el Puente de la vía principal del sector Barrera.

El estudio de la vulnerabilidad no contempla la realización de ningún tipo de ensayo a las estructuras. Se utilizará la información correspondiente al tipo de suelo asentada en trabajos de grado e investigaciones previas, por lo que no se contempla la elaboración de ensayos de suelo. No se realizará el estudio en aquellas estructuras inaccesibles.

CAPÍTULO II

BASES TEÓRICAS

Antecedentes de la Investigación

Según Árias, F. (1999) los antecedentes se refieren a “los estudios previos y tesis de grado relacionadas con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con al problema en estudio”. (p.14)

A continuación se presentan los antecedentes empleados:

- **CEGARRA, V Y SILVA, CARLOS (2011) Diseño de metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en puentes, elevados y viaductos.** Trabajo de grado presentado en la Universidad de Carabobo para optar al título de ingeniero civil, realizan una metodología de cálculo de índices de vulnerabilidad sísmica y priorización. Se detalla el procedimiento adecuado que se debe seguir durante el trabajo de campo, identifica los datos que son necesarios obtener por medio de la inspección de las estructuras de paso de los tramos en estudio para el llenado de la Planilla de Evaluación para Estructuras de Paso (Determinación de Vulnerabilidad Sísmica) que servirá de base principal para la determinación y cálculo de los índices en cuestión.

- **SINFRA (1996) Trabajo de investigación de las estructuras de paso de la red vial principal del Estado Carabobo.** Recolección de información sobre inspecciones realizadas a dichas estructuras anteriormente por medio del ente público Secretaría de Infraestructura (SINFRA) del Gobierno del Estado Carabobo de la cual se obtienen una serie de datos importantes documentados sobre algunas de las estructuras de paso en estudio.

- **DE GOUVEIA, G. (2011). "Evaluación del riesgo sísmico en puentes y tramos elevados". CAPITULO EN PREPARACION OCTUBRE DE 2011. TESIS DE MAESTRIA UCV. CARACAS 2011.** El propósito de esta investigación es el diseño de una metodología para la evaluación del riesgo sísmico en tramos elevados y puentes mediante un índice de priorización sísmica de un puente existente, localizado en el Área Metropolitana de Caracas. La metodología que aquí se propone está basada en el trabajo: *Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico* (Lopez et al., 2011) y constituye una adaptación de ese trabajo para el caso particular de puentes y tramos elevados. El procedimiento no pretende cuantificar en forma absoluta los niveles de vulnerabilidad y riesgo del puente, sino más bien suministrar índices que permitan comparar un puente con otro a fin de definir prioridades hacia estudios detallados posteriores que permitan la toma de decisiones y eventuales intervenciones de refuerzo estructural, bajo el marco de la prevención ante la eventual ocurrencia de terremotos.

Estructuras de paso

Una estructura de paso es aquella que permite atravesar un accidente geográfico o cualquier otro obstáculo físico como un río, un valle, una vía férrea, un cuerpo de agua, o cualquier obstrucción. El diseño de cada estructura de paso varía dependiendo de su función, la naturaleza del terreno sobre el cual será construido y los materiales y sistemas constructivos utilizados para su elaboración.

En este caso, entiéndase como estructura de paso, los Puentes, Viaductos y Elevados.

Historia de la Autopista Regional del Centro:

La Autopista Regional del Centro es una de las vialidades más importante y transitada de Venezuela, esta unifica a las principales ciudades Caracas, La Victoria, Maracay, Guacara y Valencia. Dicha autopista forma parte del eje vial nacional Troncal 1, comunicando así a la Región Central con la Región Capital, Región Nor-Oriental y la Región Centro Occidental.

La Autopista Regional del Centro fue construida bajo el régimen del General Marcos Pérez Jiménez entre los años 50 y 60, fue diseñada primeramente para un flujo máximo de 25.000 vehículos, pero actualmente a diario la autopista es transitada por más de 60.000 automóviles, camiones de transporte y autobuses.

Historia de estructuras de paso en Venezuela:

La creación de estructuras de paso nace precisamente al establecer principios que permitían conformar cada componente según las fatigas a las

que son sometidas debido a las cargas. La construcción de este tipo de estructuras ha evolucionado de acuerdo al incremento de la necesidad de las mismas.

Luego se estimuló la creación de diferencias de nivel en las vías, que tanto en los pasos elevados como en los inferiores requerían el empleo de puentes. En una autopista moderna todos los cruces de carreteras son por medio de elevaciones de nivel.

En Venezuela se incrementa la construcción de puentes en los años 1940 y 1960, debido al comienzo del plan nacional de vialidad y la transformación de provincias a grandes ciudades. Antes de los años 40, los puentes metálicos se construyeron para las vías férreas del país.

Se destaca la construcción del puente de Guanabano en Caracas, el puente colgante sobre el río Uribante, el del sombrero de 120 m. de longitud, el puente colgante libertador sobre el río Torbes en el estado Táchira.

Desde 1942 mucho de los puentes metálicos fueron sustituidos por estructuras de concreto armado hiperestáticas y la aparición de nuevos puentes como el arco y el pórtico doble, donde destacan los 3 viaductos Caracas – La Guaira, el puente sobre el río Chama en Mérida, el puente sobre el lago de Maracaibo uno de los más famosos y mayor envergadura de concreto pre comprimido, el puente Angostura sobre el Orinoco y el puente atirantado Orinokia sobre el río Orinoco.

Clasificación de las estructuras de paso

Las estructuras de paso de concreto armado pueden clasificarse:

Según su uso en:

1. Autopista: vía de circulación de automóviles y vehículos terrestres de carga; es rápida, segura y admite un volumen de tráfico considerable, con una serie de características que la diferencian de una carretera normal. Tiene conexión con otras vías a través de los distribuidores de tránsito a diferente nivel.
2. Calle: espacio urbano lineal que permite la circulación de personas y, en su caso, vehículos. Da acceso a los espacios que se encuentran a ambos lados. En el subsuelo de la calle se disponen las redes de las instalaciones de servicio urbano: alcantarillado, agua potable, gas, red eléctrica y telefonía. El espacio de la calle es de longitud indefinida, sólo interrumpida por el cruce con otras calles o, en casos singulares, por el final de la calle, en una plaza, en un parque urbano, en otra calle, etc., o por el final de la ciudad en el límite con el campo.
3. Vía expresa: vía cuya función primordial es el movimiento de paso, se tiene control casi total de los accesos. La conexión con otras vías se hace a través de los distribuidores de tránsito, aunque pueden existir algunas intersecciones a nivel. Tanto las autopistas como las vías expresas constituyen una red interconectada y continua que presta servicio a los viajes más largos de la red vial. Sirve a grandes volúmenes de tránsito y velocidades de operación alta.
4. Carretera: vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

Existen diversos tipos de carreteras que pueden estar conectadas, a través de accesos, a las propiedades, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte.

5. Avenida: Una avenida es una vía importante de comunicación dentro de una población con mayor número de carriles que una calle. Las avenidas soportan mayor circulación de vehículos. Son vías urbanas que comunican diferentes distritos de la ciudad y en las cuales convergen las vías secundarias.

Según su geometría básica en:

1. Estructuras de paso rectas: vistos en planta tienen una trayectoria recta.
2. Estructuras de paso curvas: vistos en planta tienen una trayectoria curva, es decir, el eje central de la carretera en dicho tramo no es recto.
3. Estructuras de paso en esviaje: aquellos donde los apoyos del tablero forman un ángulo distinto a 90 grados con el eje longitudinal del tablero.

Según el obstáculo en:

1. Viaductos: estructuras de paso que salvan una depresión.
2. Elevados: estructuras de paso que cruzan una vía carretera.
3. Puente: estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías

férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías.

Elementos de la estructura de paso

Superestructura:

Es el conjunto de elementos que están ubicados por encima de los apoyos de una estructura de paso, siendo sus principales elementos los siguientes:

1. Capa de rodamiento: La capa de rodamiento se coloca sobre la losa de calzada de una estructura de paso y esta puede ser de asfalto ó concreto.
2. Tablero: El tablero es la estructura que se encarga de transmitir las cargas que transitan sobre el puente a las vigas principales. Pueden ser de concreto armado, concreto pretensado ó de acero. Los tipos de tablero más usados son:
 - a. De losa maciza ó losa llena.
 - b. De vigas T monolíticas con la losa de calzada.
 - c. De losa de calzada de concreto armado sobre vigas de concreto pre/postensado.
 - d. De losa de calzada de concreto armado sobre vigas de acero.
 - e. De losa de calzada de concreto armado sobre vigas cajón de acero.
 - f. En viga cajón ó celulares de concreto armado ó postensado.

Actualmente en Venezuela los sistemas de tablero más utilizados son los de losa de calzada de concreto armado sobre vigas prefabricadas pre/postensadas.

3. Defensas: Son elementos de protección que tienen como función garantizar la seguridad de los peatones y reducir la intensidad de los accidentes cuando un vehículo pierde el control.
4. Separadores ó diafragmas: Son usados para arriostrar los miembros principales de una estructura de paso y evitar deformaciones transversales de los mismos, igualmente contribuyen en la distribución de cargas a los miembros principales garantizando que todo el puente trabaje como una unidad.
5. Pilas: estructuras de apoyo intermedios de la estructura de paso, son utilizadas en estructura de paso de grandes luces el cual esta subdividido en varios tramos. Generalmente las pilas son de concreto armado.

Infraestructura:

Es el conjunto de elementos requeridos para apoyar la superestructura y transmitir sus cargas al suelo. Los principales elementos de la superestructura son:

1. Estribos: Los estribos de un puente tienen como función soportar las cargas verticales producidas por la superestructura y contener el empuje lateral de tierra. Están conformados por: pared de contención, aletas laterales, asiento del tablero y la zapata de fundación ó los pilotes de fundación. A continuación se presentan los diferentes tipos de estribos.
2. Elementos de apoyo: Existe una gran variedad de apoyos, tienen como función transferir las fuerzas de la superestructura a la infraestructura y

disipar los desplazamientos de traslación y rotación en miembros estructurales, cargas dinámicas, vibraciones, entre otros.

Los apoyos de neopreno con placas de acero son uno de los más utilizados actualmente en el país, se fabrican con materiales sintéticos con características de resistencia y flexibilidad que le permiten combinar rigidez y amortiguamiento en el mismo elemento. La vida útil de los elementos de apoyo de neopreno puede estimarse aproximadamente de 60 años ó más. Sin embargo, debe preverse como medida de precaución, que por lo menos una vez en la vida de la estructura deberá ser sustituido, por lo cual es importante tomar las providencias del caso.

3. Aletas ó muros laterales: tienen como función contener el material de los terraplenes de acceso a la estructura de paso.

Los Sismos

Considerados como sacudidas o movimientos bruscos del terreno producidos por disturbios tectónicos o volcánicos. La ciencia que se encarga del estudio de los sismos, sus fuentes y de cómo se propagan las ondas sísmicas recibe el nombre de Sismología.

El origen de la gran mayoría de los terremotos se encuentra en una liberación de energía producto de la actividad volcánica o tectónica de placas. Los terremotos de origen tectónico suelen producirse en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas dan lugar a movimientos de reajuste en el interior y en la superficie de la Tierra.

Es por esto que ese tipo de sismos están íntimamente asociados con la formación de fallas geológicas.

El punto interior de la Tierra donde se produce el sismo se denomina foco sísmico o hipocentro, y el punto de la superficie que se halla directamente en la vertical del hipocentro- y que, por tanto, es el primer afectado por la sacudida - recibe el nombre de epicentro.

Los aparatos utilizados para el registro gráfico de los movimientos sísmicos reciben el nombre de sismógrafos, y la gráfica donde va quedando plasmada la amplitud y duración del paso de las ondas, sismograma.

La intensidad se mide por los efectos destructivos que ha tenido el sismo sobre los bienes humanos y para ello se emplean unas escalas cualitativas, siendo la más empleada la Escala de Mercalli es una escala cualitativa usada para medir la intensidad de los efectos causados por terremotos en edificios, construcciones y personas. Por otro lado la Escala de Richter es una escala logarítmica que se usa para medir la energía liberada por un terremoto y se expresa en Magnitud.

Fallas Geológicas en Venezuela

Venezuela a pesar de poseer una sismicidad moderada en comparación con otros países Andinos, ha sufrido los efectos de los terremotos desde que se fundaron los primeros asentamientos coloniales en el siglo XVI. La historia sísmica revela que a lo largo del período 1530-1987 han ocurrido más de 137 eventos sísmicos siendo el más destructivo de todos el que ocurrió el 26 de

marzo de 1812 que afectó seriamente a ciudades tan distantes como Mérida, Barquisimeto, San Felipe y Caracas

La zona de mayor actividad sísmica corresponde a una franja de unos 100 Km de ancho rodeada por los sistemas montañosos de los Andes, Cordillera Central y Cordillera Oriental. A través de ellos se identifica el principal sistema de fallas sismogénicas del país formadas por las fallas de Boconó, San Sebastián y El Pilar. Además de este sistema de fallas, existen otros accidentes activos menores (por ejemplo: Oca-Ancón, Valera, La Victoria y Urica) capaces de producir sismos importantes. El sistema de fallas de Boconó-San Sebastián-El Pilar, constituye el límite principal entre la placa del Caribe y la placa de América del Sur y es el causante de los sismos más severos que han ocurrido en el territorio nacional.

Las tres áreas de mayor riesgo sísmico son: Los Andes y la Sierra de Perijá, la región de Caracas y la región nororiental.

Lago de Valencia

El lago de Valencia o lago de Tacarigua es el segundo más importante de [Venezuela](#) y es el cuerpo de agua dulce sin salida al mar más grande del país. Con una longitud de 30km, anchura de 20km, profundidad máxima de 39 metros y una media de 21 metros. Tiene una extensión de 344 km², a sus orillas se encuentran [Valencia](#) y [Maracay](#).

La cuenca del Lago de Valencia se encuentra dentro de una fosa tectónica formada por la falla de La Victoria, la cual tiene una sismicidad que actualmente baja. Se ha determinado la presencia de algunas fallas en direcciones paralelas y al norte de la falla de La Victoria, como son la falla del Horno y la falla de la

Cabrera. Estas fallas son continuas a través del lago en dirección este – norte, situadas al norte de la isla El Horno. Se ha establecido que el último movimiento a lo largo de la zona de la falla El Horno ocurrió durante el pleistoceno, mientras que la falla de la Cabrera ha continuado su actividad hasta la actualidad.

El lago de Valencia ocupa una depresión tectónica relativamente estrecha, en término geológico llamada Graben de Valencia, formado por dos fallas de bloque, las cuales son la falla de Valencia y la falla de La Victoria. La zona de la falla de La Victoria comprende un valle largo y angosto entre San Mateo y Tejerías, aún cuando ésta continúa por lo menos 40 Km al este hacia el estado Carabobo. Existen también otras fallas asociadas a la falla de La Victoria como son la falla de Santa Rosa, Taiguaguay y Túcata.

La falla de Santa Rosa y la falla de Agua Fría (sudoeste del lago) corren paralelas y contienen la formación Paracotos y pequeños cuerpos de serpentina asociados. En la parte oriental del estado Carabobo la falla de Santa Rosa muestra indicios de los desplazamientos de rumbos deslizantes hacia la derecha aparente de aproximadamente 3 Km en la formación del Tucutucunemo.

La falla de Taiguaguay parece continuar hacia el oeste cortando la costa sur del Lago de Valencia y pasando por la zona norte de Güigüe y el morro de Cascabel, cerca del Central Tacarigua.

El Viaducto La Cabrera

El proyecto y construcción del viaducto La Cabrera fue realizado bajo el gobierno del General Marcos Pérez Jiménez, está constituido por dos estructuras paralelas, cada una de longitud mayor a 2.000 metros y de 13,25 metros de ancho, siendo 11,35 m el ancho útil de cada una de las dos estructuras. La superficie de rodamiento está formada por una losa de concreto armado de 15 centímetros de espesor, sostenida por vigas longitudinales mayoritariamente metálicas que forman 157 tramos, cada uno se apoya por intermedio de las vigas sobre pórticos de concreto armado, variables en altura a lo largo de la longitud total de viaducto. El mismo está fundado sobre pilotes de diferentes tipos hasta la profundidad de 12 metros.

El viaducto está ubicado en el Estado Carabobo, en las adyacencias del Estado Aragua y forma parte de la Autopista Regional del Centro. El sector donde se funda el viaducto es un suelo de la antigua cuenca del Lago de Valencia constituido por depósitos de fósiles y restos de vegetales por lo que su capacidad portante es *muy limitada*.

Es a partir del año 1972, cuando se tiene información certera de los primeros trabajos de mantenimiento en el viaducto, entre ellos la sustitución del apoyo de las vigas de soporte de las losas, por apoyos de neopreno. En 1973 se evidencian claramente algunos de los problemas resueltos parcialmente, que condujeron a la ejecución de los trabajos de rehabilitación y reconstrucción de pilas. Posteriormente, se profundizaron los estudios geológicos y geotécnicos orientados a diagnosticar la situación imperante del subsuelo y su interacción con la estructura. El viaducto había sido proyectado y construido en

la década de los 50 según las normas MOP-1947, aceptando una zonificación sísmica de *baja intensidad*. Era entonces imperativa la adecuación de la estructura a una normativa más moderna y mucho más exigente como la COVENIN- 1756-2001 que considera la zona del viaducto como de *elevada peligrosidad sísmica*.

En 1996 el Instituto Autónomo de Vialidad del Estado Carabobo (INVIAL), contrató y canceló el proyecto de rehabilitación de las vigas metálicas de soporte de las losas. Posteriormente, contrató y pagó el proyecto complementario de la infraestructura del viaducto, para así tener todo lo necesario para emprender esa parte importante de rehabilitación que conduciría a la solución global del problema estructural del viaducto.

El Proyecto de la infraestructura (toda la parte inferior de las vigas de sostén de las losas) comprendía el reforzamiento estructural por intermedio de nuevos pilotes hincados (de longitud hasta 26 m), nuevos cabezales de pilotes, y el reforzamiento de las pilas y pórticos. La obra fue contratada por el Ejecutivo Nacional y ejecutada en un 30%. Desde hace más de 6 años permanece totalmente paralizada.

Riesgo Sísmico

El riesgo sísmico ingenieril es la probabilidad de que los efectos de la actividad sísmica alcancen y excedan un nivel de severidad generando daños en la infraestructura. El desarrollo de la ingeniería estructural sismorresistente es producto del esfuerzo por reducir el riesgo..

El cálculo del riesgo sísmico se basa en la evaluación de la amenaza sísmica y la evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura frente a esa amenaza.

En consecuencia tiene un enfoque multidisciplinario que involucra a la geología, la sismología, la geotecnia y la ingeniería estructural.

Fallas Comunes en Puentes Causadas por Sismos

Falla en tramos

Sucedan como consecuencia de movimientos en la dirección longitudinal, las cuales deben ser consideradas especialmente en tramos de esviaje donde se desarrollan desplazamientos superiores, como consecuencia de una tendencia de los mismos a rotar en la dirección de disminución del esviaje.

Amplificación de desplazamientos

Cuando las estructuras de paso son construidos en suelos suaves o licuables, los suelos con esta característica amplifican la respuesta estructural vibracional, lo que incrementa la probabilidad del desamarre.

Golpeteo de partes estructurales de la estructuras de paso

La previsión de bajos valores de desplazamientos sísmicos, conducen a la consideración de dimensiones de juntas inadecuadas entre elementos adyacentes. La fuerza de impacto procedente del golpeteo de los elementos puede ser muy alta, por lo que causan mayor actividad en las fuerzas cortantes.

Hundimiento del estribo

Es el principal resultado de suelos suaves y la poca consolidación del terraplén o relleno del estribo, pueden generar altas presiones pasivas, las

cuales inducirán a un incremento adicional en las presiones laterales a niveles debajo de la estructura de paso.

Fallo de pilas

Ocurren en consecuencia de la existencia de elementos con una no confiable resistencia a flexión, baja ductilidad a la flexión y terminación prematura del refuerzo de la pila.

Fallas en cabezales

Poca capacidad al cortante, terminación prematura del refuerzo negativo del cabezal e insuficiente anclaje del refuerzo de este en las regiones finales.

Falla en nodos

Debido al inadecuado refuerzo utilizado.

Fallas en los cimientos

Como resultado de la poca resistencia a la flexión debido a la omisión del refuerzo superior, incorrecta resistencia al cortante, poca resistencia al cortante en la región inmediata debajo de la pila, anclaje inadecuado, insuficiente refuerzo y conexión incorrecta entre pilas y cimientos.

Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad sísmica es indispensable en estudios sobre riesgo sísmico y para la mitigación de desastres causados por terremotos. Por otra parte, la mitigación de los desastres en el ámbito de ingeniería, corresponde a la totalidad de las acciones que tienen como objetivo la mejora del comportamiento de las estructuras.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

Se defina la investigación como una de tipo descriptiva debido a su propósito de caracterizar y analizar la situación en la que se encuentran en la actualidad ciertas estructuras de paso. En cuanto a esto, Tamayo (1998) señala que:

Utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio. (p.72)

Diseño de La Investigación

Se clasifica el tipo de diseño de investigación como una de campo porque se recolecta información y datos directamente de la realidad.

