

**MODELACION DE PUENTE PEATONAL EN ACERO PARA LA MEJORA DE LA
MOVILIDAD PEATONAL DEL SECTOR DE LA AVENIDA 68 ENTRE CALLES 63 Y 64**

**SEBASTIAN CAMILO HERNANDEZ SALAZAR
ANDRES FELIPE RAMOS ARENAS**

TRABAJO DE GRADO COMO OPCIÓN PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

**ASESOR DISCIPLINAR:
ING. JULIO OSWALDO TORREZ SUAREZ**

**ASESOR METODOLOGICO:
LIC. LAURA MILENA CALA CRISTANCHO**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

2015

**2015 MODELACION DE PUENTE PEATONAL EN ACERO PARA LA MEJORA DE LA
MOVILIDAD PEATONAL DEL SECTOR DE LA AVENIDA 68 ENTRE CALLES 63 Y 64**

**SEBASTIAN CAMILO HERNANDEZ SALAZAR
ANDRES FELIPE RAMOS ARENAS**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

2015

Contenido

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GENERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4. ANTECEDENTES	13
5. MARCO REFERENCIAL	17
5.1 MARCO CONCEPTUAL.....	17
5.1.1 Movilidad peatonal	17
5.1.2 El peatón.....	18
5.1.3 Puente Peonatal	19
5.1.3.1 Materiales de los puentes.....	19
5.1.4 Diseño de puentes	20
5.1.4.1 Características de localización:	20
5.1.4.2 Seguridad del tráfico.	20
5.1.4.3 Entorno.	21
5.1.4.4 Utilidad y Durabilidad.....	21
5.1.4.5 Deformaciones.	22
5.1.4.6 Consideración de Futuras Ampliaciones.	22
5.1.5 Software para modelación estructural	23
5.2 MARCO GEOGRÁFICO	24
5.3 MARCO LEGAL	25
6. DISEÑO METODOLOGICO	26
6.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	26
6.1.1 Sub línea de investigación.....	26
6.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	26
6.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	26
6.4 HIPÓTESIS.....	27
6.5 VARIABLES	27
6.6 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	27

Fase 1. Identificación de las causas actuales de deterioro del puente.	27
Fase 2. Descripción detallada de la geometría del puente peatonal.....	28
Fase 3. Modelación de la alternativa de diseño del puente.	28
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
7.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE DETERIORO.....	30
7.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA GEOMETRÍA DEL PUENTE	37
7.3. MODELACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO DEL PUENTE	41
8. CONCLUSIONES	54
9. RECOMENDACIONES	56
10. BIBLIOGRAFIA	57
11. ANEXOS	59
Anexo 1.....	59
Anexo 2.....	69
Anexo 3.....	76
ANEXO 4. DISEÑOS	84
ANEXO 5. STEELDECK.....	85
ANEXO 6. PLANOS	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Marco legal	25
Tabla 2.Variables	27
Tabla 3.Clasificación de Fisuras según ASOCRETOS	34
Tabla 4. Resultados Aforo 1	35
Tabla 5.Resultados Aforo 2.	35
Tabla 6.Resultados Aforo 3.	36
Tabla 7.Perfiles utilizados.	39
Tabla 8.Perfiles utilizados para la Modelación de Puente Peatonal en Acero.	41
Tabla 9. Tipos de carga que afectan el puente propuesto.....	42
Tabla 10.Combinaciones de carga de acuerdo con el asesor disciplinar de la investigación.	42
Tabla 11. Avaluó de cargas.	43
Tabla 12. Selección de PB para Sotavento para Cerchas, Columnas y Arcos.	44
Tabla 13. Elección de Fpga.	46
Tabla 14.Elección de Fa.....	46
Tabla 15. Elección de Fv.....	47
Tabla 16. Desplazamientos máximos de la estructura.....	50
Tabla 17.Valores para la corrección por análisis dinámico.....	51
Tabla 18. Valores de entrada para la corrección por análisis dinámico.....	51
Tabla 19. Verificación Dinámica.....	51
Tabla 20. Desplazamientos máximos del modelo luego de la corrección.	53
Tabla 21.Datos de entrada elaboración espectro de diseño	59
Tabla 22.Datos para construcción de grafica espectro de diseño.....	59
Tabla 23.Desplazamientos.....	69
Tabla 24. Desplazamientos máximos luego de las correcciones.	76

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Localización de puente peatonal.</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 2. Grieta en el concreto estructural del puente peatonal en estudio. ..</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 3. Grietas en conexiones de escaleras.</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 4. Deterioro en la losa de concreto.</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 5. Losa puente peatonal en estudio.</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 6. Escaleras (Dificultad para el tránsito peatonal).</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 7. Dificultad para el tránsito peatonal.</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 8. Planta puente peatonal en estudio y dimensiones de los elementos estructurales en metros (m).</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 9. Modelo 3D Puente AV 68 entre calles 63 y 64 (Losa, estribos y escalera).</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 10. Espectro de aceleraciones.</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 11. Comprobación de Derivas.</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 12. Chequeo de los elementos estructurales del modelo propuesto. ..</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 13. Comprobación de Derivas luego de la corrección.</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 14. Chequeo de los elementos estructurales luego de la corrección. ..</i>	<i>52</i>

LISTA DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Ancho Efectivo.</i>	<i>36</i>
<i>Ecuación 2. Resultado Ancho Efectivo.</i>	<i>36</i>
<i>Ecuación 3. De la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14... </i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 4. 3.8.1.2.1-1 De la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES – LRFD – CCP 14</i>	<i>44</i>
<i>Ecuación 5. Primera región de espectro de aceleraciones</i>	<i>48</i>
<i>Ecuación 6. Segunda región espectro de aceleraciones.....</i>	<i>48</i>
<i>Ecuación 7. Tercera región espectro de aceleraciones.....</i>	<i>48</i>

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la zona de la avenida 68 entre calles 63 y 64, se encuentra un puente peatonal utilizado por las diferentes personas que transitan en este sector que desarrollan diferentes actividades, por ejemplo actividades físicas en el parque metropolitano Simón Bolívar, actividades académicas por los dos colegios ubicados en esta zona que son el Colegio Cafam y el Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José De Caldas y otras actividades realizadas por las entidades ubicadas en esta zona como lo son la Cruz Roja y el Instituto de Bienestar Familiar.

Es así, que los habitantes y transeúntes del sector para poder atravesar la avenida 68 hacen uso de este puente, el cual tiene como principal inconveniente que solo tiene escaleras y por tanto, no cuenta con el apoyo de rampas, esto hace que tanto las personas de tercera edad como las personas discapacitadas, se les dificulta su movilidad por este sector a causa de la ausencia de rampas, además de dificultar su paso, a veces requieren en algunos casos de la ayuda de otras personas para poder hacer uso de él.

Se evidencia también problemas estructurales como fisuras en vigas y columnas además de que en la placa de concreto se encuentra un agujero en la mitad de la misma, haciendo aclaración que no es una falla, sino que por el contrario, se denota que es más un problema constructivo, a simple vista y para el ojo inexperto, da una sensación de ser o parecer peligroso e inseguro, para quienes allí transitan.

Este puente en las horas pico, cuando los estudiantes de los colegio terminan su horario escolar es usado por una cantidad considerable de personas, puesto que, en esa zona es el sendero peatonal más cercano para poder atravesar la avenida 68, siendo esta una de las avenidas más transitadas de Bogotá. A pesar de que hay un semáforo en este sector también cercano (alrededor de unas 4 o 5 cuadras) es muy complicado de usar puesto que el tiempo para los peatones es muy corto y hay movimientos vehiculares (de giros tanto en sentido de la calle de sentido occidente oriente, para tomar la avenida en sentido sur-norte, como de la avenida en sentido sur-norte para tomar la calle en sentido oriente occidente), que así el semáforo este en verde para los peatones, requiere que empleen carreras maratónicas para pasar la avenida, puesto que los conductores omiten la luz del semáforo y siguen su camino, haciendo caso omiso de las señales de tránsito sin importarles los daños a terceros.