Según Tamayo, citado por Murillo (2008), la investigación de campo es aquella que:

Se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones. Como es compatible desarrollar este tipo de investigación junto a la investigación de carácter documental. (p.06)

Descripción de la Metodología

En las fases metodológicas se determinan las etapas a cumplir para el buen desarrollo de la investigación. Siendo éstas las siguientes:

Fase I: Recopilación de información bibliográfica acerca de estructuras de paso en general.

Se comienza con la recolección de información teórica básica sobre los componentes y características de las estructuras de paso. Además de búsqueda de datos históricos en cuanto a la construcción de las vías principales de Venezuela con sus respectivas estructuras de paso.

Indagación de antecedentes y trabajos previos realizados a los puentes en los tramos de estudio que sirvan de base comparativa. Si se dispone de un banco de datos se podría proceder a una evaluación global de puentes que incluya el aspecto estructural y funcional de los mismos de una forma rápida.

Fase II: Catastro o recorrido de las vías para la elaboración de inventario de las estructuras de paso.

Los objetivos principales de un buen inventario de puentes sería entre otros realizar un recorrido por los tramos de autopista en estudio y efectuar un conteo de las vías de paso existentes, al igual que su ubicación según puntos de referencia encontrados en la zona para luego asignarles sus respectivas coordenadas de ubicación.

Es de hacer notar que las estructuras de paso serán evaluadas individualmente para cada sentido de vía.

Fase III: Inspección a las estructuras de paso encontradas en los tramos designados.

Es importante que el organismo o dirección responsable de la conservación de puentes implemente políticas que permitan uniformizar los criterios de inspección principal y rutinaria, que sirva de guía sencilla para cualquier inspector. En este caso para la inspección en campo de las estructuras de paso se utiliza la siguiente planilla:

PLANILLA DE EVALUACION PARA ESTRUCTURAS DE PASO (Determinación de Vulnerabilidad Sísmica)			
1. Datos generales (rellenar)			
1.1 Fecha	1.2 Hora de Ini	1.3 Hora Cul	1.4 Código
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico
2.1 Inspector			
2.2 Revisor			
3. Identificación y Ubicación (rellenar)			
3.1 Nombre			3.6 Tipo <input type="checkbox"/> Puente <input type="checkbox"/> Vídecto <input type="checkbox"/> Elevado
3.2 Nombre de vía sobre estructura de paso			
3.3 Ubicación			
3.4 Tipo de vía	Coord. Inicial (UTM)	Coord. Final (UTM)	
	<input type="checkbox"/> Autopista	<input type="checkbox"/> Calle	<input type="checkbox"/> Vía Express
	<input type="checkbox"/> Carretera	<input type="checkbox"/> Avenida	
3.5 Zona Sísmica			
4. Susceptibilidad de licuación del suelo (rellenar una opción)			Índice
<input type="checkbox"/> Bajas <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> No se conoce			
5. Accidentes Geográficos Cercanos (rellenar la opción mas importante y su distancia)			
<input type="checkbox"/> Acentilado	<input type="checkbox"/> Río ó Quebrada	<input type="checkbox"/> Montaña	<input type="checkbox"/> Cuenca
<input type="checkbox"/> Playa	<input type="checkbox"/> Dique	<input type="checkbox"/> Lago	<input type="checkbox"/> Terraza
<input type="checkbox"/> Colina			
Distancia a Accidente mas importante (km)			
<input type="checkbox"/> De 0 a 10 <input type="checkbox"/> De 10 a 50 <input type="checkbox"/> 50 ó más			
6. Año de Construcción (rellenar una opción)			
6.1 Año	<input type="checkbox"/> Antes de 1968	<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982	<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 2001
	<input type="checkbox"/> Después de 2001		
7. Características Geométricas (rellenar una opción de cada ítem)			
7.1 Longitud	<input type="checkbox"/> 0 a 10m	7.2 Ancho	<input type="checkbox"/> 0 a 4m
	<input type="checkbox"/> 10 a 50m		<input type="checkbox"/> 4 a 10m
	<input type="checkbox"/> 50 a 100m		<input type="checkbox"/> 10 a 20m
	<input type="checkbox"/> más de 100m		<input type="checkbox"/> más de 20m
7.3 Alineamiento (ángulo de esviaje y subtendido):	Recto	Curvo	<input type="checkbox"/> Hasta 90°
	<input type="checkbox"/> 0° - 45°		<input type="checkbox"/> Mayores de 90°
<input type="checkbox"/> 45° - 90°			
8. Características Estructurales (rellenar una opción de cada ítem)			
8.1 Irregularidad estructural:	<input type="checkbox"/> Puente con MAS de 6 luces o tramos		<input type="checkbox"/> Puente con MENOS de 6 luces o tramos
8.2 Tipo de estructura:	<input type="checkbox"/> Losa maciza de concreto	<input type="checkbox"/> Losa sobre vigas de concreto	<input type="checkbox"/> Losa sobre viga cajon de concreto
	<input type="checkbox"/> Arco de acero	<input type="checkbox"/> Arco de concreto	<input type="checkbox"/> Losa sobre perfiles metalicos
	<input type="checkbox"/> Losa sobre vigas de acero armadas	<input type="checkbox"/> Puente colgante	<input type="checkbox"/> Losa sobre viga cajon metalico
	<input type="checkbox"/> Armadura metálica con arriostramiento inferior	<input type="checkbox"/> Puente stirantado	<input type="checkbox"/> Puente de mamposteria
	<input type="checkbox"/> Armadura metálica con arriostramiento superior	<input type="checkbox"/> Losas sobre vigas prefabricadas de concreto	
		<input type="checkbox"/> Estructura de soporte CON tope lateral	
8.3 Posibilidad de desplazamiento transversal:	<input type="checkbox"/> Estructura de soporte SIN tope lateral		
8.4 Tipo de pilas (Material):	<input type="checkbox"/> Concreto	<input type="checkbox"/> Acero	<input type="checkbox"/> Mixta
8.5 Tipo de pilas (Geometría):	<input type="checkbox"/> Pilas monocolumnas		<input type="checkbox"/> Pilas multicolumnas
	<input type="checkbox"/> Pilas de muros	<input type="checkbox"/> Solo estribos	
8.6 Existencia de pilas tipo pérgola:	<input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> No
8.7 Tipo de apoyo:	<input type="checkbox"/> Neopreno con placas de acero		<input type="checkbox"/> Neopreno sencillo sin placas de acero
8.8 Longitud de apoyo:	<input type="checkbox"/> Menor de 40cm		<input type="checkbox"/> Mayor o igual de 40cm
8.9 ¿Relación L de tramos adyacentes mayor a 2?	<input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> No
8.10 ¿Relación H de pilas adyacentes mayor a 2?	<input type="checkbox"/> Sí		<input type="checkbox"/> No
9. Indicadores de Deterioro de la Estructura (rellenar una opción)			
<input type="checkbox"/> Agrietamiento en elementos estructurales	<input type="checkbox"/> Acero de refuerzo expuesto	<input type="checkbox"/> Corrosion en el acero	<input type="checkbox"/> Deflexiones excesivas
<input type="checkbox"/> Deterioro en las juntas	<input type="checkbox"/> Evidencia de reparaciones	<input type="checkbox"/> Evidencia de refuerzo en la estructura	

Figura 01. Planilla de Evaluación de Estructuras de Paso (Determinación de Vulnerabilidad Sísmica)

Fuente Trabajo especial de grado. Autor: Cegarra Vanessa, Silva Carlos.

Fase IV: Cálculo de índices de vulnerabilidad e importancia

El cálculo del índice de vulnerabilidad está basado en dos parámetros llamados: factor de vulnerabilidad y factor de importancia, ambos son rangos numéricos establecidos a través de consulta a expertos. Se obtienen valores para cada uno de los ítems de las 6 categorías que intervienen en el cálculo, para luego obtener un resultado global por medio de la totalización de dichos índices que nos permitan jerarquizar a las estructuras de paso según su grado de vulnerabilidad sísmica.

Fase V: Procesamiento de resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos serán comparados entre ellos por medio de gráficos que permitan determinar las distintas características presentadas en las estructuras de paso estudiadas. Además de crear una manera sencilla de visualizar las áreas más críticas y que necesitarían algún tipo de atención y/o mantenimiento al momento de un sismo para así mantener controlado el fluido tránsito vehicular por dichas vías.

Fase VI: Entrega del mapa

Se elaborarán mediante la utilización de croquis de cada uno de los tramos de vías en estudio un mapa el cual refleje de manera rápida y sencilla el grado de vulnerabilidad sísmica de cada una de las estructuras de paso.

Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos de tipo informativo son consideradas como aquellas que permitirán recolectar los datos necesarios para la solución del problema o tema en estudio.

Para la presente investigación se emplea como técnica de recolección de información el trabajo de campo el cual sirve para relacionarse directamente con el objeto en estudio y promueve la construcción personal de la realidad del tema. Tienen el propósito de recopilar información empírica sobre la realidad del fenómeno a estudiar (Rodríguez, 1982:60) y son útiles para estudiar una situación en un ambiente determinado.

Con estas técnicas el investigador puede acercarse a información que no ha sido documentada y estudiar todo aquello de lo que aun no ha escrito todavía.

Análisis de Datos

Las técnicas de análisis de los datos determinan la forma en como será manejada la información recolectada, además de constituir todas las herramientas que permitan analizar y tabular la información obtenida de lo estudiado.

La técnica principal de análisis de los datos obtenidos en campo será de tipo cualitativa

UPEL (2001), “el análisis cualitativo es una técnica que indaga para conseguir información de sujetos, comunidades, contextos, variables o ambientes en profundidad, asumiendo una actitud abierta y previniendo a toda costa no involucrar sus afirmaciones o práctica” (p 56).

En esta técnica se establece un patrón de comparación entre los apuntes a registrar, agrupándolos de acuerdo a semejanzas existentes entre ellos. Luego de clasificados los datos se construyen tablas que permiten visualizar mejor la información y ser de fácil entendimiento para el lector.

CAPITULO IV

PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de la determinación de los índices de vulnerabilidad sísmica para las estructuras de paso de los tramos definidos. Esta investigación se deriva del estudio realizado por medio de planillas de evaluación y asignación de los factores de vulnerabilidad para cada parámetro en estudio, con el fin de calcular el índice de Vulnerabilidad de cada estructura.

Descripción Geográfica del área en estudio

Los tramos de autopistas estudiados corresponden a la Red Vial del Estado Carabobo, a tal efecto se realizó una sectorización de tramos de autopistas en la geografía del estado con el fin de facilitar e interpretar los resultados, la figura 01, muestra el área de estudio para esta investigación.

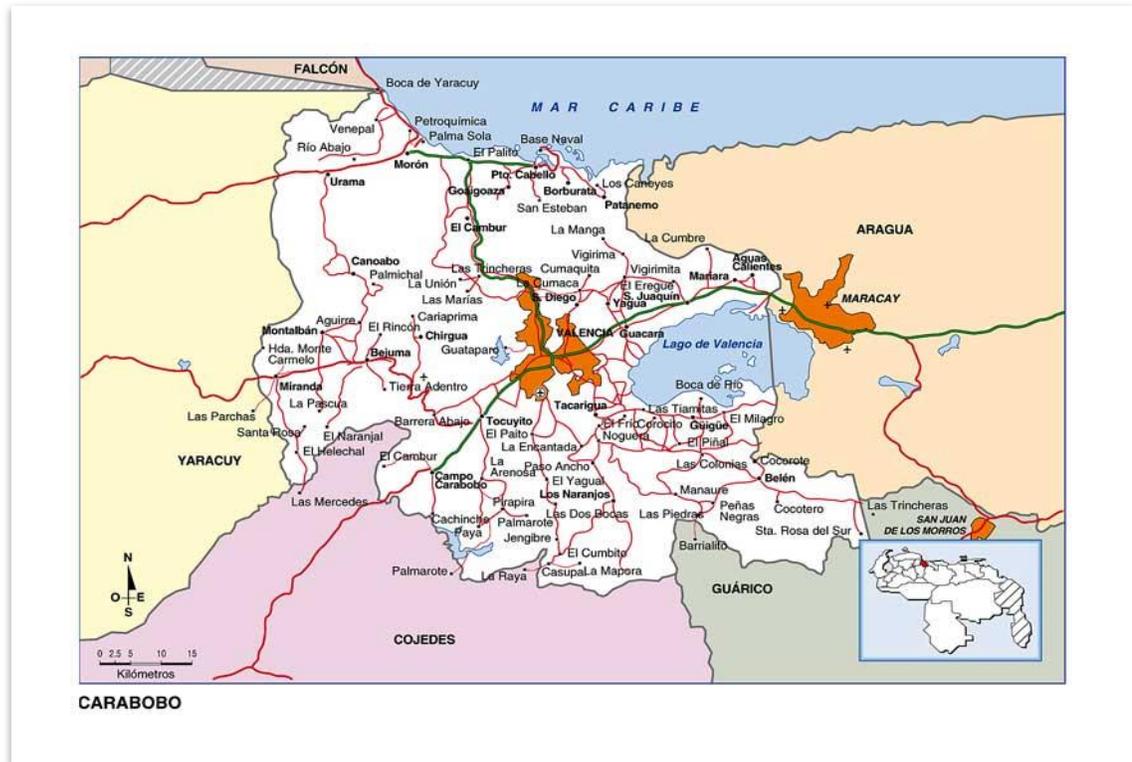


Figura 03. Autopistas principales del Estado Carabobo.

Fuente Wikimapia.org

Descripción de las Vías en Estudio

Para facilitar la presentación de resultados se decidió sectorizar las vías de estudio en cuatro tramos, distribuidos de la siguiente manera:

Autopista Regional del Centro

Es una de las arterias viales más importantes del país, comunicando a las ciudades de Valencia y Caracas, así como todas las poblaciones ubicadas en la Zona central, en la que se localizan una variedad de industrias importantes lo que significa una gran afluencia de personas, por lo que es de vital importancia el estudio de las estructuras de paso que conforman la vía.

Entre las Estructuras de paso relevantes de la Autopista Regional del Centro se pueden mencionar: Distribuidor Zona Industrial II, Distribuidor Yagua, Distribuidor Guacara, Distribuidor Santa Clara, Viaducto la Cabrera.

Los límites del tramo en estudio de estructuras de paso es: desde el Distribuidor Zona Industrial II, hasta el Viaducto la Cabrera.



Figura 04. Tramo en estudio de la Autopista Regional del Centro

Fuente Wikimapia.org

Variante Bárbula-Guacara

Es una autopista que fue diseñada como una vía expresa y de alta velocidad, que se conecta con la Autopista Regional del Centro con un tramo en Guacara, pasando por el Municipio San Diego y esta a su vez circunvala a la autopista Valencia-Pto.Cabello. La variante tiene un interés tanto económico como turístico por ser el desvío tomado por los vehículos que se dirigen al puerto de Pto.Cabello y a las costas del Estado Falcón.

En esta vía se encuentran principales estructuras de paso como lo son: el Distribuidor San Diego, Distribuidor Universidad que comunica con la Autopista Circunvalación del Este, Distribuidor PDVSA y el Distribuidor la Cumaca.

El tramo en estudio de estructuras de paso comprende desde el Elevado Bárbula, hasta el Distribuidor Yagua.

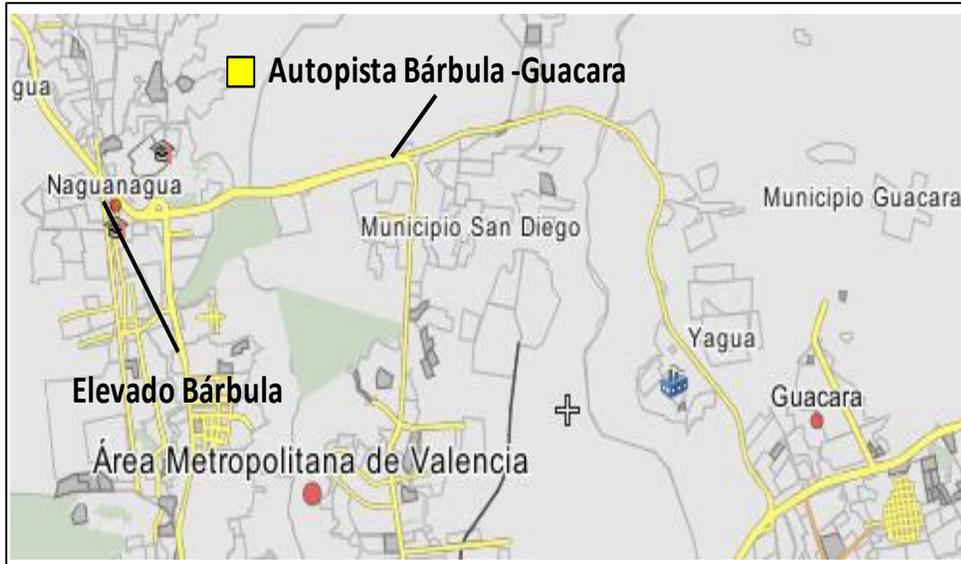


Figura 05. Tramo en estudio de la Autopista Bárbula-Guacara

Fuente Wikimapia.org

Autopista Valencia-Campo Carabobo

Es la Autopista que conecta a Valencia con el Campo de Carabobo, vía Tinaquillo, donde se localizan las siguientes estructuras de paso: Distribuidor Nueva Valencia que conecta a la zona sur de Valencia, Distribuidor la Encrucijada este comunica a los municipios Bejuma, Montalban y Nirgua y a su vez une a la zona Centro-Occidental del país.

El límite del tramo en estudio de estructuras de paso es: desde el Distribuidor Nueva Valencia, hasta el elevado de la entrada principal del sector Barrera del Municipio Libertador.



Figura 06. Tramo en estudio de la Autopista Valencia-Campo Carabobo

Fuente Wikimapia.org

Autopista Valencia- Puerto Cabello

Esta Autopista conecta al norte de Valencia y Naguanagua con Puerto Cabello.

Se localizan las siguientes estructuras de paso más relevantes: Puente Bárbula, Distribuidor Girardot, Distribuidor Trincheras, Elevado El Cambur, Puente sobre el Rio Aguas Calientes y el Distribuidor el Palito.

El límite del tramo en estudio de estructuras de paso es: desde el Distribuidor El Palito del Municipio Puerto Cabello, hasta el Distribuidor Mañongo del Municipio Naguanagua.