Es así que teniendo en cuenta el Decreto Distrital 319 de 2006 “Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital, plantea en el Artículo 9. Objetivos de la acción sobre la infraestructura vial y vial peatonal. La construcción de vías destinadas al tránsito de peatones y ciclo usuarios, como redes peatonales, andenes, alamedas, y ciclo rutas, con diseños ajustados a condiciones de seguridad mutua de los peatones -incluyendo personas limitadas- y de los ciclo usuarios y que

resulten ambientalmente amigables. Se preferirán las soluciones a nivel para el cruce de peatones y ciclo usuarios cuando sea técnicamente posible”¹. Consideramos que es importante realizar la intervención y propuesta de mejoramiento de este puente, puesto que es un medio de movilidad de gran importancia para los transeúntes y visitantes del sector y por tanto, se puede colaborar con un servicio que es de gran ayuda para un sector poblacional alto, demostrando así los conocimientos adquiridos durante nuestra labor académica en la universidad y poniéndolos en práctica al servicio de la comunidad.

De acuerdo a lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar la movilidad peatonal del sector de la avenida 68 entre calles 63 y 64?

¹Secretaría distrital de planeación. – Dirección de Vías, Transporte y Servicios Públicos [en línea]. (ene., 2012). Disponible en: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/OrdenamientoTerritorial/ViasTransporte/Noticias/ASPECTOS_PEATONALES_Y_DE_INTE_RMODALIDAD.pdf> [citado en 19 de febrero de 2015].

2. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, se ha venido presentando en el sector de la Avenida 68 # 64-65, la existencia de problemas relacionados con los diseños urbanos, pues se conoce que este sector posee una red vial amplia, lo cual hace que los peatones se vean enfrentados a diversos factores de riesgo (como es el caso de la inseguridad entre otros temas), y por otra parte se observa a los conductores que constantemente tienen que luchar con los peatones, gracias a las acciones arbitrarias que se generan en el tramo de red vial².

Según las encuestas realizadas en el sector mencionado anteriormente, por el lado de los conductores se encuentra que existe una preocupación en aumento, ya que se ha venido incrementando la tasa de accidentalidad debido a la falta de planeación urbana.

Los accidentes vehiculares, se encuentran en segundo grado de importancia para los encuestados, ya que afectan la movilidad de tránsito y afecta también el nivel de servicio de la vía, es decir, el confort, la libertad de maniobrabilidad, entre otros aspectos de movilidad. Según datos divulgados por el Fondo de Prevención Vial, los puentes peatonales son importantes para la comunidad, ya que haciendo un buen uso de ellos se pueden evitar accidentes viales, que podrían costar la vida de muchos; sin embargo, en algunas ciudades del país, aunque están construidos los puentes, estos no son usados³.

En el 2008, según el Fondo de Prevención Vial: “En Colombia las muertes en accidentes de tránsito significaron la pérdida de 173.183 años de vida potenciales y los heridos 50.806 años de vida saludables perdidos”. En lo que va corrido del año la tasa de accidentalidad ha disminuido gracias a la utilización correcta de los puentes peatonales y a las campañas de seguridad vial realizada no solo en Barranquilla sino en todo el país. Los puentes fueron construidos entre el 2001- 2003 en la administración de Anwar María según el Área Metropolitana de Barranquilla⁴.

De acuerdo a la información obtenida por los resultados de las encuestas del estudio presentado en el artículo referenciado anteriormente, se puede evidenciar que los puentes que se han construido hasta el momento, no logran satisfacer las necesidades del peatón y se debe ir tras la consecución de un diseño o prototipo que no use luces largas y que su ruta sea lo más optimizada posible, más sin embargo, el problema también se genera por falta de civismo por parte de los peatones, los cuales actúan de

² CULTURE+PLUS. “La importancia de los puentes peatonales”.

Internet: (<http://culture-plus.blogspot.com/2009/11/la-importancia-de-los-puentes.html>).

³ Ibíd.

⁴ Ibíd.

forma arbitraria y finalmente terminan por causar los problemas narrados al principio de esta justificación.