Figura 07. Tramo en estudio de la Autopista Valencia- Puerto Cabello

Fuente Wikimapia.org

**Nombre y coordenadas de las Estructuras de paso para cada tramo
en estudio**

AUTOPISTA VARIANTE BARBULA-GUACARA

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Elevado Bárbula	10.2730783N 68.0174854W	10.2733581N 68.0177939W
2	Puente S/N (Guacara-Bárbula)	10.2678908N 68.0094307W	10.2678749N 68.0096453W
3	Puente S/N (Bárbula-Guacara)	10.267838N 68.0094978W	10.2678459N 68.0096265W
4	Distribuidor Universidad	10.2681271N 68.005976W	10.2683805N 68.0060002W
5	Distribuidor San Diego	10.2764948N 67.9616633W	10.2766689N 67.9617276W
6	Puente pequeño S/N	10.2799112N 67.948153W	10.279898N 67.9482334W
7	Distribuidor la Cumaca	10.2804984N 67.9451891W	10.2804562N 67.9453286W
8	Puente S/N (Rio)	10.2817559N 67.9390201W	10.2817111N 67.9391998W
9	Puente S/N	10.2824738N 67.9351952W	10.2824764N 67.9352945W
10	Elevado Quebrada honda.	10.2795285N 67.9238119W	10.2795997N 67.9239434W
11	Distribuidor PDVSA-YAGUA	10.2485723N 67.9119646W	10.2486726N 67.9120665W

Tabla 01. **Listado de Estructuras de Paso de la Autopista Bárbula-Guacara**

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA- CAMPO CARABOBO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Distribuidor Nueva Valencia	10.1223031N 68.0631996W	10.1226094N 68.0636073W
2	Puente S/N Quebrada (Campo Carabobo- Valencia)	10.0998214N 68.0834985W	10.0998848N 68.0834073W
3	Puente S/N Quebrada (Valencia-Campo Carabobo)	10.0999112N 68.0836165W	10.0999746N 68.0835897W
4	Puente S/N		
5	Distribuidor Tocuyito	10.0910847N 68.0914861W	10.0911851N 68.0914218W
6	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0817681N 68.0981085W	10.0820111N 68.0979529W
7	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0817681N 68.0981595W	10.0820296N 68.0979825W
8	Distribuidor la Encrucijada	10.0708153N 68.1047416W	10.0708945N 68.1043607W
9	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0580899N 68.1120104W	10.0581824N 68.1119809W
10	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0581243N 68.1120533W	10.058185N 68.1119997W
11	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0411766N 68.1254429W	10.0412479N 68.1253705W
12	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0412241N 68.1254724W	10.0412981N 68.1253839W
13	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0355747N 68.1310407W	10.0356487N 68.1309897W
14	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0356091N 68.1310595W	10.0356724N 68.1310058W
15	Elevado Sector Barrera (Campo Carabobo- Valencia)	10.0311455N 68.1367323W	10.0311771N 68.1366358W
16	Elevado Sector Barrera (Valencia-Campo Carabobo)	10.0312511N 68.1368986W	10.0313039N 68.1367994W
17	Elevado entrada principal del Sector Barrera (Campo Carabobo-Valencia)	10.0261966N 68.1421625W	10.0263419N 68.1421089W
18	Elevado entrada principal del Sector Barrera (Valencia-Campo Carabobo)	10.0263155N 68.1422752W	10.0263841N 68.1422349W

Tabla 02. Listado de Estructuras de Paso de la Autopista Valencia-Campo Carabobo

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Distribuidor Zona Industrial II	10.1869728N 67.950575W	10.1871998N 67.9506018W
2	Puente S/N (VLN-MCY)	10.1924361N 67.939071W	10.1925892N 67.9388377W
3	Puente S/N (MCY-VLN)	10.1927238N 67.9393178W	10.1929456N 67.9389181W
4	Puente E/S Bohío	10.1969793N 67.9306435W	10.1971192N 67.9304933W
5	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2001022N 67.9271218W	10.2002342N 67.926934W
6	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2001814N 67.9271862W	10.2003055N 67.9269904W
7	Puente Owens Illinois (VLN-MCY)	10.208275N 67.9170233W	10.2084228N 67.9168677W
8	Puente Owens Illinois (MCY- VLN)	10.2083753N 67.9170689W	10.2084729N 67.9169187W
9	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2238174N 67.9016944W	10.2239732N 67.901555W
10	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2239204N 67.9017454W	10.2240418N 67.9016328W
11	Distribuidor Yagua	10.2267593N 67.8981191W	10.2271816N 67.8981191W
12	Puente S/N (VLN-MCY)	10.228215N 67.895579W	10.2283575N 67.8952786W
13	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2283048N 67.8955763W	10.2284183N 67.8954208W
14	Puente via Vigirima (VLN-MCY)	10.2285634N 67.8948682W	10.228669N 67.8946805W
15	Puente via Vigirima (MCY-VLN)	10.2286532N 67.8948655W	10.2287297N 67.894718W
16	Distribuidor Guacara II (VLN-MCY)	10.2298225N 67.8924006W	10.2298938N 67.8922102W
17	Distribuidor Guacara II (MCY-VLN)	10.2298911N 67.8924113W	10.2300046N 67.8922316W
18	Puente KM147 (VLN-MCY)	10.2319104N 67.8866473W	10.232016N 67.886143W
19	Puente KM147 (MCY-VLN)	10.2320133N 67.8866526W	10.2321005N 67.8862503W
20	Distribuidor Guacara (VLN-MCY)	10.2332315N 67.8798774W	10.2332632N 67.8796199W
21	Distribuidor Guacara (MCY- VLN)	10.2333899N 67.8799525W	10.2335377N 67.8797379W
22	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2360307N 67.8724798W	10.2360888N 67.8724208W
23	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2360914N 67.8725576W	10.2361574N 67.8724637W
24	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2433685N 67.8494155W	10.2434582N 67.8492438W
25	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2434424N 67.8494692W	10.2435216N 67.8493163W
26	Puente E/S PDV-Palmarejo (VLN-MCY)	10.2541056N 67.8280651W	10.254132N 67.82799W
27	Puente E/S PDV-Palmarejo (MCY-VLN)	10.2542086N 67.8280946W	10.2542086N 67.8280329W
28	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2564467N 67.8197717W	10.2564811N 67.8196966W
29	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2565365N 67.8197798W	10.2565655N 67.8197315W
30	Puente Ciudadela Negro Primero (VLN-MCY)	10.2590359N 67.8091448W	10.2590755N 67.8090536W
31	Puente Ciudadela Negro Primero (MCY-VLN)	10.2591521N 67.8091153W	10.2591653N 67.8090375W
32	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2594107N 67.8073156W	10.2594398N 67.8070849W
33	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2595005N 67.80727W	10.2595295N 67.8071949W
34	Puente entre KM136 Y KM 139 (VLN-MCY)	10.2602949N 67.8024581W	10.2603318N 67.8023213W
35	Puente entre KM136 Y KM 139 (MCY-VLN)	10.260411N 67.8024339W	10.2604242N 67.8023508W
36	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2615644N 67.795766W	10.2615882N 67.7956453W
37	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2616568N 67.7957955W	10.2616753N 67.7956989W
38	Puente KM136 (VLN-MCY)	10.2621385N 67.7925741W	10.2621754N 67.7923917W
39	Puente KM136 (MCY-VLN)	10.2622493N 67.792558W	10.2622704N 67.7924561W
40	Puente inmediato KM136 (VLN- MCY)	10.2623799N 67.7914637W	10.2623799N 67.7914074W
41	Puente inmediato KM136 (MCY- VLN)	10.262467N 67.7914878W	10.2624882N 67.7913966W
42	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2652251N 67.7856245W	10.2652805N 67.7855628W
43	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2652911N 67.7856996W	10.2653439N 67.7856406W

Tabla 03. Listado de Estructuras de Paso de la Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
44	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2688699N 67.7799704W	10.2689333N 67.7798685W
45	Puente S/N (MCY-VLN)	10.268994N 67.7799919W	10.2690204N 67.7799087W
46	Puente Polar (VLN-MCY)	10.2705432N 67.7738684W	10.2706277N 67.7734339W
47	Puente Polar (MCY- VLN)	10.2706857N 67.773678W	10.2707306N 67.7734741W
48	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2725516N 67.7661463W	10.2725701N 67.7660417W
49	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2726414N 67.7661732W	10.2726572N 67.7661007W
50	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2748082N 67.7595722W	10.2748847N 67.7593523W
51	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2749216N 67.7594596W	10.2749533N 67.7593952W
52	Puente Centro Deportivo Polar (VLN-MCY)	10.2758374N 67.7565548W	10.2758902N 67.756418W
53	Puente Centro Deportivo Polar (MCY-VLN)	10.2759589N 67.7565387W	10.2759826N 67.7564287W
54	Distribuidor Santa Clara (VLN-MCY)	10.2765632N 67.7544814W	10.2766002N 67.7543688W
55	Distribuidor Santa Clara (MCY-VLN)	10.2766556N 67.7545163W	10.2766899N 67.7544036W
56	Puente muebles y lamparas Mariara (VLN-MCY)	10.2799757N 67.7446511W	10.2800258N 67.7444982W
57	Puente mueble y lamparas Mariara (MCY-VLN)	10.2800997N 67.7446538W	10.2801155N 67.744576W
58	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2829104N 67.7258247W	10.2828919N 67.7256369W
59	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2830186N 67.7257576W	10.2829869N 67.7255806W
60	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2825277N 67.7225792W	10.2825198N 67.7224773W
61	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2826306N 67.7225578W	10.2826306N 67.7224773W
62	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2820395N 67.7184835W	10.2819973N 67.7181562W
63	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2821318N 67.7183038W	10.282087N 67.7180785W
64	Puente KIA MOTORS (VLN-MCY)	10.2811118N 67.7116492W	10.2810907N 67.7115312W
65	Puente KIA MOTORS (MCY-VLN)	10.2812279N 67.7116599W	10.2811963N 67.7115312W
66	Viaducto La Cabrera (VLN-MCY)	10.2768549N 67.6890704W	10.2711595N 67.6678326W
67	ViaductoLa Cabrera (MCY-VLN)	10.277512N 67.6887914W	10.2714339N 67.667779W

Tabla 04. Continuación del listado de Estructuras de Paso de la Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA- PUERTO CABELLO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Distribuidor Mañongo (Valencia-Pto.Cabello)	10.2337766N 68.001368W	10.2340986N 68.0012875W
2	Distribuidor Mañongo (Pto.Cabello-Valencia)	10.2338505N 68.0014833W	10.2341223N 68.0014109W
3	Distribuidor Naguanagua	10.2550347N 68.0049032W	10.2553752N 68.0049836W
4	Puente S/N	10.2687116N 68.0092725W	10.2685954N 68.0094012W
5	Puente S/N (Valencia-Pto.Cabello)	10.2770924N 68.0215892W	10.2774513N 68.0220076W
6	Puente S/N (Pto.Cabello-Valencia)	10.2767335N 68.0216965W	10.2770713N 68.0221042W
7	Distribuidor Girardot (Valencia-Pto.Cabello)	10.2883918N 68.0293917W	10.2885713N 68.02944W
8	Distribuidor Girardot (Pto.Cabello-Valencia)	10.2883628N 68.0295741W	10.2885634N 68.0295956W
9	Puente S/N (Valencia-Pto.Cabello)	10.2929706N 68.0309125W	10.2931474N 68.031044W
10	Puente S/N (Pto.Cabello-Valencia)	10.2929495N 68.0311218W	10.2930735N 68.0312237W
11	Elevado sector 2		
12	Elevado sector La Coromoto	10.2958577N 68.0357459W	10.296082N 68.0356869W
13	Elevado Carialinda		
14	Elevado La Entrada		
15	Elevado sector La Linea	10.2999112N 68.0498865W	10.3001118N 68.0498677W
16	Elevado el Salto	10.3009008N 68.0666262W	10.3010882N 68.066661W
17	Puente S/N Rio		
18	Distribuidor Trincheras		
19	Elevado S/N Antes de Trincheras		
20	Elevado El Cambur	10.4004529N 68.1031913W	10.4002445N 68.1036473W
21	Puente S/N	10.4385941N 68.1126943W	10.4390637N 68.112866W
22	Elevado Sector Las Tablas	10.4410592N 68.11355W	10.4411594N 68.1135902W
23	Elevado Sector la Barrera-Taborda	10.4535819N 68.1150681W	10.4536663N 68.1150466W
24	Distribuidor Taborda	10.4646797N 68.1123752W	10.46478N 68.1123108W
25	Puente Rio Aguas Calientes (Valencia-Pto.Cabello)	10.4677908N 68.1104225W	10.4684449N 68.1104762W
26	Puente Rio Aguas Calientes (Pto.Cabello-Valencia)	10.4678646N 68.1107122W	10.4695527N 68.1108356W
27	Distribuidor El Palito(Pto.Cabello-Morón)	10.4784688N 68.1083384W	10.4785637N 68.1085906W
28	Distribuidor El Palito(Morón-Pto.Cabello)	10.4783395N 68.1084672W	10.4784503N 68.1087864W

Tabla 05. Listado de Estructuras de Paso de la Autopista Valencia-Pto.Cabello

Fuente: Marcano, Lugo

Cantidad, Tipología e irregularidad estructural de las Estructuras de paso estudiadas.

La cantidad de estructuras de paso evaluadas fueron 124 en total, clasificadas por tramo y por tipo. Se agruparon de acuerdo a su tipología constructiva y uso.

Número de Estructuras por Tramo

TRAMO	NºDE ESTRUCTURAS DE PASO
Autopista Variante Bárbula-Guacara	11
Autopista Valencia- Campo Carabobo	18
Autopista Regional del Centro	67
Autopista Valencia-Pto. Cabello	28
Total=	124

Tabla 06. **Cantidad Estructuras de Paso por cada tramo de autopistas.**

Fuente: Marcano, Lugo

En el siguiente grafico se muestra la cantidad de estructuras de paso según el tramo en estudio de manera porcentual.

PORCENTAJE DE ESTRUCTURAS DE PASO POR TRAMO

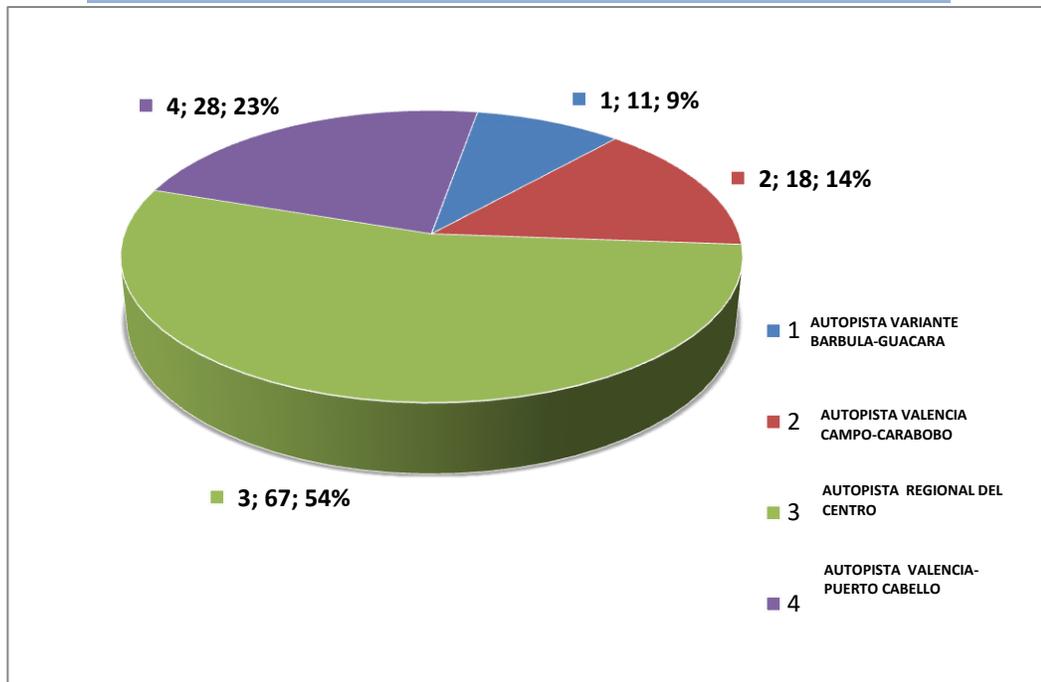


Figura 08: **Porcentaje de Estructuras de paso por tramo**

Fuente: Marcano, Lugo

Además de la clasificación realizada por tramos, las estructuras de paso se agruparon de acuerdo a la función que cumplen en la vía (puente, elevado, viaducto) por cada tramo en estudio. El resultado de esta clasificación se muestra en las siguientes tablas.

Clasificación de las estructuras de paso por tipo o uso:

AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

TIPO DE ESTRUCTURA DE PASO	CANTIDAD
PUENTES	26
ELVADOS	39
VIADUCTOS	2

Tabla 07. **Clasificación de estructuras de paso por tipo o uso. Autopista Regional del Centro**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS TIPOS DE PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO, DEL TRAMO (DISTRIBUIDOR INDUSTRIAL II -VIADUCTO LA CABRERA)

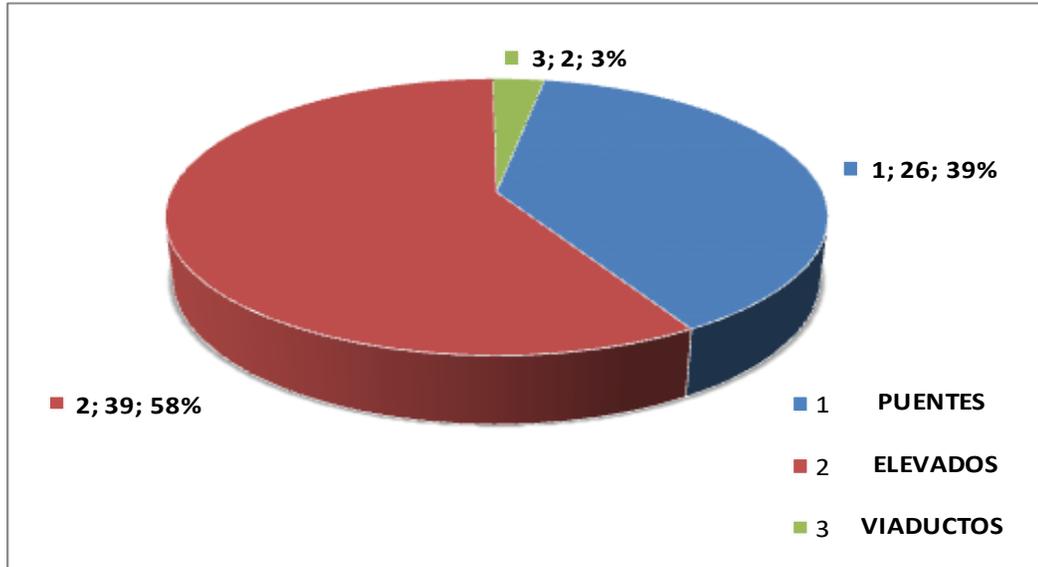


Figura 09: Porcentaje por Tipo de Estructuras de Paso. Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VARIANTE BARBULA-GUACARA

TIPO DE ESTRUCTURA DE PASO	CANTIDAD
PUNTES	3
ELVADOS	7
VIADUCTOS	0

Tabla 08. **Clasificación de estructuras de paso por tipo o uso. Autopista Bárbula-Guacara**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS TIPOS DE PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VARIANTE BARBULA-GUACARA

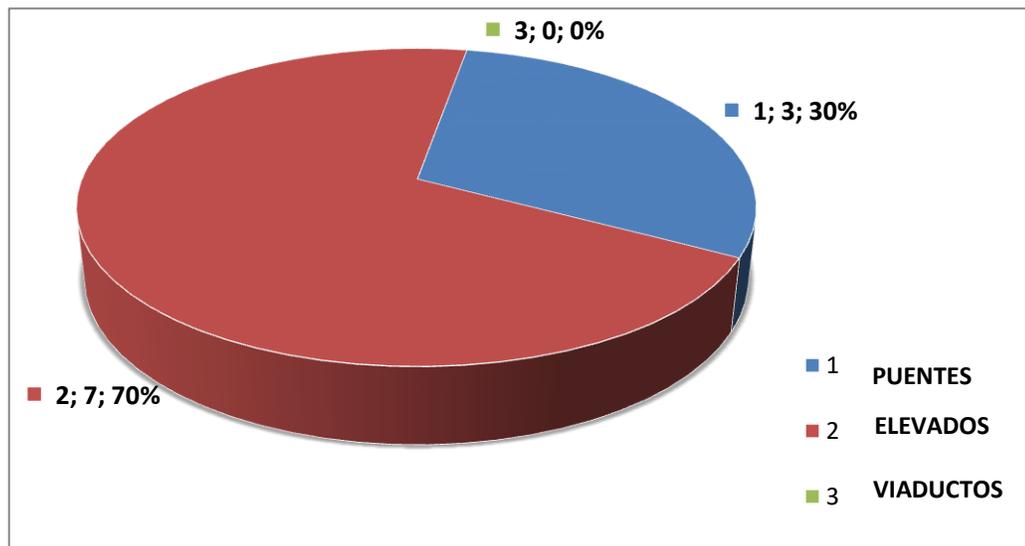


Figura 10: **Porcentaje por Tipo de Estructuras de Paso. Autopista Bárbula-Guacara.**

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO

TIPO DE ESTRUCTURA DE PASO	CANTIDAD
PUENTES	12
ELVADOS	7
VIADUCTOS	0

Tabla 09. **Clasificación de estructuras de paso por tipo o uso. Autopista Valencia- Campo Carabobo.**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS TIPOS DE PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO

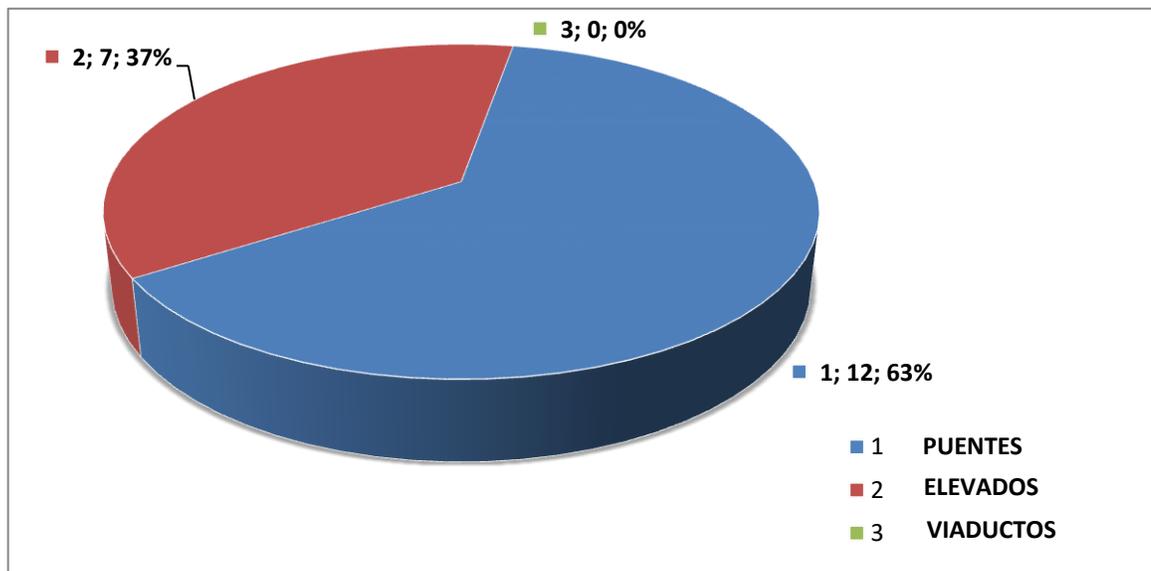


Figura 11: **Porcentaje por Tipo de Estructuras de Paso. Autopista Valencia-Campo Carabobo**

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA-PUERTO CABELLO

TIPO DE ESTRUCTURA DE PASO	CANTIDAD
PUENTES	7
ELVADOS	19
VIADUCTOS	0

Tabla 10. Clasificación de estructuras de paso por tipo o uso. Autopista Valencia-Puerto Cabello.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS TIPOS DE PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VALENCIA-PTO.CABELLO

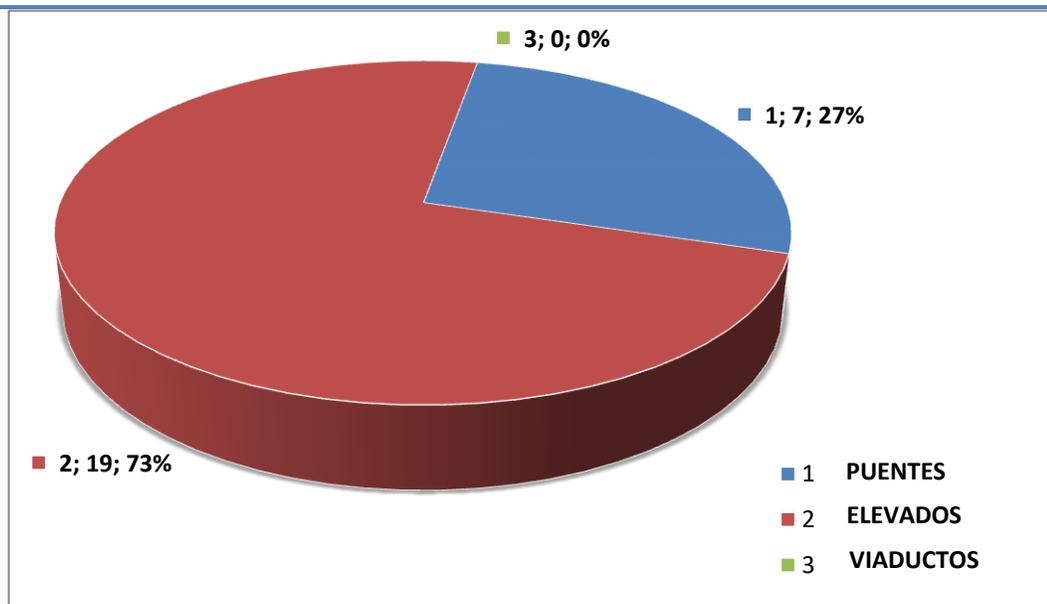


Figura 12: Porcentaje por Tipo de Estructuras de Paso. Autopista Valencia-Pto.Cabello

Fuente: Marcano, Lugo

En el siguiente gráfico se muestra de forma conjunta los tipos de estructuras de paso de las autopistas principales del Estado Carabobo

AUTOPISTAS PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

TIPO DE ESTRUCTURA DE PASO	CANTIDAD
PUNTES	48
ELVADOS	72
VIADUCTOS	2

Tabla 11. Clasificación de estructuras de paso por tipo o uso de las Autopistas principales del Estado Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS TIPOS DE PUENTES, CORRESPONDIENTES A LAS AUTOPISTAS PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

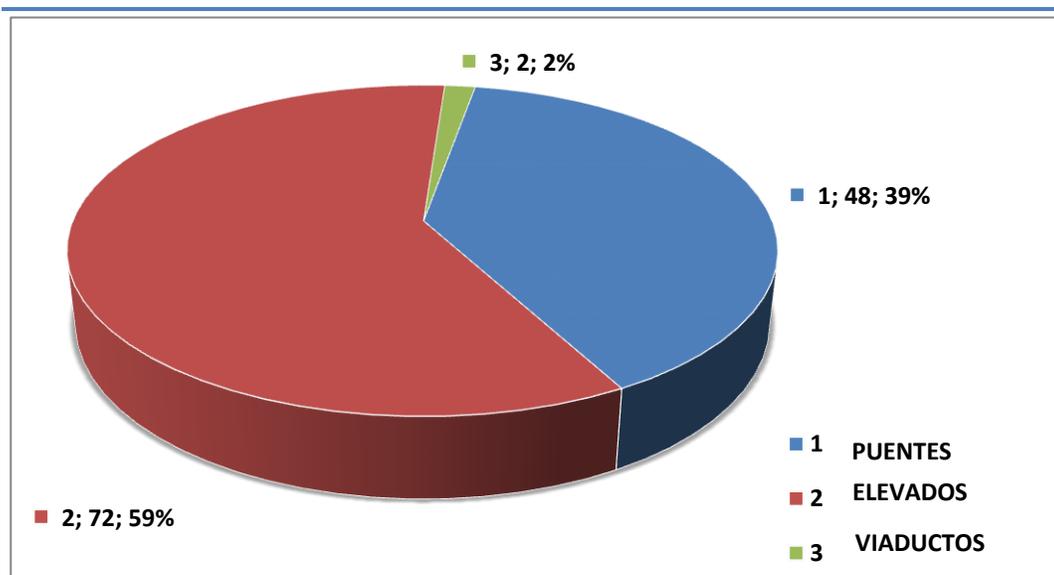


Figura 13: Porcentaje por Tipo de Estructuras de Paso. Autopistas principales del Estado Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

Clasificación de las estructuras de paso por año de construcción:

AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO	CANTIDAD
ANTES DE 1968	67
ENTRE 1968 Y 1982	0
ENTRE 1983 Y 2001	0
DESPUES DE 2001	0

Tabla 12. Clasificación de estructuras de paso por año de construcción de la Autopista Regional del Centro.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO.

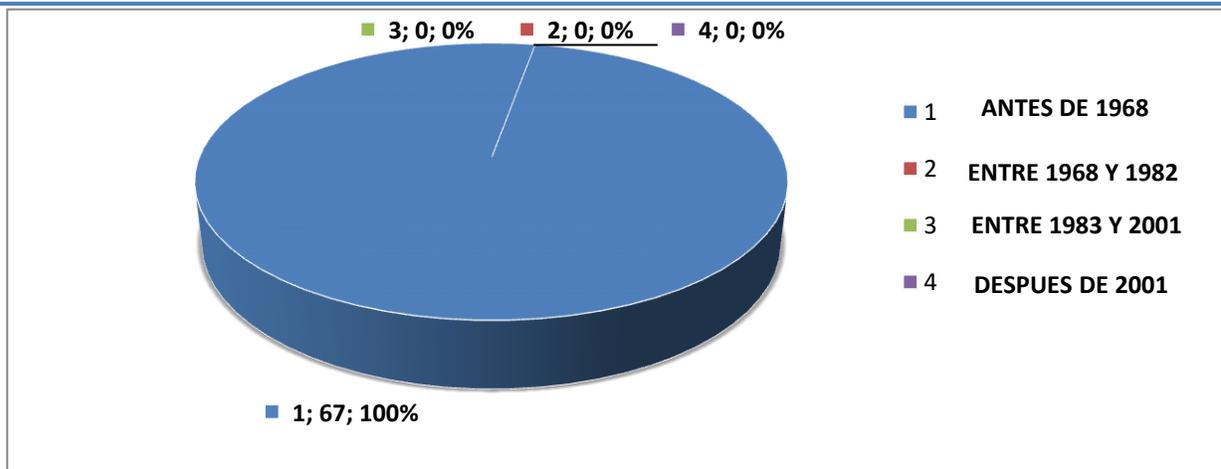


Figura 14: Porcentaje por año de construcción. Autopista Regional del centro

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VARIANTE BARBULA-GUACARA

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO	CANTIDAD
ANTES DE 1968	0
ENTRE 1968 Y 1982	10
ENTRE 1983 Y 2001	0
DESPUES DE 2001	0

Tabla 13. **Clasificación de estructuras de paso por año de construcción de la Autopista Variante Bárbula-Guacara.**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VARIANTE GUACARA-BARBULA

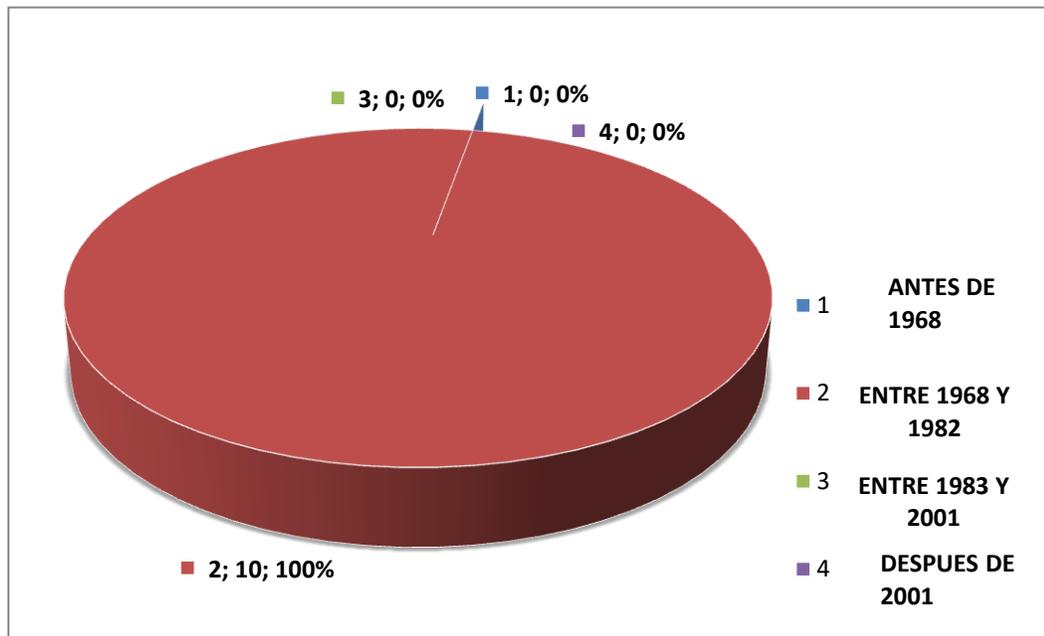


Figura 15: **Porcentaje por año de construcción. Autopista Bárbula-Guacara.**

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO	CANTIDAD
ANTES DE 1968	19
ENTRE 1968 Y 1982	0
ENTRE 1983 Y 2001	0
DESPUES DE 2001	0

Tabla 14. Clasificación de estructuras de paso por año de construcción de la Autopista Valencia-Campo Carabobo

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO.

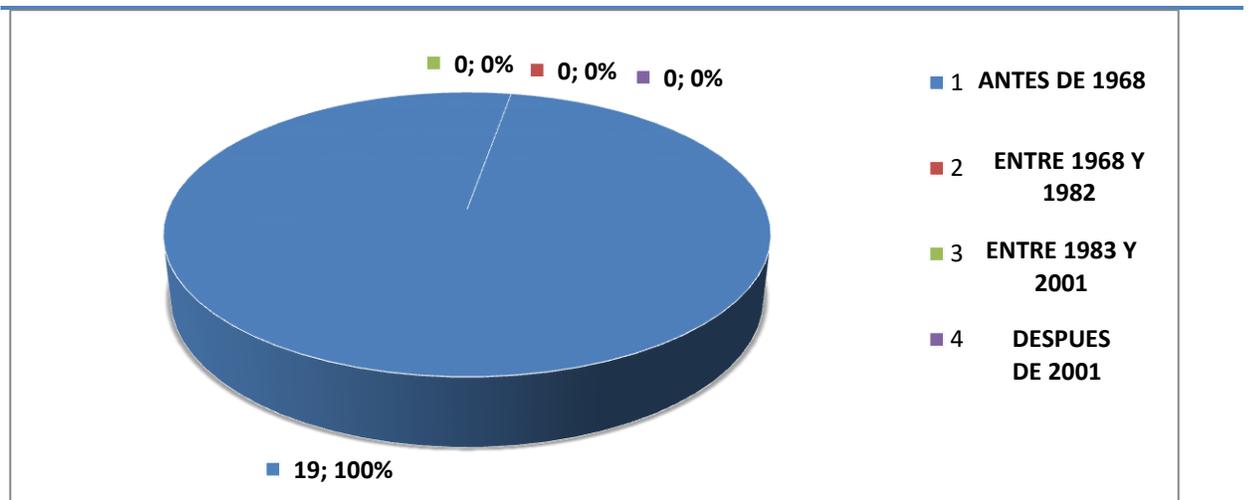


Figura 16: Porcentaje por año de construcción. Autopista Valencia-Campo Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA-PUERTO CABELLO

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO	CANTIDAD
ANTES DE 1968	28
ENTRE 1968 Y 1982	0
ENTRE 1983 Y 2001	0
DESPUES DE 2001	0

Tabla 15. **Clasificación de estructuras de paso por año de construcción de la Autopista Valencia-Pto.Cabello**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VALENCIA-PTO.CABELLO

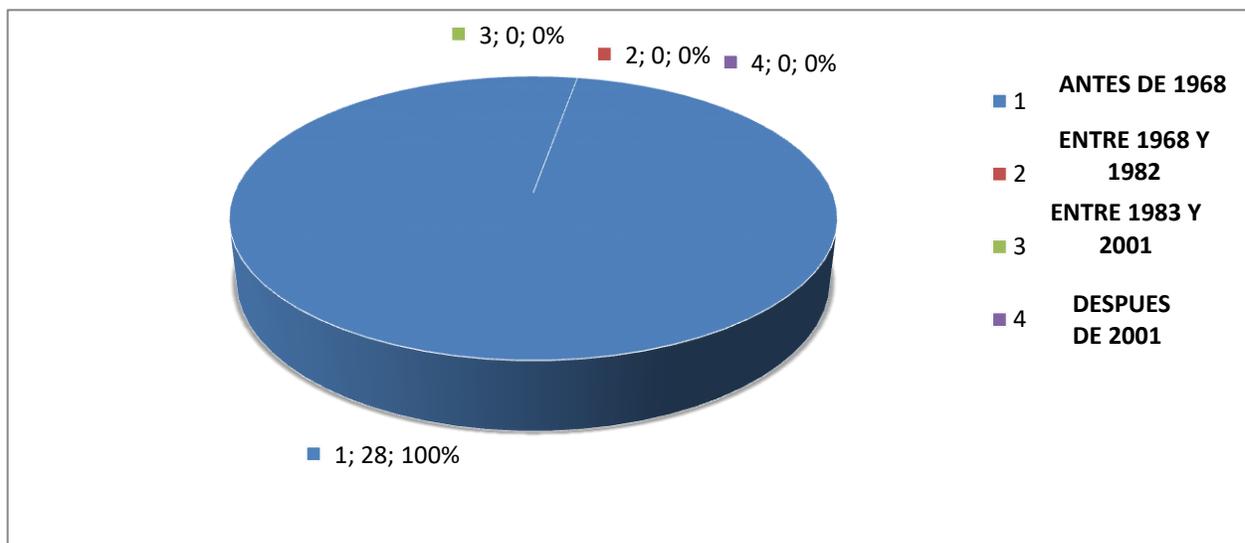


Figura 17: **Porcentaje por año de construcción. Autopista Valencia-Pto.Cabello**

Fuente: Marcano, Lugo

En el siguiente gráfico se muestra de forma conjunta y porcentual los años de construcción de las estructuras de paso de las autopistas principales del Estado Carabobo

AUTOPISTAS PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO	CANTIDAD
ANTES DE 1968	114
ENTRE 1968 Y 1982	10
ENTRE 1983 Y 2001	0
DESPUES DE 2001	0

Tabla 16. Clasificación de estructuras de paso año de construcción de las Autopista principales del Estado Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LAS AUTOPISTAS PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

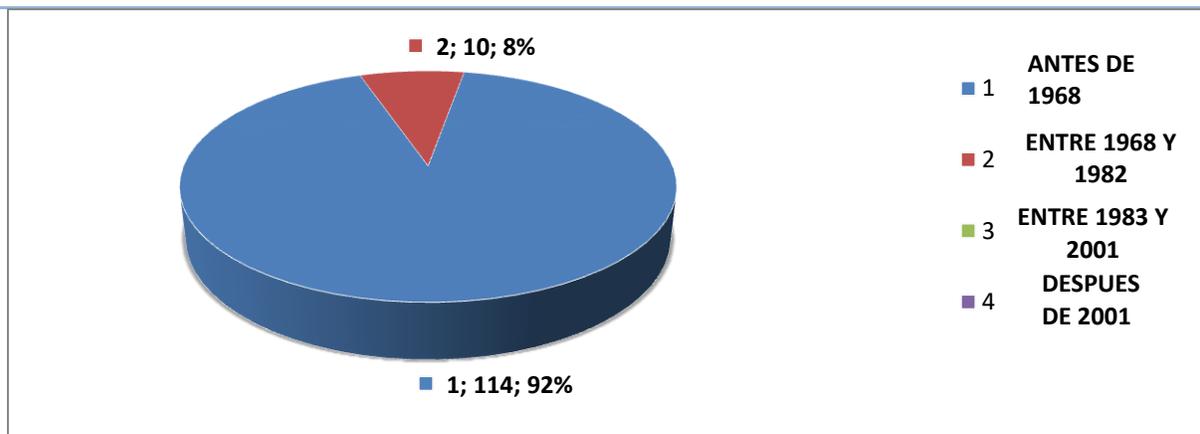


Figura 18: Porcentaje por año de construcción. Autopistas principales del Estado Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

Clasificación de las estructuras de paso por su irregularidad o tipo estructural:

AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

TIPO ESTRUCTURAL	CANTIDAD
LOSA MACIZA DE CONCRETO	25
LOSA SOBRE VIGAS DE CONCRETO	2
LOSA SOBRE VIGAS PREFABRICADAS DE CONCRETO	4
LOSA SOBRE VIGAS CAJÓN DE CONCRETO	0

Tabla 17. **Clasificación de estructuras de paso por tipo estructural. Autopista Regional del Centro.**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DEL TIPO ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

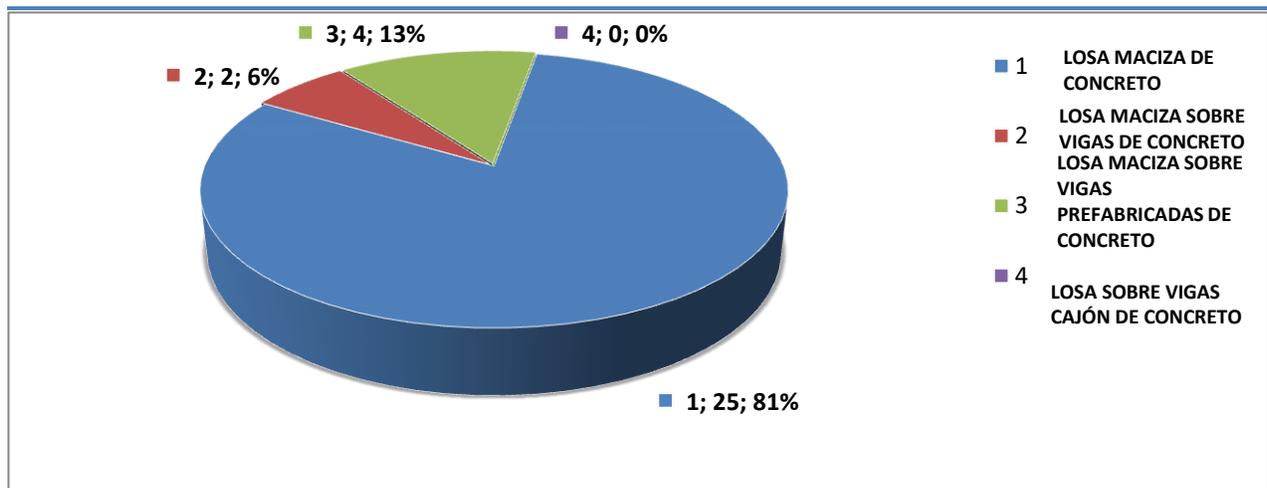


Figura 19: **Porcentaje por Tipo Estructural. Autopista Regional del Centro**

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VARIANTE BARBULA-GUACARA

TIPO ESTRUCTURAL	CANTIDAD
LOSA MACIZA DE CONCRETO	1
LOSA SOBRE VIGAS DE CONCRETO	2
LOSA SOBRE VIGAS PREFABRICADAS DE CONCRETO	3
LOSA SOBRE VIGAS CAJÓN DE CONCRETO	0