Finalmente al diseñar un puente peatonal que logre subsanar los problemas de movilidad, seguridad, entre otros, podrá servir de apoyo a diversos profesionales y estudiantes de ingeniería civil, que estén vinculados al diseño estructural de puentes peatonales en los distintos lugares de la ciudad de Bogotá D.C. y el país, en donde se presentan los mismos inconvenientes o de mayor gravedad.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de solución que mejore la movilidad peatonal en el puente peatonal ubicado en la Avenida 68 entre las calles 63 y 64.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las patologías por la cual el puente peatonal ubicado en la Avenida 68 entre calles 63 y 64 se encuentra en estado de deterioro.
- Describir detalladamente la geometría del puente peatonal de la Avenida 68 entre calles 63 y 64.
- Modelar una alternativa de diseño de puente peatonal que responda a la problemática presentada en el puente peatonal ubicado en la Avenida 68 entre calles 63 y 64.

4. ANTECEDENTES

La determinación de la necesidad de un puente peatonal usualmente no depende del diseñador, sino que muchas veces se establece de acuerdo con las condiciones del flujo vehicular que va a cruzar, y en la mayoría de las ocasiones los puentes peatonales son construidos por petición de los futuros usuarios, inversiones que en algunos casos se vuelven innecesarias ya que no se les da el uso adecuado a tales estructuras. Para el fin de esta investigación se usará el término de puentes peatonales para la estructura diseñada en acero que va a tener la función de separar el contacto directo entre peatón, conductor y reducir el tiempo que gasta un peatón en cruzar el tramo de red vial ubicado en el sector de la Avenida 68 # 64-65.

Adriana Jimena García Idárraga y Lina María Suárez Idárraga en su tesis “Estudio del uso de los puentes peatonales avenida del ferrocarril, avenida 30 de agosto y avenida las Américas municipio de Pereira (Risaralda)”⁵, tiene como objetivo “investigar los motivos por los cuales los puentes peatonales son poco usados por la población colombiana”. Para ello se presentan a continuación las conclusiones a las que llegaron por medio de esta investigación.

En primera instancia la investigación muestra que las ciudades modernas, a diferencia de las grandes ciudades de la antigüedad, no se diseñaban para el peatón. Ejemplo claro de esto es que en la gran mayoría de ciudades se reduce el tamaño de los andenes para ampliar las vías de paso de los vehículos, y en muchas ocasiones el conjunto de elementos de modelamiento urbano que se ubican sobre los andenes reducen su capacidad⁶.

Sin embargo, en la última década se han realizado campañas de educación peatonal en nuestro país encabezadas por Antanas Mockus, con el fin de propiciar un adecuado uso de los pasos peatonales (cebras), semáforos y puentes, pero al mismo tiempo el desarrollo que ha tenido la región, se ha visto reflejado en el incremento del parque automotor que transita dentro de las ciudades, lo cual ha ocasionado que se dificulte la circulación de los peatones, especialmente en las Avenidas.

Por lo anteriormente mencionado se hace necesario pensar que al momento de realizar un diseño o modelación estructural de un puente metálico se deben considerar algunos aspectos, tales como, diseñar para el peatón, es decir, lograr recrear las vivencias diarias a las que se ve enfrentada la comunidad, quienes finalmente serán los que juzguen el proyecto, por ello es esencial diseñar en

⁵ GARCIA, Adriana Jimena y SUAREZ, Lina María. Estudio del uso de los puentes peatonales avenida del ferrocarril, avenida 30 de agosto y avenida las Américas municipio de Pereira (Risaralda).P.2.