Tabla 18. **Clasificación de estructuras de paso por tipo estructural de la Autopista Bárbula-Guacara.**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LOS TIPOS ESTRUCTURALES DE PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VARIANTE GUACARA-BARBULA

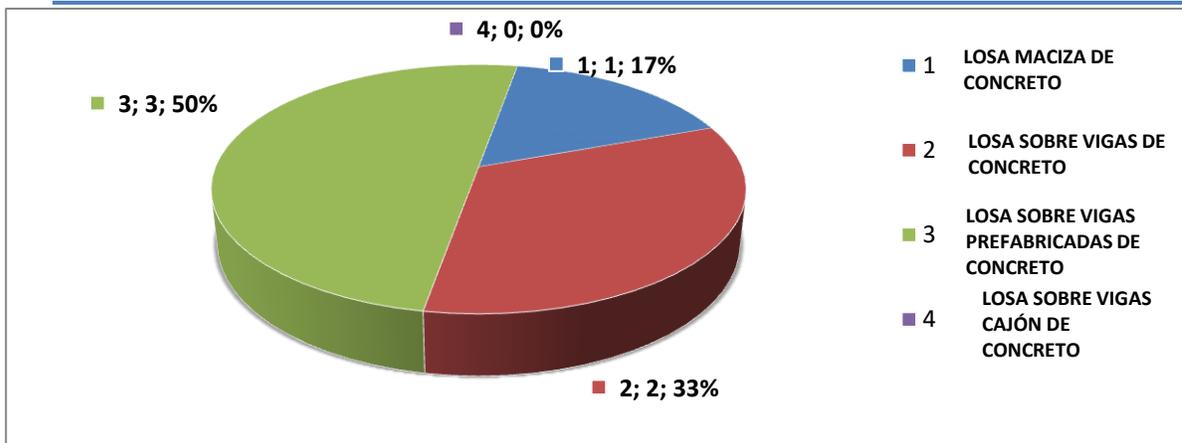


Figura 20: **Porcentaje por Tipo de Estructural. Autopista Bárbula-Guacara**

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO

TIPO ESTRUCTURAL	CANTIDAD
LOSA MACIZA DE CONCRETO	2
LOSA SOBRE VIGAS DE CONCRETO	0
LOSA SOBRE VIGAS PREFABRICADAS DE CONCRETO	5
LOSA SOBRE VIGAS CAJÓN DE CONCRETO	0

Tabla 19. **Clasificación de estructuras de paso por tipo estructural de la Autopista Valencia-Campo Carabobo.**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DEL TIPO ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO

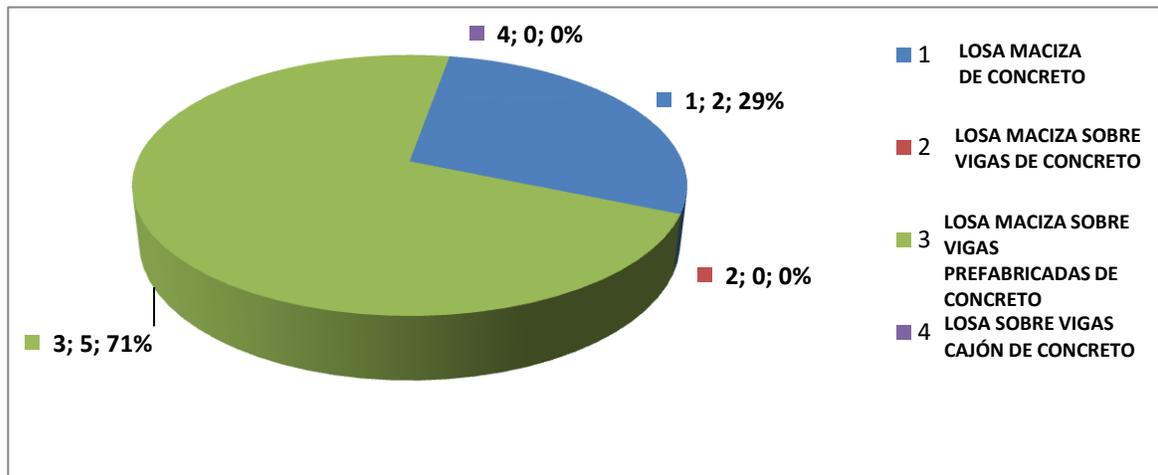


Figura 21: **Porcentaje por Tipo de Estructural. Autopista Valencia-Campo Carabobo**

Fuente: Marcano, Lugo

AUTOPISTA VALENCIA-PUERTO CABELLO

TIPO ESTRUCTURAL	CANTIDAD
LOSA MACIZA DE CONCRETO	7
LOSA SOBRE VIGAS DE CONCRETO	7
LOSA SOBRE VIGAS PREFABRICADAS DE CONCRETO	3
LOSA SOBRE VIGAS CAJÓN DE CONCRETO	4

Tabla 20. **Clasificación de estructuras de paso por tipo estructural de la Autopista Valencia- Puerto Cabello**

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DEL TIPO ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA VALENCIA-PUERTO CABELLO

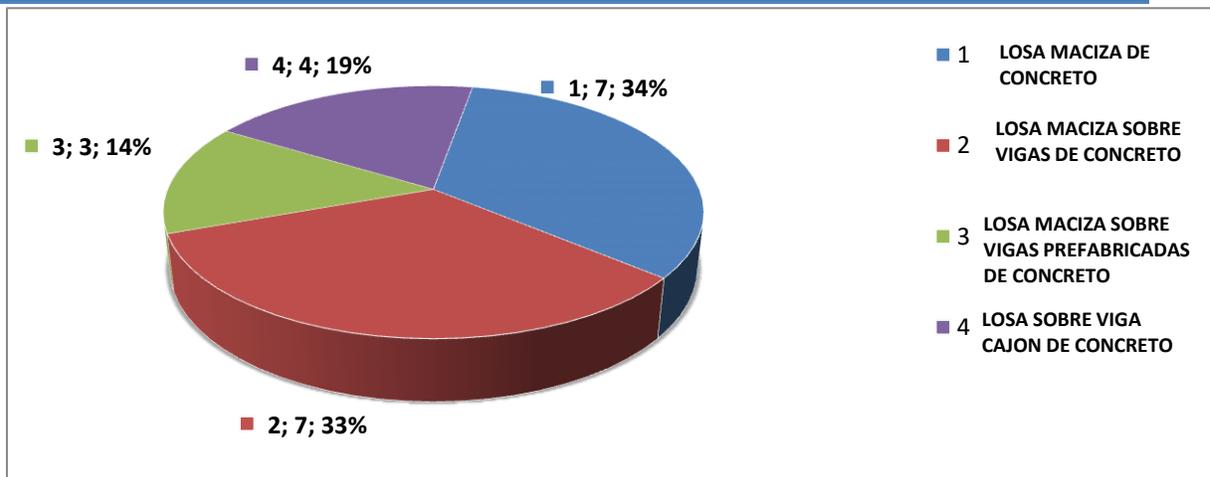


Figura 22: **Porcentaje por Tipo de Estructural. Autopista Valencia-Pto Cabello**

Fuente: Marcano, Lugo

En el siguiente gráfico se muestra de forma conjunta y porcentual la cantidad de estructuras de paso por su irregularidad o tipo estructural de las autopistas principales del Estado Carabobo

AUTOPISTAS PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

TIPO ESTRUCTURAL	CANTIDAD
LOSA MACIZA DE CONCRETO	35
LOSA SOBRE VIGAS DE CONCRETO	11
LOSA SOBRE VIGAS PREFABRICADAS DE CONCRETO	15
LOSA SOBRE VIGAS CAJÓN DE CONCRETO	4

Tabla 21. Clasificación de estructuras de paso por tipo estructural de las Autopistas principales del Estado Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DEL TIPO ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES, CORRESPONDIENTES A LA AUTOPISTA LAS AUTOPISTAS PRINCIPALES DEL ESTADO CARABOBO

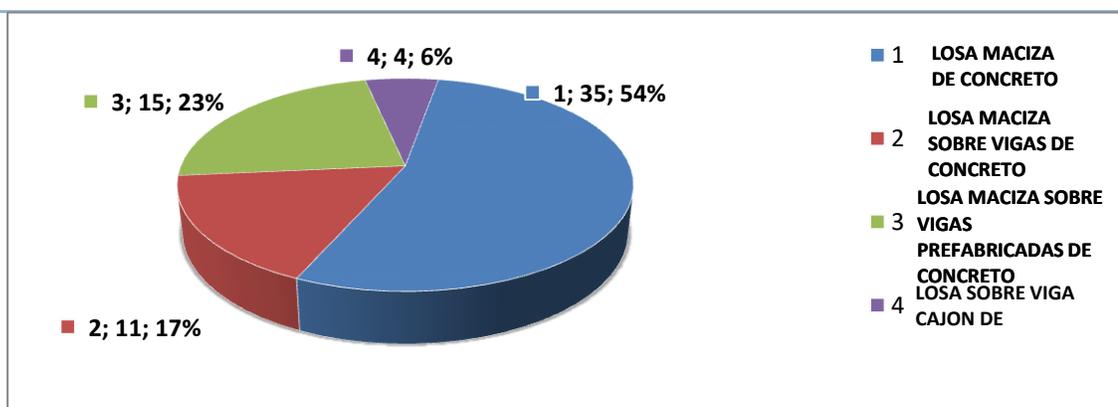


Figura 23: Porcentaje por Tipo de Estructural. Autopistas principales del Estado Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

Caso de Estudio Típico de una Estructura de paso.

Con la finalidad de mostrar el desarrollo de la investigación de manera más específica se detalla paso a paso el estudio realizado a una de las estructuras de paso seleccionadas, en este caso el Distribuidor Yagua.

Pasos para la Recolección de Datos

- 1) En primer lugar se realizó el catastro en la zona de estudio, haciendo un listado para ubicar la estructura de paso en el mapa del Estado, en el tramo ó sector correspondiente.
- 2) Se realiza la inspección ocular de la estructura de paso utilizando instrumentos de medición para determinar las dimensiones geométricas de la misma.
- 3) Posteriormente se procede a vaciar los datos en la planilla de evaluación para estructuras de paso, donde se discrimina la información necesaria para el cálculo del índice de vulnerabilidad.

Datos generales

- **Nombre:** Distribuidor Yagua.
- **Nombre de la vía sobre la estructura de paso:** Variante Yagua-Bárbula.
- **Ubicación:** Municipio Guacara.
- **Tipo de Vía:** Elevado.

A continuación se presenta la planilla llenada en campo durante la inspección

PLANILLA DE EVALUACION PARA ESTRUCTURAS DE PASO (Determinación de Vulnerabilidad Sísmica)			
1. Datos generales (rellenar)			
1.1 Fecha	1.2 Hora de In	1.3 Hora Cul	1.4 Código
	10:06am	10:18am	04
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico
2.1 Inspector	ANTONIETA WRO	0412-782-5918	ACLUGOALCALA@HOTMAIL.COM
2.2 Revisor	EDSON MARTINEZ	0416-733-0229	EDSON.MARTINEZ@GMAIL.COM
3. Identificación y Ubicación (rellenar)			
3.1 Nombre	DISTRIBUIDOR YAQUA		3.6 Tipo
3.2 Nombre de vía sobre estructura de paso	VARIANTE YAQUA - BARBOLA		<input type="checkbox"/> Puente <input checked="" type="checkbox"/> Viducto <input type="checkbox"/> Elevado
3.3 Ubicación	MUNICIPIO GUACARA		
3.4 Tipo de vía	Coord. Inicial (UTM) 10.2271118N, 67.8971056W Coord. Final (UTM) 10.2271963N, 67.8979581W		
3.5 Zona Sísmica	<input checked="" type="checkbox"/> Autopista <input type="checkbox"/> Calle <input type="checkbox"/> Via Expresa <input type="checkbox"/> Carretera <input type="checkbox"/> Avenida		
4. Susceptibilidad de licuación del suelo (rellenar una opción)			Índice
<input type="checkbox"/> Baja <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> No se conoce			5
5. Accidentes Geográficos Cercanos (rellenar la opción mas importante y su distancia)			
<input type="checkbox"/> Acantilado <input type="checkbox"/> Rio ó Quebrada <input checked="" type="checkbox"/> Montaña <input type="checkbox"/> Cuenca <input type="checkbox"/> Playa <input type="checkbox"/> Dique <input type="checkbox"/> Lago <input type="checkbox"/> Terraza			
Distancia a Accidente mas importante (km)			
<input type="checkbox"/> De 0 a 10 <input type="checkbox"/> De 10 a 50 <input checked="" type="checkbox"/> 50 ó más			8
6. Año de Construcción (rellenar una opción)			
6.1 Año	<input type="checkbox"/> Antes de 1968 <input checked="" type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982 <input type="checkbox"/> Entre 1983 y 2001 <input type="checkbox"/> Después de 2001		
7. Características Geométricas (rellenar una opción de cada ítem)			
7.1 Longitud	<input type="checkbox"/> 0 a 10m <input checked="" type="checkbox"/> 10 a 50m 40m <input type="checkbox"/> 50 a 100m <input type="checkbox"/> más de 100m		7.2 Ancho
			<input type="checkbox"/> 0 a 4m <input type="checkbox"/> 4 a 10m <input type="checkbox"/> 10 a 20m <input checked="" type="checkbox"/> más de 20m 25m
7.3 Alineamiento (ángulo de esviaje y subtendido):	Recto	<input checked="" type="checkbox"/> 0° - 45° 27.59° <input type="checkbox"/> 45° - 90°	Curvo
			<input type="checkbox"/> Hasta 90° <input type="checkbox"/> Mayores de 90°
8. Características Estructurales (rellenar una opción de cada ítem)			
8.1 Irregularidad estructural:	<input type="checkbox"/> Puente con MAS de 6 luces o tramos <input checked="" type="checkbox"/> Puente con MENOS de 6 luces o tramos		
8.2 Tipo de estructura:	<input checked="" type="checkbox"/> Losa maciza de concreto <input type="checkbox"/> Losa sobre vigas de concreto <input type="checkbox"/> Losa sobre viga cajon de concreto <input type="checkbox"/> Arco de acero <input type="checkbox"/> Arco de concreto <input type="checkbox"/> Losa sobre perfiles metalicos <input type="checkbox"/> Losa sobre vigas de acero armadas <input type="checkbox"/> Puente colgante <input type="checkbox"/> Losa sobre viga cajon metalico <input type="checkbox"/> Armadura metálica con arriostramiento inferior <input type="checkbox"/> Puente atirantado <input type="checkbox"/> Puente de mamposteria <input checked="" type="checkbox"/> Armadura metálica con arriostramiento superior <input checked="" type="checkbox"/> Losas sobre vigas prefabricadas de concreto		
8.3 Posibilidad de desplazamiento transversal:	<input type="checkbox"/> Estructura de soporte CON tope lateral <input checked="" type="checkbox"/> Estructura de soporte SIN tope lateral		
8.4 Tipo de pilas (Material):	<input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Acero <input type="checkbox"/> Mixta		
8.5 Tipo de pilas (Geometría):	<input type="checkbox"/> Pilas monocolumnas <input type="checkbox"/> Pilas multicolumnas <input type="checkbox"/> Pilas de muros <input type="checkbox"/> Solo estribos		
8.6 Existencia de pilas tipo pérgola:	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		
8.7 Tipo de apoyo:	<input checked="" type="checkbox"/> Neopreno con placas de acero <input type="checkbox"/> Neopreno sencillo sin placas de acero		
8.8 Longitud de apoyo:	<input checked="" type="checkbox"/> Menor de 40cm <input type="checkbox"/> Mayor o igual de 40cm 40cm		
8.9 ¿Relacion L de tramos adyacentes mayor a 2?	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		
8.10 ¿Relacion H de pilas adyacentes mayor a 2?	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		
9. Indicadores de Deterioro de la Estructura (rellenar una opción)			
<input type="checkbox"/> Agrietamiento en elementos estructurales <input checked="" type="checkbox"/> Acero de refuerzo expuesto <input type="checkbox"/> Corrosion en el acero <input type="checkbox"/> Deflexiones excesivas <input checked="" type="checkbox"/> Deterioro en las juntas <input checked="" type="checkbox"/> Evidencia de reparaciones <input type="checkbox"/> Evidencia de refuerzo en la estructura			7
DESCASTE EN JUNTA			
LATERAL DEL PUENTE			
AGRIETAMIENTO SEVERO, DEBIDO AL DERIBADO EN JUNTA CAUSA UN DESNIVEL EN LA VIA.			TOTAL =

Figura 24: Planilla de evaluación de estructuras de paso llenada en campo

Fuente: Marcano, Lugo

10. Observaciones generales
Agrietamiento severo debido al deterioro de junta, causa un desnivel en la vía.
11. Croquis - Planta Ubicación

12. Croquis de Elevación


Figura 25: Croquis de planta ubicación y elevación en la planilla de evaluación de estructuras de paso llenada en campo

Fuente: Marcano, Lugo

Pasos para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de paso: Con los datos de la planilla de inspección, se procede a determinar el factor de vulnerabilidad sísmica de la estructura de paso, mediante los pesos ponderados obtenidos de la consulta a expertos que se presentan en la siguiente tabla:

N°	PARAMETRO	PESOS PONDERADOS		Evaluación
		Fv	Fi	
SUCEPTIBILIDAD DE LIQUACION DEL SUELO				
1	BAJA	1	0.08	1
2	MEDIA	5		
3	ALTA	10		
4	NO SE CONOCE	4		
DISTANCIA A ACCIDENTE MAS IMPORTANTE (KM)				
5	DE 0 A 10	8	0.03	1
6	DE 10 A 50	4		
7	MAS DE 50	1		
AÑO DE CONSTRUCCION				
8	ANTES DE 1968	9	0.10	1
9	ENTRE 1968 Y 1982	7		
10	ENTRE 1983 Y 2001	3		
11	DE 2001 EN ADELANTE	1		
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS				
LONGITUD				
12	DE 0 A 10M	1	0.05	1
13	DE 10 A 50M	2		
14	DE 50 A 100M	5		
15	MAS DE 100M	7		
ANCHO				
16	DE 0 A 4M	1	0.03	1
17	DE 4 A 10 M	2		
18	DE 10 A 20M	4		
19	MAS DE 20M	7		
ALINEAMIENTO RECTO (ANGULO DE DESVIACION)				
20	DE 0° A 45°	4	0.06	4
21	DE 45° A 90°	9		
ALINEAMIENTO CURVO (ANGULO SOSTENIDO)				
22	HASTA 90°	5	0.05	
23	MAYORES DE 90°	9		
CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES				
IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL				
24	FUENTES CON MAS DE 5 LUCES O TRAMOS	8	0.06	2
25	FUENTES CON MENOS DE 5 LUCES O TRAMOS	2		
TIPO DE ESTRUCTURA				
26	LOSAS MACIZAS DE CONCRETO	3	0.05	2
27	LOSAS SOBRE VIGA DE CONCRETO	4		
28	LOSAS SOBRE VIGA DE CAJON DE CONCRETO	3		
29	LOSAS SOBRE VIGAS PREFABRICADAS DE CONCRETO	4		
30	ARCO DE CONCRETO	2		
31	LOSAS SOBRE PERFILES METALICOS	3		
32	LOSAS SOBRE VIGAS DE ACERO ARMADAS	3		
33	LOSAS SOBRE VIGA DE CAJON METALICO	3		
34	ARCO DE ACERO	3		
35	ARMADURA METALICA CON ARRIOSTRAMIENTO INFERIOR	4		
36	FUENTE COLGANTE	5		
37	FUENTE ATRANTADO	3		
38	FUENTE EN MAMPOSTERIA	3		
39	ARMADURA METALICA CON ARRIOSTRAMIENTO SUPERIOR	4		
POSIBILIDAD DE DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL				
40	ESTRUCTURA CON TOPE LATERAL	4	0.06	4
41	ESTRUCTURA SIN TOPE LATERAL	2		
TIPO DE PILAS (MATERIAL)				
42	CONCRETO	6	0.05	5
43	ACERO	5		
44	MIXTAS	5		
TIPO DE PILAS (GEOMETRIA)				
45	MONOCOLUMNA	8	0.08	2
46	MULTICOLUMNAS	5		
47	PILAS DE MUROS	4		
48	SOLO ESTRIBOS	2		
EXISTENCIA DE PILAS TIPO PERGOLA				
49	SI	8	0.04	1
50	NO	1		

Figura 26: Planilla de factores para el cálculo de índice de vulnerabilidad

Fuente: Trabajo especial de grado. Autor: Cegarra Vanessa, Silva Carlos.