⁶ Ibíd., p. 2.

procura de garantizar el bienestar de los mismos, reducir al mínimo el tramo de longitud del puente, reducir las escaleras, para minimizar el deterioro físico de los peatones que crucen por dicho puente.⁷

Por otro lado, concluyen que se entiende por peatón “cualquier persona que va a pie, y sus acciones son menos predecibles que las de los conductores”. Por este motivo se debe tener en cuenta su desenvolvimiento en el tráfico, que cada vez es mayor, para realizar diseños que permitan movimientos ordenados y seguros para los peatones.⁸

En segunda instancia las ingenieras concluyen que, la concepción de puentes peatonales se entienden como una obra que permite la separación permanente del flujo vehicular con el peatonal, es decir, que estos flujos pueden ubicarse en un mismo lugar sin que se presente ninguna interferencia entre ellos, lo que disminuye el riesgo de accidentes entre vehículos y peatones.⁹

Para el fin de esta investigación se entenderá por peatón a la persona que transite a pie y que se ve afectada diariamente por los inconvenientes planteados en la justificación, es decir, que sufren accidentes por evitar transitar el puente peatonal y que terminan en afectar su integridad física y por otro lado el flujo vehicular.

Por otra parte, el Ingeniero Rodríguez en su trabajo de grado “Diseño y Simulación de un puente de acero mediante SAP-2000”¹⁰, 2 de enero de 2010 recomienda que el estudio teórico abarcará los principios mecánicos de diseño estructural basados en el método de cálculo de cadena abierta utilizando las tablas de Richard Guldán, las cuales ayudarán al cálculo de estructuras a porticadas y vigas continuas acarteladas.

Es así que el ingeniero Rodríguez plantea que, “los puentes peatonales son trascendentales, debido a que permite al peatón cruzar ciertas zonas en donde la circulación vehicular dificulta el paso por el alto tránsito Vehicular o donde la colocación de un semáforo no es factible por ser una vía de Circulación rápida u autopista”¹¹.

Rodríguez concluye que el puente peatonal sería una respuesta a una demanda surgida principalmente por situaciones urbanas propias del crecimiento de una ciudad. En el caso del desarrollo de la infraestructura vial en el sector de la Avenida 68 # 64-65, donde el corredor vial es considerablemente amplio como

⁷ Ibíd., p. 5.

⁸ Ibíd., p.9.

⁹ Ibíd., p.32.

¹⁰ RODRIGUEZ, Danilo. Diseño y modelación de un puente de acero mediante SAP-2000.P.1.

¹¹ Ibíd., p.1

para que los peatones puedan cruzarlo en condiciones normales y debido a que la vía fue diseñada para una velocidad de operación bastante alta se puede concluir que el diseño de puentes peatonales en acero se han convertido a solucionar problemas netamente urbanas propio de la ciudad.¹²

Desde el punto de vista de diseño estructural del Ingeniero concluye que es de vital importancia conocer las especificaciones del libro “Especificaciones Técnicas para la Construcción de un Puente Peatonal de Estructura Metálica”, con los fines de seleccionar características geométricas que se ajusten al terreno en donde se desea construir dicho puente peatonal.¹³

Finalmente, de acuerdo a las conclusiones presentadas por las dos investigaciones señaladas se puede decir que le aporta a esta investigación las siguientes reflexiones. Según García Idarraga y Suarez, es de vital importancia la consecución de información existente sobre los puentes peatonales y visita de campo e inspección de cada puente para determinar sus características. Otras actividades a llevar a cabo en el desarrollo de este proyecto son: determinación del flujo peatonal a través los conteos y observaciones para conocer el comportamiento de los peatones. Procesamiento de la información por medio de herramientas estadísticas, análisis y proposición de alternativas.

De esta manera para el desarrollo de este trabajo de investigación se tendrá en cuenta algunos puentes diseñados con el fin de mejorar el diseño estructural para cubrir así las demandas que los usuarios requieran. Esto se hace por medio de inspecciones de los puentes existentes para minimizar errores, este chequeo se hace con el único fin de comparar diversas estructuras metálicas que se encuentren en la ciudad para obtener detalles de cada una de ellas para luego modelar un diseño corrigiendo los errores o mejorando las cualidades hallados en cada una de las estructuras analizadas y lograr así un puente peatonal que se acerque aún más a la solución de las necesidades de la comunidad.

Los trabajos de grado mencionados anteriormente brindan la posibilidad de encaminar esta investigación, puesto que, presenta temas de interés tales como peatón, puente, movilidad y diseños estructurales y la relación entre ellos mismos.