TIPO DE APOYO				
51	NEOPRENO CON PLACAS DE ACERO	4		
52	NEOPRENO SENCILLO SIN PLACAS DE ACERO	5	0.03	4
LONGITUD DE APOYO				
53	< 40 CM	8		
54	>= 40 CM	4	0.08	4
RELACION DE L DE TRAMOS ADYACENTES > 2?				
55	SI	8		
56	NO	0	0.05	0
RELACION H DE PILAS ADYACENTES > 2?				
57	SI	8		
58	NO	0	0.04	0
INDICADORES DE DETERIORO DE LA ESTRUCTURA				
59	AGRIETAMIENTOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES	7		
60	ACERO DE REFUERZO EXPUESTO	7		
61	CORROSION EN EL ACERO	8		
62	DEFLEXIONES EXCECIVAS	6		
63	DETERIORO EN JUNTAS	4		
64	EVIDENCIA DE REPARACIONES	3		
65	EVIDENCIA DE REFUERZO EN LA ESTRUCTURA	2		

Figura 27: Continuación Planilla de factores para el cálculo de índice de vulnerabilidad

Fuente: Trabajo especial de grado. Autor: Cegarra Vanessa, Silva Carlos.

- 1) Se selecciona el factor de la Figura. Planilla de factores para el cálculo de índice de vulnerabilidad para cada uno de las categorías según la información recolectada en la inspección en campo. Por ejemplo:

3.3 zona sísmica				
4. Suceptibilidad de licuacion del suelo (rellenar una opción)				
<input type="checkbox"/> Baja <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> No se conoce				5
5. Accidentes Geográficos Cercanos (rellenar la opción más importante y su distancia)				
<input type="checkbox"/> Acantilado <input type="checkbox"/> Río ó Quebrada <input checked="" type="checkbox"/> Montaña <input type="checkbox"/> Cuenca <input type="checkbox"/> Playa <input type="checkbox"/> Dique <input type="checkbox"/> Lago <input type="checkbox"/> Terraza				
Distancia a Accidente mas importante (km)				
<input checked="" type="checkbox"/> De 0 a 10 <input type="checkbox"/> De 10 a 50 <input type="checkbox"/> 50 ó más				8
6. Año de Construcción (rellenar una opción)				
6.1 Año 1955				
<input type="checkbox"/> Antes de 1968 <input checked="" type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982 <input type="checkbox"/> Entre 1983 y 2001 <input type="checkbox"/> Después de 2001				9
7. Características Geométricas (rellenar una opción de cada ítem)				

Figura 28: Planilla de ejemplificación para establecer el factor de vulnerabilidad sísmica.

Fuente: Marcano, Lugo.

N°	PARAMETRO	PESOS PONDERADOS		Evaluación ¹
		Fv	Fi	
SUCEPTIBILIDAD DE LICUACION DEL SUELO				
1	BAJA	1	0.08	1
2	MEDIA	5		
3	ALTA	10		
4	NO SE CONOCE	4		
DISTANCIA A ACCIDENTE MAS IMPORTANTE (KM)				
5	DE 0 A 10	8	0.03	1
6	DE 10 A 50	4		
7	MAS DE 50	1		
AÑO DE CONSTRUCCION				
8	ANTES DE 1968	9	0.10	1
9	ENTRE 1968 Y 1982	7		
10	ENTRE 1983 Y 2001	3		
11	DE 2001 EN ADELANTE	1		

Figura 29: Continuación de la Planilla de ejemplificación para establecer el factor de vulnerabilidad sísmica.

Fuente: Marcano, Lugo

- 2) Posteriormente, se determina el índice de vulnerabilidad sísmica utilizando esta ecuación: $Ivsep = \sum(Fv * Fi) = 4.67$

CALCULO DE INDICES DE VULNERABILIDAD SISMICA

1. SUCEPTIBILIDAD DE LICUACION DEL SUELO

Fv	Fi	Fv*Fi
5	0.08	0.4

2. DISTANCIA A ACCIDENTES MAS IMPORTANTES

Fv	Fi	Fv*Fi
8	0.03	0.24

3. AÑO DE CONSTRUCCION

Fv	Fi	Fv*Fi
9	0.1	0.9

4. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

LONGITUD	Fv	Fi	Fv*Fi
	2	0.05	0.1

ANCHO	Fv	Fi	INDICE
	7	0.05	0.35

ANGULO DE ESIVIAJE	Fv	Fi	Fv*Fi
	4	0.06	0.24

Tabla 22: calculo del índice de vulnerabilidad sísmica.

Fuente: Marcano, Lugo

5. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

<i>IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	2	0.06	0.12
<i>TIPO DE ESTRUCTURA</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	4	0.05	0.2
<i>DESPLAZAMIENTO TRANSV</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	7	0.06	0.42
<i>MATERIAL TIPO DE PILAS</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	6	0.05	0.3
<i>GEOMETRIA TIPOS DE PILA</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	5	0.08	0.4
<i>EXIST. TIPO PERGOLAS</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	1	0.04	0.04
<i>TIPO DE APOYO</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	5	0.03	0.15
<i>LONGITUD DE APOYO</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	4	0.08	0.32
<i>RELACION L</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
		0.05	0
<i>RELACION H</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
		0.04	0
<i>INDICADORES DE DETERIORO</i>	Fv	Fi	Fv*Fi
	7	0.07	0.49

INDICE DE VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA DE PASO:

$$\Sigma(Fv*Fi)=0.4+0.24+0.9+0.1+0.35+0.24+0.12+0.2+0.42+0.3+0.4+0.04+0.15+0.32+0+0+0.49$$

Tabla 23. continuación calculo del índice de vulnerabilidad sísmica.

Fuente: Marcano, Lugo

- 3) Se definirá el Rango de Vulnerabilidad a las estructuras de paso mediante la siguiente tabla, obtenida de un trabajo de grado anterior:

RANGOS DE VULNERABILIDAD

Rango	Tipo de Vulnerabilidad
$2 \leq I_{vee} < 4$	Baja Vulnerabilidad
$4 \leq I_{vee} < 6$	Mediana Vulnerabilidad
$6 \leq I_{vee} < 9$	Alta Vulnerabilidad

Tabla 24: Rangos de Vulnerabilidad Sísmica.

Fuente: Trabajo especial de grado. Autor: Cegarra Vanessa, Silva Carlos.

Como el valor del índice se encuentra en el rango $4 < 4.67 < 6$ el tipo de vulnerabilidad para este caso es **MEDIA**.

Elaboración del Mapa de las estructuras de paso de acuerdo a su Rango de Vulnerabilidad.

- 1) Se realiza la ubicación de las estructuras de paso en un mapa representativo del Estado Carabobo donde se destacan los tramos de autopistas en estudio.



Figura 30: Mapa de ubicación de la estructura de paso ejemplo.

Fuente: Marcano, Lugo

2) Por ultimo, se realiza la identificación de las estructuras de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica para cada tramo de vía.



Figura 31: Mapa de ubicación de la estructura de paso ejemplo de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica.

Fuente: Marcano, Lugo

Listado de estructuras de paso obtenidas del catastro

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Distribuidor Zona Industrial II	10.1869728N 67.950575W	10.1871998N 67.9506018W
2	Puente S/N (VLN-MCY)	10.1924361N 67.939071W	10.1925892N 67.9388377W
3	Puente S/N (MCY-VLN)	10.1927238N 67.9393178W	10.1929456N 67.9389181W
4	Puente E/S Bohio	10.1969793N 67.9306435W	10.1971192N 67.9304933W
5	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2001022N 67.9271218W	10.2002342N 67.926934W
6	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2001814N 67.9271862W	10.2003055N 67.9269904W
7	Puente Owens Illinois (VLN-MCY)	10.208275N 67.9170233W	10.2084228N 67.9168677W
8	Puente Owens Illinois (MCY- VLN)	10.2083753N 67.9170689W	10.2084729N 67.9169187W
9	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2238174N 67.9016944W	10.2239732N 67.901555W
10	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2239204N 67.9017454W	10.2240418N 67.9016328W
11	Distribuidor Yagua	10.2267593N 67.8981191W	10.2271816N 67.8981191W
12	Puente S/N (VLN-MCY)	10.228215N 67.895579W	10.2283575N 67.8952786W
13	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2283048N 67.8955763W	10.2284183N 67.8954208W
14	Puente via Vigerima (VLN-MCY)	10.2285634N 67.8948682W	10.228669N 67.8946805W
15	Puente via Vigerima (MCY-VLN)	10.2286532N 67.8948655W	10.2287297N 67.894718W
16	Distribuidor Guacara II (VLN-MCY)	10.2298225N 67.8924006W	10.2298938N 67.8922102W
17	Distribuidor Guacara II (MCY-VLN)	10.2298911N 67.8924113W	10.2300046N 67.8922316W
18	Puente KM147 (VLN-MCY)	10.2319104N 67.8866473W	10.232016N 67.886143W
19	Puente KM147 (MCY-VLN)	10.2320133N 67.8866526W	10.2321005N 67.8862503W
20	Distribuidor Guacara (VLN-MCY)	10.2332315N 67.8798774W	10.2332632N 67.8796199W
21	Distribuidor Guacara (MCY- VLN)	10.2333899N 67.8799525W	10.2335377N 67.8797379W
22	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2360307N 67.8724798W	10.2360888N 67.8724208W
23	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2360914N 67.8725576W	10.2361574N 67.8724637W
24	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2433685N 67.8494155W	10.2434582N 67.8492438W
25	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2434424N 67.8494692W	10.2435216N 67.8493163W
26	Puente E/S PDV-Palmarejo (VLN-MCY)	10.2541056N 67.8280651W	10.254132N 67.82799W
27	Puente E/S PDV-Palmarejo (MCY-VLN)	10.2542086N 67.8280946W	10.2542086N 67.8280329W
28	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2564467N 67.8197717W	10.2564811N 67.8196966W
29	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2565365N 67.8197798W	10.2565655N 67.8197315W
30	Puente Ciudadela Negro Primero (VLN-MCY)	10.2590359N 67.8091448W	10.2590755N 67.8090536W
31	Puente Ciudadela Negro Primero (MCY-VLN)	10.2591521N 67.8091153W	10.2591653N 67.8090375W
32	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2594107N 67.8073156W	10.2594398N 67.8070849W
33	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2595005N 67.80727W	10.2595295N 67.8071949W
34	Puente entre KM136 Y KM 139 (VLN-MCY)	10.2602949N 67.8024581W	10.2603318N 67.8023213W
35	Puente entre KM136 Y KM 139 (MCY-VLN)	10.260411N 67.8024339W	10.2604242N 67.8023508W
36	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2615644N 67.795766W	10.2615882N 67.7956453W
37	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2616568N 67.7957955W	10.2616753N 67.7956989W
38	Puente KM136 (VLN-MCY)	10.2621385N 67.7925741W	10.2621754N 67.7923917W
39	Puente KM136 (MCY-VLN)	10.2622493N 67.792558W	10.2622704N 67.7924561W
40	Puente inmediato KM136 (VLN- MCY)	10.2623799N 67.7914637W	10.2623799N 67.7914074W
41	Puente inmediato KM136 (MCY- VLN)	10.262467N 67.7914878W	10.2624882N 67.7913966W
42	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2652251N 67.7856245W	10.2652805N 67.7855628W
43	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2652911N 67.7856996W	10.2653439N 67.7856406W

Tabla 25: Listado del catastro de la Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

 Estructuras de Paso Inaccesibles que serán tomadas en cuenta al momento de graficar según sus condiciones históricas más no al momento de clasificar, graficar e indicar índices de vulnerabilidad, debido a que no han sido inspeccionadas.

AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
44	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2688699N 67.7799704W	10.2689333N 67.7798685W
45	Puente S/N (MCY-VLN)	10.268994N 67.7799919W	10.2690204N 67.7799087W
46	Puente Polar (VLN-MCY)	10.2705432N 67.7738684W	10.2706277N 67.7734339W
47	Puente Polar (MCY- VLN)	10.2706857N 67.773678W	10.2707306N 67.7734741W
48	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2725516N 67.7661463W	10.2725701N 67.7660417W
49	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2726414N 67.7661732W	10.2726572N 67.7661007W
50	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2748082N 67.7595722W	10.2748847N 67.7593523W
51	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2749216N 67.7594596W	10.2749533N 67.7593952W
52	Puente Centro Deportivo Polar (VLN-MCY)	10.2758374N 67.7565548W	10.2758902N 67.756418W
53	Puente Centro Deportivo Polar (MCY-VLN)	10.2759589N 67.7565387W	10.2759826N 67.7564287W
54	Distribuidor Santa Clara (VLN-MCY)	10.2765632N 67.7544814W	10.2766002N 67.7543688W
55	Distribuidor Santa Clara (MCY-VLN)	10.2766556N 67.7545163W	10.2766899N 67.7544036W
56	Puente muebles y lamparas Mariara (VLN-MCY)	10.2799757N 67.7446511W	10.2800258N 67.7444982W
57	Puente mueble y lamparas Mariara (MCY-VLN)	10.2800997N 67.7446538W	10.2801155N 67.744576W
58	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2829104N 67.7258247W	10.2828919N 67.7256369W
59	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2830186N 67.7257576W	10.2829869N 67.7255806W
60	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2825277N 67.7225792W	10.2825198N 67.7224773W
61	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2826306N 67.7225578W	10.2826306N 67.7224773W
62	Puente S/N (VLN-MCY)	10.2820395N 67.7184835W	10.2819973N 67.7181562W
63	Puente S/N (MCY-VLN)	10.2821318N 67.7183038W	10.282087N 67.7180785W
64	Puente KIA MOTORS (VLN-MCY)	10.2811118N 67.7116492W	10.2810907N 67.7115312W
65	Puente KIA MOTORS (MCY-VLN)	10.2812279N 67.7116599W	10.2811963N 67.7115312W
66	Viaducto La Cabrera (VLN-MCY)	10.2768549N 67.6890704W	10.2711595N 67.6678326W
67	ViaductoLa Cabrera (MCY-VLN)	10.277512N 67.6887914W	10.2714339N 67.667779W

Tabla 26: Continuación del listado del catastro de la Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

Estructuras de Paso Inaccesibles que serán tomadas en cuenta al momento de graficar según sus condiciones históricas más no al momento de clasificar, graficar e indicar índices de vulnerabilidad, debido a que no han sido inspeccionadas.

AUTOPISTA VARIANTE BARBULA-GUACARA

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Elevado Bárbula	10.2730783N 68.0174854W	10.2733581N 68.0177939W
2	Puente S/N (Guacara-Bárbula)	10.2678908N 68.0094307W	10.2678749N 68.0096453W
3	Puente S/N (Bárbula-Guacara)	10.267838N 68.0094978W	10.2678459N 68.0096265W
4	Distribuidor Universidad	10.2681271N 68.005976W	10.2683805N 68.0060002W
5	Distribuidor San Diego	10.2764948N 67.9616633W	10.2766689N 67.9617276W
6	Puente pequeño S/N	10.2799112N 67.948153W	10.279898N 67.9482334W
7	Distribuidor la Cumaca	10.2804984N 67.9451891W	10.2804562N 67.9453286W
8	Puente S/N (Rio)	10.2817559N 67.9390201W	10.2817111N 67.9391998W
9	Puente S/N	10.2824738N 67.9351952W	10.2824764N 67.9352945W
10	Elevado Quebrada honda.	10.2795285N 67.9238119W	10.2795997N 67.9239434W
11	Distribuidor PDVSA-YAGUA	10.2485723N 67.9119646W	10.2486726N 67.9120665W

Tabla 27: Listado del catastro de la Autopista Bárbula-Guacara

Fuente: Marcano, Lugo

- Estructuras de Paso Inaccesibles que serán tomadas en cuenta al momento de graficar según sus condiciones históricas más no al momento de clasificar, graficar e indicar índices de vulnerabilidad, debido a que no han sido inspeccionadas.

AUTOPISTA VALENCIA- CAMPO CARABOBO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Distribuidor Nueva Valencia	10.1223031N 68.0631996W	10.1226094N 68.0636073W
2	Puente S/N Quebrada (Campo Carabobo-Valencia)	10.0998214N 68.0834985W	10.0998848N 68.0834073W
3	Puente S/N Quebrada (Valencia-Campo Carabobo)	10.0999112N 68.0836165W	10.0999746N 68.0835897W
4	Puente S/N		
5	Distribuidor Tocuyito	10.0910847N 68.0914861W	10.0911851N 68.0914218W
6	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0817681N 68.0981085W	10.0820111N 68.0979529W
7	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0817681N 68.0981595W	10.0820296N 68.0979825W
8	Distribuidor la Encrucijada	10.0708153N 68.1047416W	10.0708945N 68.1043607W
9	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0580899N 68.1120104W	10.0581824N 68.1119809W
10	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0581243N 68.1120533W	10.058185N 68.1119997W
11	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0411766N 68.1254429W	10.0412479N 68.1253705W
12	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0412241N 68.1254724W	10.0412981N 68.1253839W
13	Puente S/N (Campo Carabobo- Valencia)	10.0355747N 68.1310407W	10.0356487N 68.1309897W
14	Puente S/N (Valencia-Campo Carabobo)	10.0356091N 68.1310595W	10.0356724N 68.1310058W
15	Elevado Sector Barrera (Campo Carabobo-Valencia)	10.0311455N 68.1367323W	10.0311771N 68.1366358W
16	Elevado Sector Barrera (Valencia-Campo Carabobo)	10.0312511N 68.1368986W	10.0313039N 68.1367994W
17	Elevado entrada principal del Sector Barrera (Campo Carabobo-Valencia)	10.0261966N 68.1421625W	10.0263419N 68.1421089W
18	Elevado entrada principal del Sector Barrera (Valencia-Campo Carabobo)	10.0263155N 68.1422752W	10.0263841N 68.1422349W

Tabla 28: Listado del catastro de la Autopista Valencia-Campo Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

Estructuras de Paso Inaccesibles que serán tomadas en cuenta al momento de graficar según sus condiciones históricas más no al momento de clasificar, graficar e indicar índices de vulnerabilidad, debido a que no han sido inspeccionadas.

AUTOPISTA VALENCIA- PUERTO CABELLO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL
1	Distribuidor Mañongo (Valencia-Pto.Cabello)	10.2337766N 68.001368W	10.2340986N 68.0012875W
2	Distribuidor Mañongo (Pto.Cabello-Valencia)	10.2338505N 68.0014833W	10.2341223N 68.0014109W
3	Distribuidor Naguanagua	10.2550347N 68.0049032W	10.2553752N 68.0049836W
4	Puente S/N	10.2687116N 68.0092725W	10.2685954N 68.0094012W
5	Puente S/N (Valencia-Pto.Cabello)	10.2770924N 68.0215892W	10.2774513N 68.0220076W
6	Puente S/N (Pto.Cabello-Valencia)	10.2767335N 68.0216965W	10.2770713N 68.0221042W
7	Distribuidor Girardot (Valencia-Pto.Cabello)	10.2883918N 68.0293917W	10.2885713N 68.02944W
8	Distribuidor Girardot (Pto.Cabello-Valencia)	10.2883628N 68.0295741W	10.2885634N 68.0295956W
9	Puente S/N (Valencia-Pto.Cabello)	10.2929706N 68.0309125W	10.2931474N 68.031044W
10	Puente S/N (Pto.Cabello-Valencia)	10.2929495N 68.0311218W	10.2930735N 68.0312237W
11	Elevado sector 2		
12	Elevado sector La Coromoto	10.2958577N 68.0357459W	10.296082N 68.0356869W
13	Elevado Carialinda		
14	Elevado La Entrada		
15	Elevado sector La Linea	10.2999112N 68.0498865W	10.3001118N 68.0498677W
16	Elevado el Salto	10.3009008N 68.0666262W	10.3010882N 68.066661W
17	Puente S/N Rio		
18	Distribuidor Trincheras		
19	Elevado S/N Antes de Trincheras		
20	Elevado El Cambur	10.4004529N 68.1031913W	10.4002445N 68.1036473W
21	Puente S/N	10.4385941N 68.1126943W	10.4390637N 68.112866W
22	Elevado Sector Las Tablas	10.4410592N 68.11355W	10.4411594N 68.1135902W
23	Elevado Sector la Barrera-Taborda	10.4535819N 68.1150681W	10.4536663N 68.1150466W
24	Distribuidor Taborda	10.4646797N 68.1123752W	10.46478N 68.1123108W
25	Puente Rio Aguas Calientes (Valencia-Pto.Cabello)	10.4677908N 68.1104225W	10.4684449N 68.1104762W
26	Puente Rio Aguas Calientes (Pto.Cabello-Valencia)	10.4678646N 68.1107122W	10.4695527N 68.1108356W
27	Distribuidor El Palito(Pto.Cabello-Morón)	10.4784688N 68.1083384W	10.4785637N 68.1085906W
28	Distribuidor El Palito(Morón-Pto.Cabello)	10.4783395N 68.1084672W	10.4784503N 68.1087864W

Tabla 29: Listado del catastro de la Autopista Valencia-Puerto Cabello.

Fuente: Marcano, Lugo

 Estructuras de Paso Inaccesibles que serán tomadas en cuenta al momento de graficar según sus condiciones históricas más no al momento de clasificar, graficar e indicar índices de vulnerabilidad, debido a que no han sido inspeccionadas.