De acuerdo a las proposiciones planteadas por los autores se logra evidenciar concordancia en cuanto a que la modelación estructural de un puente estructural debe ir de la mano con el desarrollo urbano de la zona a donde se ha de desarrollar la obra, nace de las necesidades del peatón, por ende, se debe modelar un puente peatonal que sea eficiente, garantizar el confort, realizar estructuras seguras y devolver el espacio peatonal que se ha venido perdiendo en las ciudades modernas gracias a la ampliación de algunas vías del país.

¹² Ibíd., p.3.

¹³ Ibíd., p.69.

Por otro lado, los investigadores aportan a la presente investigación desde el punto de vista de diseño que se debe usar el programa de SAP 2000, debido a que este es un programa versátil y que ofrece un manejo más simplificado y desde luego la obtención de datos que este brinda deben ser reales o en lo posible acercarse a ella. Los autores también concuerdan en el tema de seguridad el cual expone que los puentes se deben modelar para reducir principalmente accidentes de tránsito, debido a que, los puentes son estructuras que separan el flujo vehicular con el flujo peatonal, pues estos interactuaban simultáneamente y al no existir dichas estructuras se arriesgaba la vida de ambos frentes (peatón- vehículo).

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

En Bogotá D.C. la población como peatón necesita espacios para poder transitar y movilizarse de manera segura. Para esto se hace necesaria la existencia de tramos artificiales o naturales. A continuación se mencionarán conceptos relacionados con la movilidad peatonal y como se puede lograr una movilidad segura.

5.1.1 Movilidad peatonal

“La movilidad peatonal se da a partir de la decisión de viajar de los individuos para suplir sus intereses o necesidades de carácter familiar, social y cultural”¹⁴, para que esta se logre es necesario diversos espacios y normas.

Lo más importante para generar la movilidad es el espacio público, este se define como “El campo comunitario, colectivo, donde los ciudadanos interactúan socialmente. Por ser una construcción social en la que prima el interés general sobre el particular, además de reconocerse como un derecho a partir de la Constitución Política de 1991”¹⁵, esto de acuerdo a la cartilla “COMPORTAMIENTOS POSITIVOS Y SEGUROS EN LA VIA: PEATONES” de la Secretaría de Movilidad de Bogotá.

Dentro del espacio público se encuentran elementos para desarrollar la movilidad peatonal, donde el peatón pueda sentirse cómodo y seguro. Estos pueden ser espacios naturales o artificiales.

En los espacios artificiales, para la movilidad peatonal, se encuentra:

- **Vía:** “es un espacio abierto al público que permite el tránsito de personas, animales y vehículos”.
- **Ciclo rutas:** “vías reservadas para el tránsito exclusivo de bicicletas, patinetas y otros medios alternativos de transporte”.
- **Andenes y Alamedas:** “son espacios diseñados y dedicados a la circulación exclusiva de peatones”.

¹⁴ DESARROLLO URBANO. Cartilla: guía práctica de la movilidad peatonal urbana [en línea]. Disponible en:<
<http://www.pactodeproductividad.com/pdf/guiageneralsobreaccesibilidad.pdf>> p.13[citado en 13 de septiembre de 2015]

¹⁵ SECRETARIA DE MOVILIDAD DE BOGOTA. Cartilla: comportamientos positivos y seguros en la vía: peatones [en línea]. (2011). Disponible en:
<http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/Cartilla%20Peatones.pdf> p. 3 [citado en 11 de abril de 2015]

- **Pasos peatonales:** “puentes o túneles contruidos para separar los flujos vehiculares de los peatonales en zonas que puedan ser riesgosas para quienes de movilizan a pie”¹⁶.

Cuando es necesario desplazarse de un andén a otro y solo es posible lograrlo atravesando la vía vehicular se hace necesario elementos de regulación vehicular como semáforos o señales de tránsito.

Los semáforos permiten regular el tránsito y el paso peatonal. Se encuentran diferentes tipos de semáforos:

- El semáforo vehicular le permite al conductor cuando debe seguir o parar, se utilizan tres colores, el rojo para detenerse, el amarillo para prevenir el cambio de color, y el verde donde le permite al conductor seguir su trayecto.
- El semáforo peatonal, solo utiliza dos colores: el rojo para que el peatón permita el paso de vehículos y el verde para poder desplazarse a su destino.