A continuación, se presenta de manera detallada el listado de las Estructuras de paso de acuerdo a su índice y rango de vulnerabilidad sísmica.

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	INDICE DE VULNERABILIDAD	RANGO DE VULNERABILIDAD SISMICA
1	DISTRIBUIDOR ZONA INDUSTRIAL II	4.42	MEDIANA
2	PUENTE S/N (VLN-MCY)	4.53	MEDIANA
	PUENTE S/N (MCY-VLN)	4.53	MEDIANA
3	PUENTE E/S BOHIO	3.29	BAJA
5	ELEVADO OWENS ILLINOIS (VLN-MCY)	3.44	BAJA
	ELEVADO OWENS ILINOIS (MCY- VLN)	3.44	BAJA
6	ELEVADO S/N (VLN-MCY)	3.93	BAJA
	ELEVADO S/N (MCY-VLN)	3.93	BAJA
7	DISTRIBUIDOR YAGUA	4.67	MEDIANA
9	ELEVADO VIA VIGIRIMA (VLN-MCY)	3.93	BAJA
	ELEVADO VIA VIGIRIMA (MCY-VLN)	3.93	BAJA
10	DISTRIBUIDOR GUACARA II (VLN-MCY)	3.98	BAJA
	DISTRIBUIDOR GUACARA II (MCY-VLN)	3.98	BAJA
12	DISTRIBUIDOR GUACARA (VLN-MCY)	3.93	BAJA
	DISTRIBUIDOR GUACARA (MCY- VLN)	3.93	BAJA
19	ELEVADO ENTRE KM136 Y KM 139 (VLN-MCY)	3.44	BAJA
	ELEVADO ENTRE KM136 Y KM 139 (MCY- VLN)	3.44	BAJA
21	ELEVADO KM136 (VLN-MCY)	3.93	BAJA
	ELEVADO KM136 (MCY-VLN)	3.93	BAJA
22	ELEVADO INMEDIATO KM136 (VLN- MCY)	4	MEDIANA
	ELEVADO INMEDIATO KM136 (MCY- VLN)	4	MEDIANA
25	ELEVADO POLAR (VLN-MCY)	4.18	MEDIANA
	ELEVADO POLAR (MCY- VLN)	4.18	MEDIANA
28	ELEVADO CENTRO DEPORTIVO POLAR (VLN-MCY)	3.77	BAJA
	ELEVADO CENTRO DEPORTIVO POLAR (MCY-VLN)	3.77	BAJA
29	DISTRIBUIDOR SANTA CLARA (VLN-MCY)	3.77	BAJA
	DISTRIBUIDOR SANTA CLARA (MCY-VLN)	3.77	BAJA
30	ELEVADO MUEBLES Y LAMPARAS MARIARA (VLN-MCY)	4.48	MEDIANA
	ELEVADO MUEBLES Y LAMPARAS MARIARA (MCY-VLN)	4.48	MEDIANA
34	ELEVADO KIA MOTORS (VLN-MCY)	4.48	MEDIANA
	ELEVADO KIA MOTORS (MCY-VLN)	4.48	MEDIANA
35	VIADUCTO LA CABRERA (VLN-MCY)	6.55	ALTA
	VIADUCTO LA CABRERA (MCY-VLN)	6.55	ALTA

Tabla 30: Listado de índices y rangos de vulnerabilidad de la autopista Regional del centro.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DEL RANGO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS ESTRUCTURAS DE PASO DE LA AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO

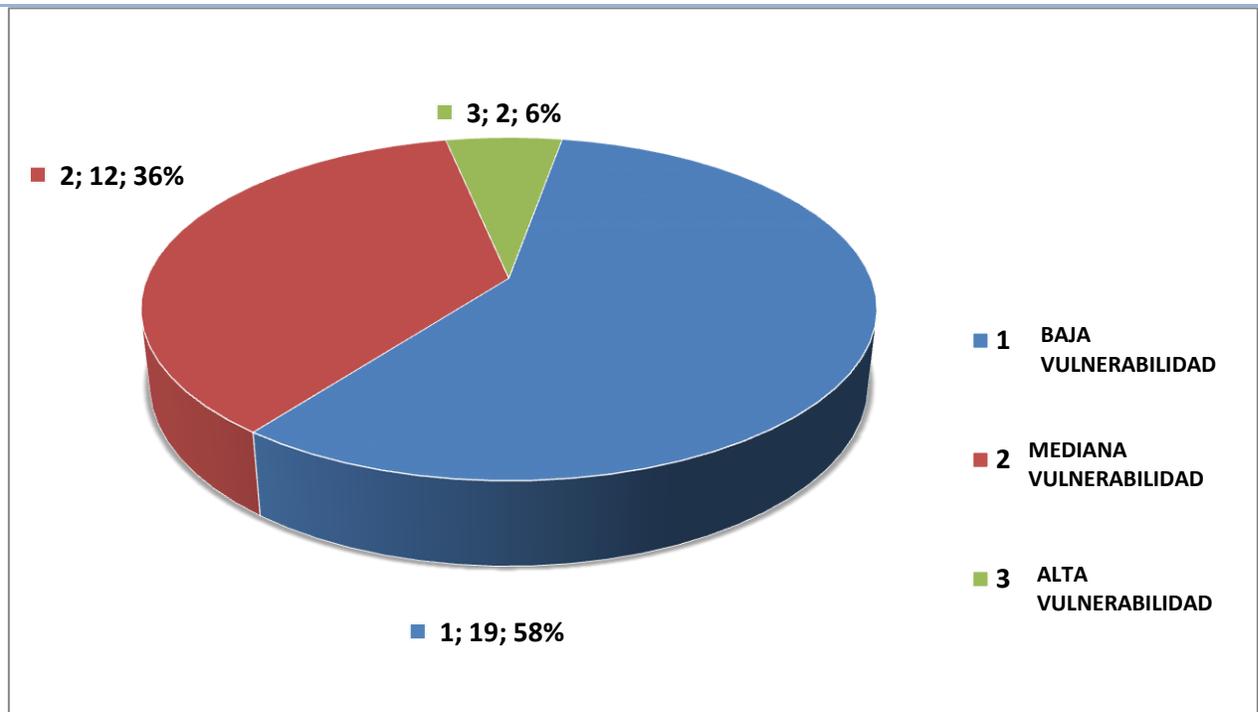


Figura 32: Porcentaje de rango de vulnerabilidad sísmica. Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

**INDICE Y RANGO DE VULNERABILIDAD DE LA AUTOPISTA VARIANTE
BARBULA-GUACARA**

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	ÍNDICE	RANGO DEL VULNERABILIDAD
1	ELEVADO BARBULA	4,21	MEDIANA
3	DISTRIBUIDOR UNIVERSIDAD	4,8	MEDIANA
4	DISTRIBUIDOR SAN DIEGO	3,81	BAJA
5	ELEVADO LA CUMACA	3,53	BAJA
9	ELEVADO QUEBRADA HONDA	3,34	BAJA
10	PUENTE PDVSA-YAGUA	4,48	MEDIANA

Tabla 31: Listado de índices y rangos de vulnerabilidad de la autopista Bárbula- Guacara.

Fuente: Marcano, Lugo

**REPRESENTACION GRAFICA DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL TRAMO EN ESTUDIO DE LA
AUTOPISTA VARIANTE BARBULA-GUACARA**

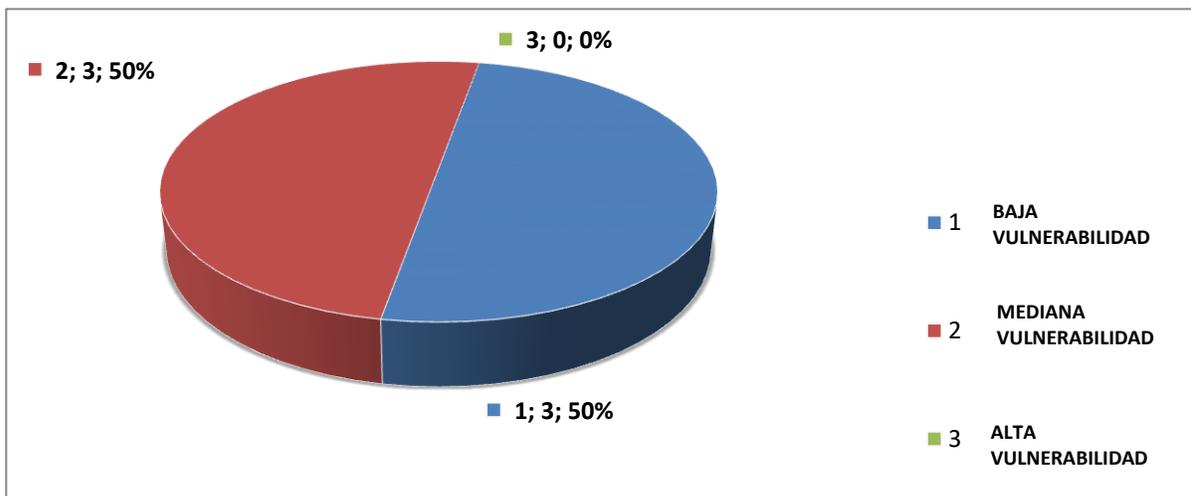


Figura 33: Porcentaje de rango de vulnerabilidad sísmica. Autopista Variante Bárbula-Guacara

Fuente: Marcano, Lugo

INDICE Y RANGO DE VULNERABILIDAD DE LA AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	ÍNDICE	RANGO DEL VULNERABILIDAD
1	DISTRIBUIDOR NUEVA VALENCIA	5,07	MEDIANA
4	DISTRIBUIDOR TOCUYITO	5,07	MEDIANA
6	ENCRUCIJADA CARABOBO	3,56	BAJA
10	ELEVADO SECTOR BARRERA (CAMPO DE CARABOBO-VALENCIA)	3,97	BAJA
	ELEVADO SECTOR BARRERA (VALENCIA-CAMPO DE CARABOBO)	3,97	BAJA
11	ELEVADO VIA PRINCIPAL BARRERA (CAMPO DE CARABOBO-VALENCIA)	3,42	BAJA
	ELEVADO VIA PRINCIPAL BARRERA (VALENCIA-CAMPO DE CARABOBO)	3,42	BAJA

Tabla 32: Listado de índices y rangos de vulnerabilidad de la autopista Valencia-Campo Carabobo.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL TRAMO EN ESTUDIO DE LA AUTOPISTA VALENCIA-CAMPO CARABOBO

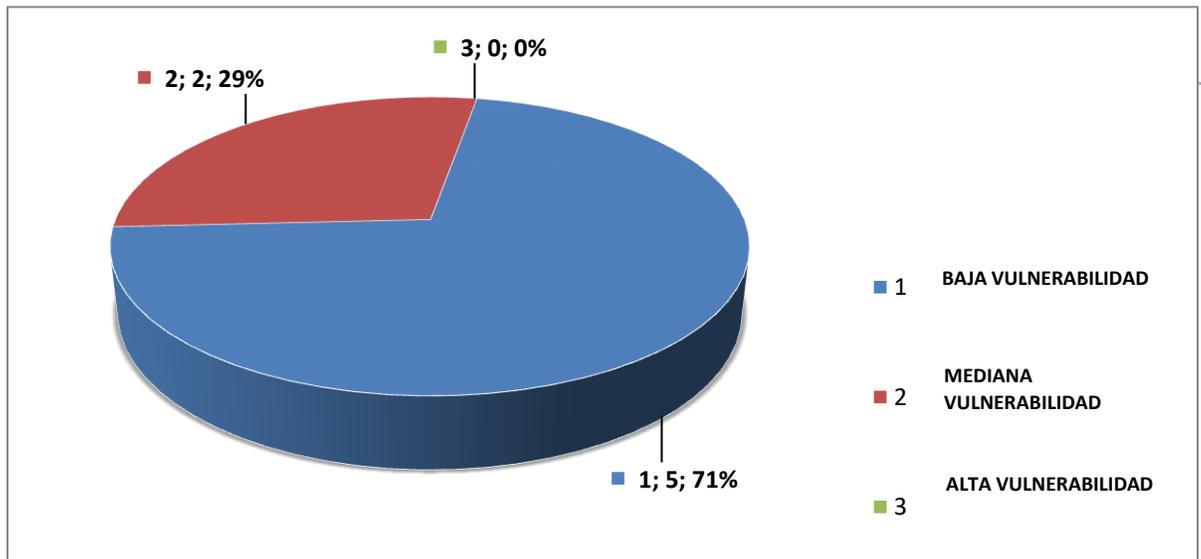


Figura 34: Porcentaje de rango de vulnerabilidad sísmica. Autopista Valencia-Campo Carabobo

Fuente: Marcano, Lugo

**INDICE Y RANGO DE VULNERABILIDAD DE LA AUTOPISTA
VALENCIA-PTO CABELLO**

Nº	NOMBRE DEL PUENTE	ÍNDICE	RANGO DEL VULNERABILIDAD
1	DISTRIBUIDOR MAÑONGO (VLN-PTO.CABELLO)	4,48	MEDIANA
	DISTRIBUIDOR MAÑONGO (PTO.CABELLO-VLN)	4,48	MEDIANA
2	DISTRIBUIDOR NAGUANAGUA	4,57	MEDIANA
5	DISTRIBUIDOR GIRARDOT (VLN-PTO.CABELLO)	4,37	MEDIANA
	DISTRIBUIDOR GIRARDOT (PTO.CABELLO-VLN)	4,37	MEDIANA
7	ELEVADO SECTOR 2	3,39	BAJA
8	ELEVADO SECTOR LA COMOROTO	4,5	MEDIANA
9	ELEVADO CARIALINDA	3,59	BAJA
10	ELEVADO LA ENTRADA	3,35	BAJA
11	ELEVADO SECTOR LA LINEA	3,88	BAJA
12	ELEVADO EL SALTO	4,42	MEDIANA
14	DISTRIBUIDOR TRINCHERAS	4,07	MEDIANA
14	ELEVADO ANTES DE TRINCHERAS	4,07	MEDIANA
16	ELEVADO EL CAMBUR	5,3	MEDIANA
18	ELEVADO LAS TABLAS	4,35	MEDIANA
19	ELEVADO LA BARRERA (TABORDA)	4,06	MEDIANA
20	DISTRIBUIDOR TABORDA	4,12	MEDIANA
21	PUENTE RIO AGUAS CALIENTES (VALENCIA-PTO CABELLO)	4,12	MEDIANA
	PUENTE RIO AGUAS CALIENTES (PTO CABELLO-VALENCIA)	4,9	MEDIANA
22	DISTRIBUIDOR EL PALITO (PTO CABELLO-MORON)	5,42	MEDIANA
	DISTRIBUIDOR EL PALITO (MORON-PTO CABELLO)	5,42	MEDIANA

Tabla 33: Listado de índices y rangos de vulnerabilidad de la autopista Valencia-Pto.Cabello.

Fuente: Marcano, Lugo

REPRESENTACION GRAFICA DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL TRAMO EN ESTUDIO DE LA AUTOPISTA VALENCIA-PUERTO CABELLO

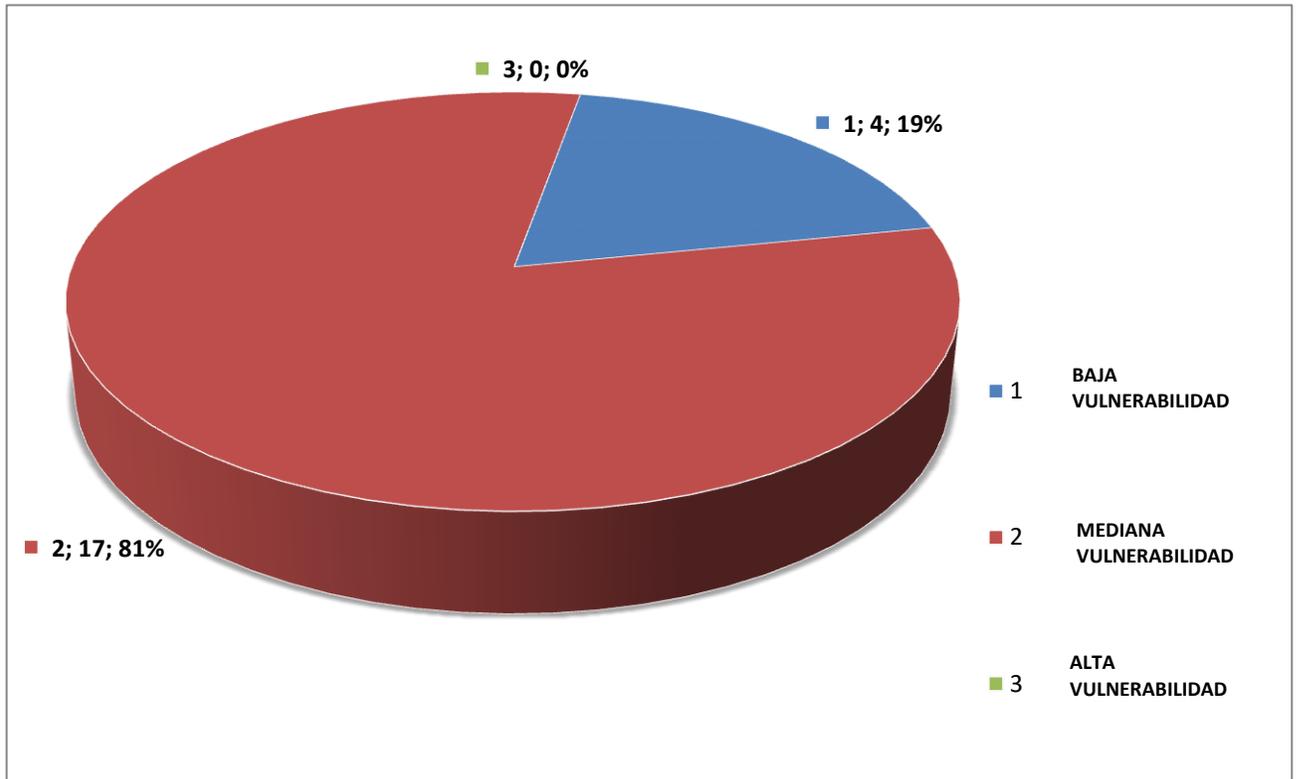


Figura 35: Porcentaje de rango de vulnerabilidad sísmica. Autopista Valencia-Puerto Cabello

Fuente: Marcano, Lugo

En el siguiente grafico se muestra de manera conjunta el rango de vulnerabilidad sísmica de las autopistas principales del Estado Carabobo.

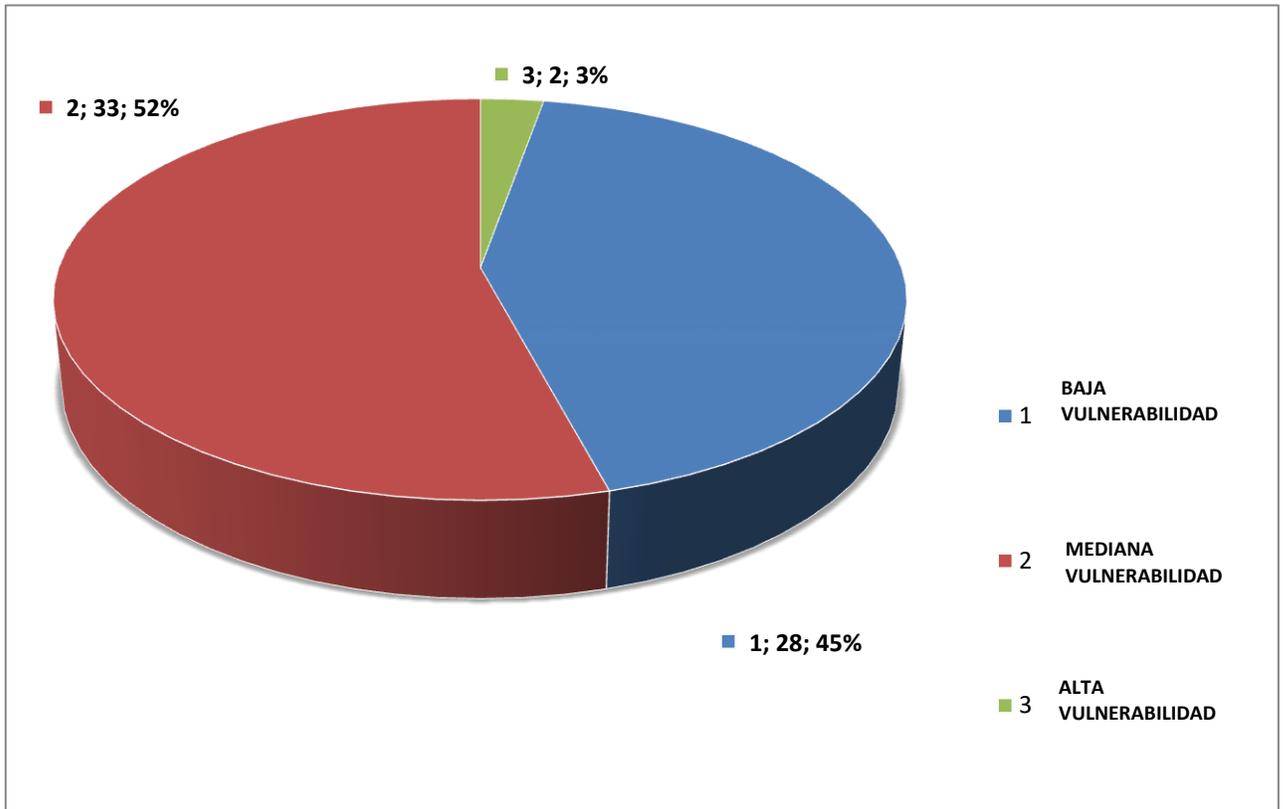


Figura 36: Porcentaje de rango de vulnerabilidad sísmica. Autopistas principales del Estado Carabobo

Fuente: Marcano, Lugo

Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Regional del Centro

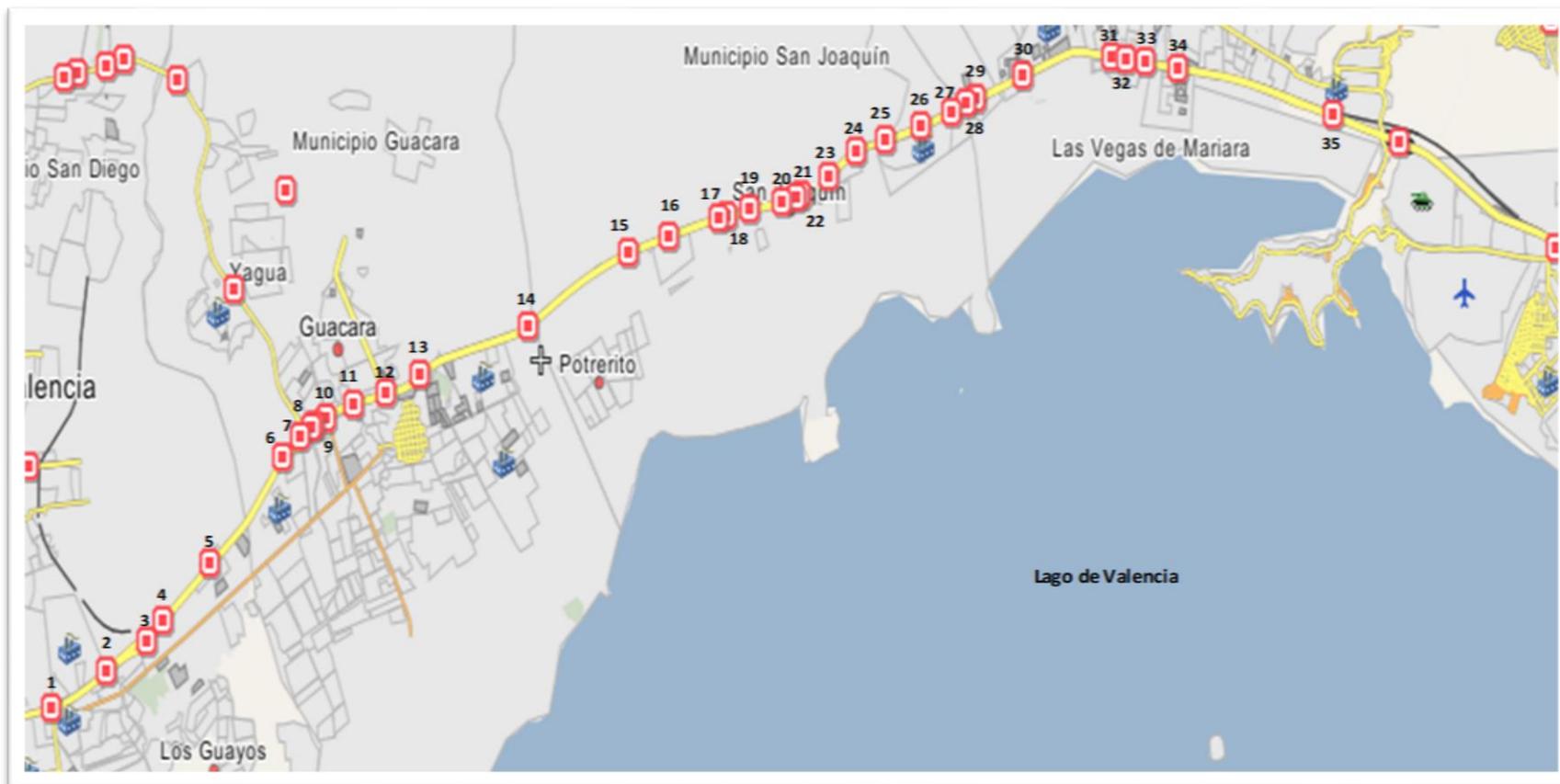


Figura 37: Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Regional del Centro



Figura 38: Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Regional del Centro

Fuente: Marcano, Lugo

Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Variante Bárbula-Guacara

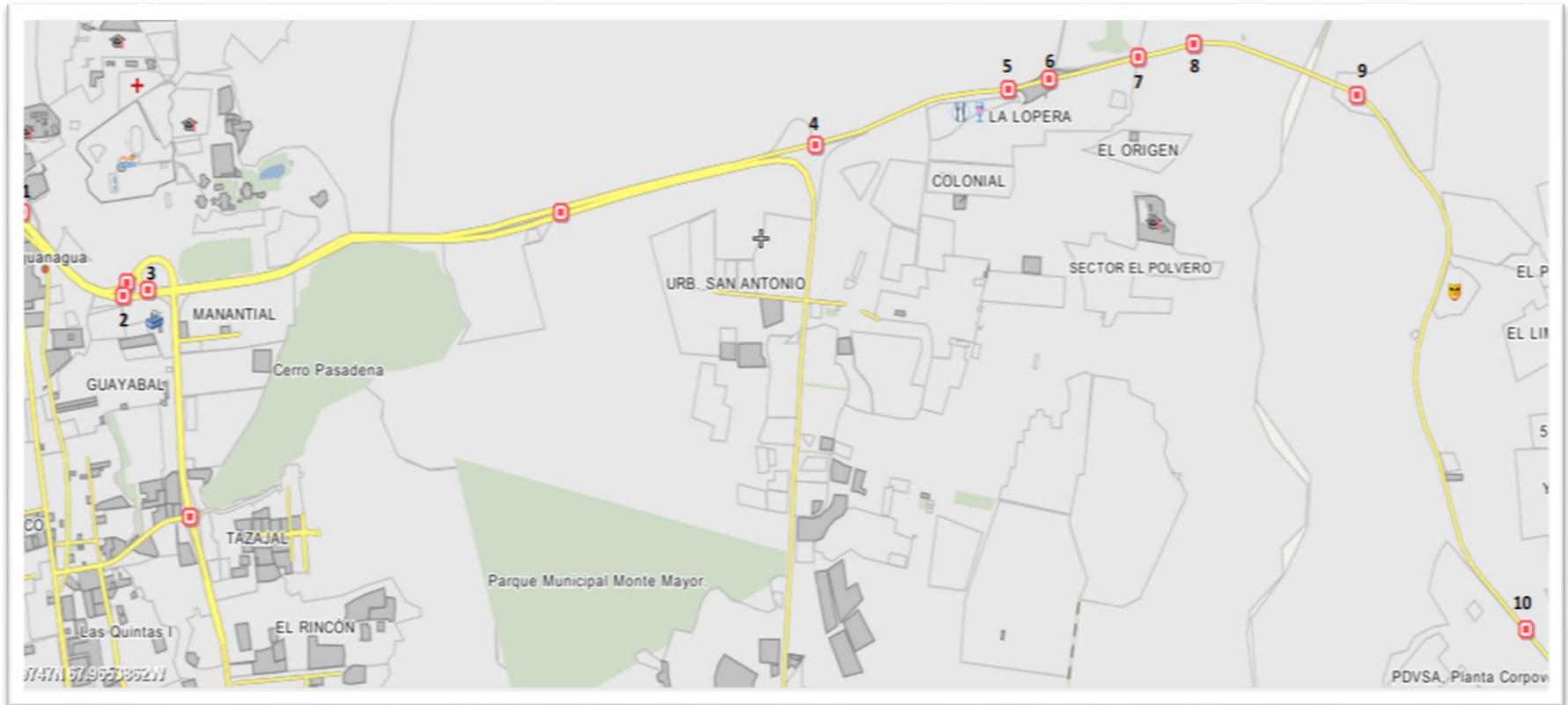


Figura 39: Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Variante Bárbula-Guacara

Fuente: Marcano, Lugo

Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Valencia-Campo Carabobo

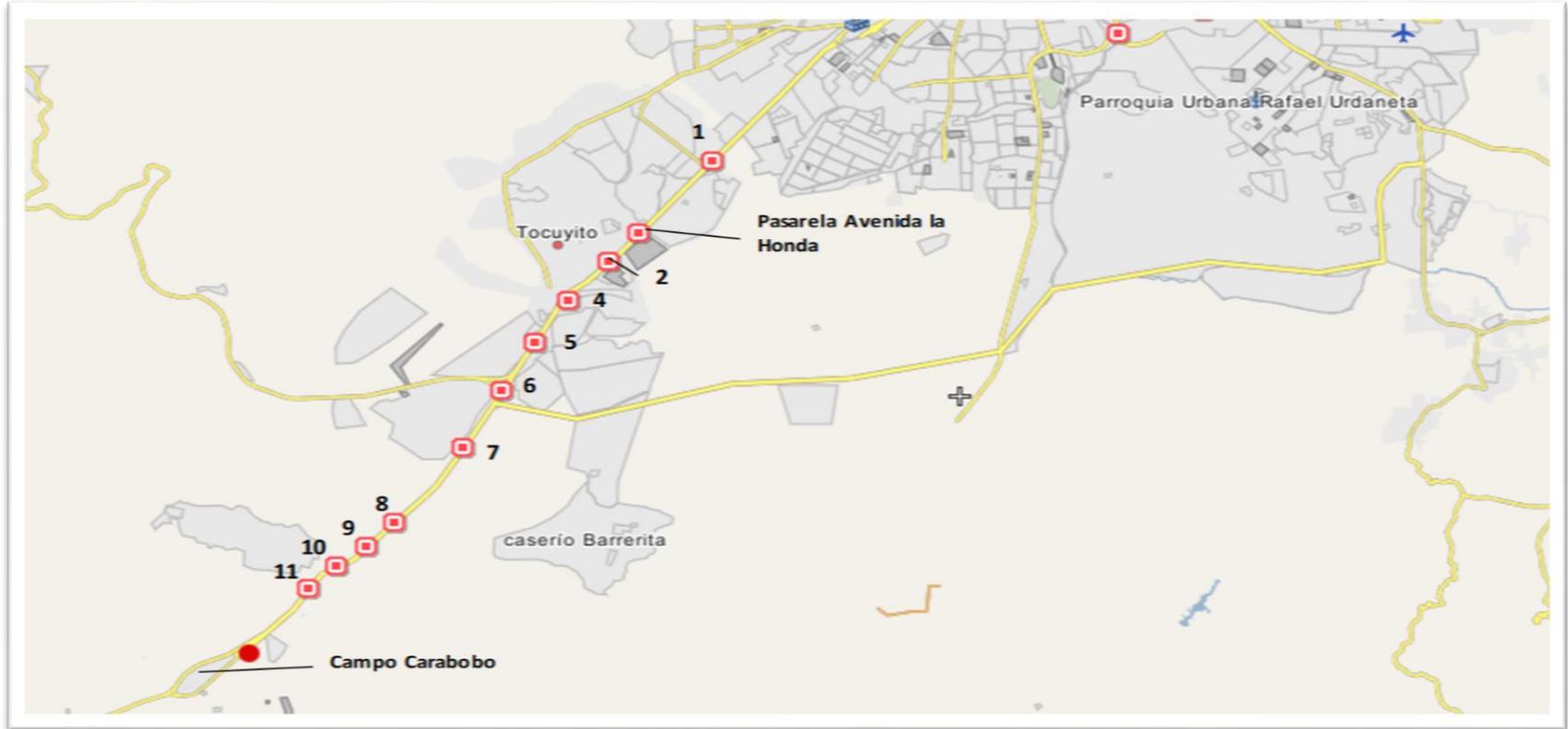


Figura41: Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Valencia-Campo Carabobo

Fuente: Marcano, Lugo

Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Valencia-Campo Carabobo



Figura42: Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Valencia-Campo Carabobo

Fuente: Marcano, Lugo

Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Valencia-Puerto Cabello

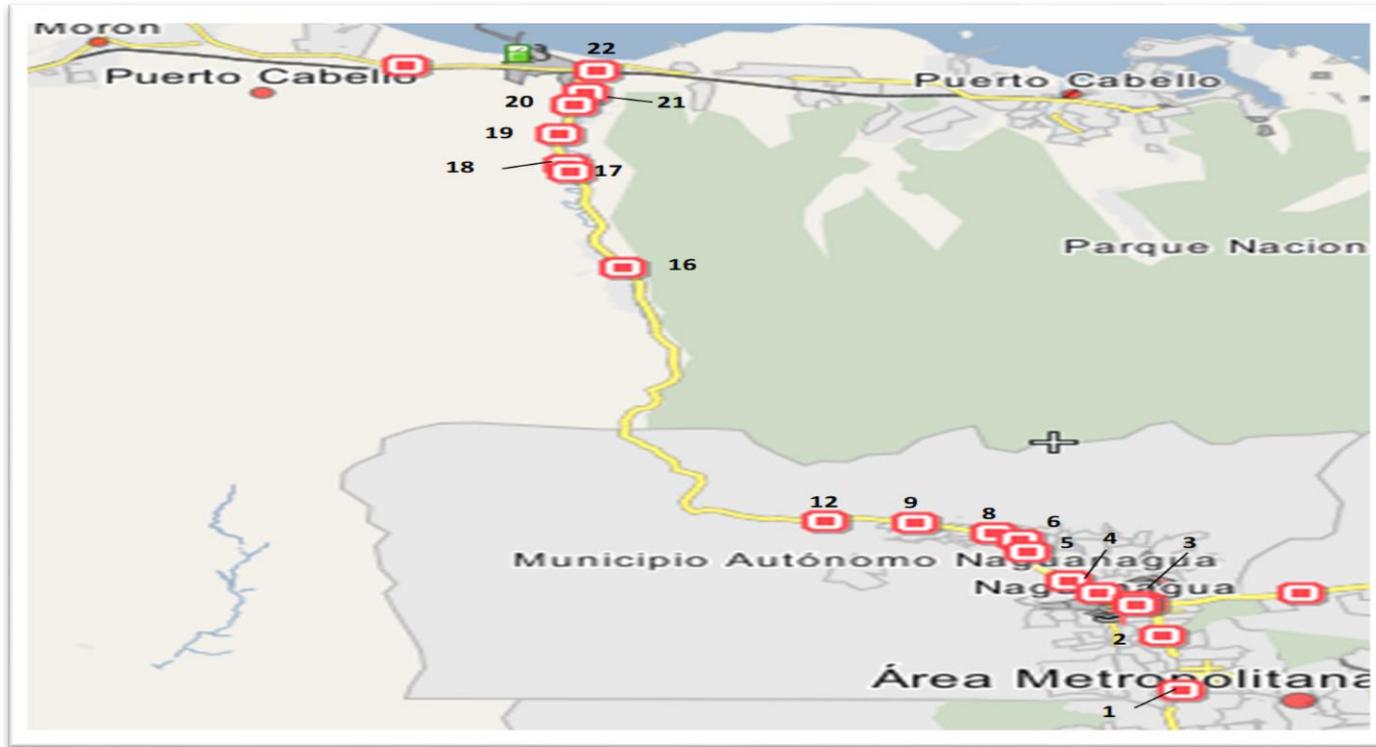


Figura43: Mapa de ubicación de las estructuras de paso de la Autopista Valencia-Puerto Cabello

Fuente: Marcano, Lugo

Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Valencia-Puerto Cabello



Figura44: Mapa de ubicación de las estructuras de paso de acuerdo a su rango de vulnerabilidad sísmica de la Autopista Valencia-Puerto Cabello

Fuente: Marcano, Lugo

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Las conclusiones en este estudio están dadas como consecuencia del cumplimiento de las fases, en este sentido y de esta manera después de realizar mediciones e investigaciones necesarias para determinar el índice de vulnerabilidad de las estructuras de paso inspeccionadas en la zona establecida, en base a la metodología elaborada por Vanessa Cegarra y Carlos Silva, de acuerdo a los resultados obtenidos cumpliendo con los objetivos planteados, se puede llegar a concluir lo siguiente:

- Mediante el uso de la Planilla de Evaluación para Estructuras de Paso (Determinación de Vulnerabilidad Sísmica) de inspección visual se lograron determinar los índices de vulnerabilidad, a pesar de ciertas limitantes como la dificultades para obtener el acceso a las estructuras de paso, además del desconocimiento sobre las características básicas de los mismos por parte de entes gubernamentales.
- Las estructuras de paso más encontradas dentro del área de estudio según la función que cumplen son los elevados, debido a que existe la necesidad principal de comunicar los poblados adyacentes a la autopista, y enlazarlas entre sí.

- La tipología estructural más evidenciada en el área de estudio, la constituyen las losas macizas de concreto (alcantarilla), lo que indica que la mayoría de las estructuras de paso conseguidas son de longitudes pequeñas, además de constituir principalmente drenajes.
- Las estructuras de paso más recientes son ubicadas en el tramo de la Variante Bárbula-Guacara creadas entre los años 1968-1982 y las más antiguas se consiguen en los demás tramos construidos antes de 1968. Las estructuras más vulnerables son encontradas en los tramos más antiguos debido al paso de los años, la falta de mantenimiento y a que en las normas de construcción actuales las especificaciones tienden a ser más estrictas que en las anteriores.
- El índice de vulnerabilidad más crítico encontrado en la zona de estudio fue en la estructura de paso Viaducto La Cabrera, verificando así la metodología aplicada debido a que es evidente el grado de deterioro en el que se encuentra el mismo.
- Se elaboraron mapas en los cuales se muestren los tramos estudiados con sus estructuras de paso identificadas, al igual que se señala de manera sencilla a la vista el grado de vulnerabilidad que posee la estructura.

RECOMENDACIONES

- La información recolectada por medio de las Planillas de Evaluación para Estructuras de Paso (Determinación de Vulnerabilidad Sísmica) debería ser vaciada en una base de datos la cual sea actualizada cada cierto tiempo, así al momento de necesitar información de una estructura de paso de alguno de los tramos estudiados pueda ser conseguida fácilmente.
- Crear una planilla de inspección según el tipo de estructura, así se obtendrían datos más específicos de las inspecciones para luego realizar estudios más detallados que arrojen resultados necesarios para realizar mejoras en las estructuras de paso.
- Hacer uso de la base de datos recolectada de las estructuras de paso, para realizar un estudio más riguroso, el cual tome en cuenta la funcionabilidad de la estructura luego de ocurrir un evento sísmico.
- Es recomendable que los entes gubernamentales establezcan prioridades al momento de determinar cuales serían las estructuras de paso más vulnerables. Para así implantar medidas de mantenimiento y/o mejoras necesarias para garantizar y alargar la vida útil de la estructura.
- Por último se recomienda evaluar detalladamente la estructura de paso Viaducto La Cabrera la cual arrojó una vulnerabilidad alta y debe ser atendida con prioridad ya que es una vía importante que comunica la ciudad de Valencia y todas las poblaciones ubicadas en la zona central.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico. FUNVISIS, Departamento

2. Trabajo de investigación de las estructuras de paso de la red vial principal del estado Carabobo en el año de 1996. Secretaria de Infraestructura del Estado Carabobo (SINFRA).
3. Diseño de metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en puentes, elevados y viaductos. Cegarra Vanessa, Silva Carlos, Año 2011.
4. CARRILLO, JULIÁN.EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS UTILIZANDO UN DISEÑO POR DESEMPEÑO. Dyna, Vol. 75, Núm. 155, julio, 2008, pp. 91-102 Universidad Nacional de Colombia.
5. Aplicación Google Earth
6. www.wikimapia.org
7. <http://www.a-venezuela.com/mapas/map/html/viales/carabobov.html>
8. http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/CARRETERAS/NORMATIVA_TECNICA/OBRAPASO/
9. http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/Articulo_sobre_vulnerabilidad.pdf
10. <http://geologiavenezolana.blogspot.com/2012/01/fallas-geologicas-de-importancia-en.html>
11. http://www.funvisis.gob.ve/ae_cedi.php
12. <http://geology.com/usgs/liquefaction/>
13. <http://www.mines.unr.edu/museum/activities/Soil%20Liquifaction.pdf>
14. <http://www.columbiarivercrossing.org/ProjectInformation/ResearchAndResults/SeismicVulnerabilit.as>

ANEXOS