5.1.2 El peatón

De acuerdo a la Secretaría de Movilidad y a su cartilla “Peatón es la persona que transita a pie por la vía o por terrenos de uso público o particular. Es también quien lleva un coche de bebé, o impulsa cualquier tipo de vehículo de menor tamaño como por ejemplo una silla de ruedas. De igual manera, son peatones las personas con algún tipo de limitación física, psíquica o sensorial para su movilidad”¹⁷.

“Los actores de la vía somos todos aquellos que hacemos uso de las vías para desplazarnos de un lugar a otro. La vía, al ser parte integrante del espacio público, representa un espacio de interacción en el que el logro de la concertación y la armonía entre todos los que convergen en ella es una de sus principales características”¹⁸. De acuerdo a lo anterior los peatones son responsables de lo que pase y lo que les pasa a los demás, según la cartilla del IDU los peatones se rige por la ley 769 de 2002, conocida como el Código Nacional del Tránsito Terrestre¹⁹ donde en el artículo 55 habla sobre el comportamiento de los participantes de la movilidad, esta menciona sobre que el que participe en la movilidad debe comportarse en una forma donde no perjudique o ponga en riesgo a las otras personas, puesto que, si no cumplen las normas de movilidad serán sancionados. Para la exclusividad del peatón los artículos 56 al 59 son las normas que lo rigen.

¹⁶ Ibid., p.3.

¹⁷ Ibid., p.7.

¹⁸ Ibid., p.7.

¹⁹ BOGOTÁ. RÉGIMEN LEGAL DE BOGOTÁ D.C. Ley 769 (6, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá, 2002. No. 44893. Artículo 55.

5.1.3 Puente Peatonal

De acuerdo al Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) “El puente peatonal o, como construcción cerrada, permite el paso de peatones sobre vías de tráfico. Se pueden construir en diferentes tipos de materiales. En la ciudad de Bogotá, los nuevos puentes cuentan con materiales tales como acero, aluminio, hierro y sus bases en concreto, estos son estáticos, sísmo resistentes y de diversos tamaños que dependen en gran parte de la carga de tráfico particular que ha de soportar, como también de la distancia de la vía, lado a lado”²⁰.

5.1.3.1 Materiales de los puentes

Los materiales principales para la construcción de un puente peatonal son el concreto y el acero, este último no solo como refuerzo para el concreto sino como material principal de la estructura, el concreto solo se utiliza en las bases del puente para que el puente obtenga un mejor anclaje al suelo.

El concreto se define como la mezcla de cemento (material adhesivo), agua y agregados (arena y gravas), para elaborar un material artificial que sea resistente a compresión y cargas de gran dimensión de la estructura a soportar.

El acero es la aleación entre hierro y carbono, pero en algunos casos se combinan el cromo y el níquel para usos específicos. En Colombia el acero comercial para estructuras metálicas es el acero ASTM A 36 donde sus propiedades de esfuerzo de fluencia ($f_y = 250 \text{ MPa}$) y su esfuerzo último ($f_u = 400 \text{ MPa}$)²¹ nos permite la facilidad de manejo. También se utiliza el acero ASTM A500 grado C donde tiene propiedades de esfuerzo de fluencia (f_y) es de 345 MPa y su esfuerzo último (f_u) es de 425 MPa ²² que a comparación del Acero ASTM A 36 es más resistente.

El acero estructural A36 se produce bajo la especificación ASTM A36. Abridando los perfiles moldeados en acero al carbono, placas y barras de calidad estructural para clavados, atornillados, o soldados de la construcción de puentes, edificios, y estructuras de diferente propósitos.

El acero A- 36 tiene como esfuerzo de fluencia mínimo de 36ksi. Además, es el único acero que puede obtenerse en espesores mayores a 8 pulgadas, aunque estas placas como excepción, solo están disponibles con esfuerzo de fluencia mínimo inferior especificado, siendo este 32ksi²³.

²⁰ INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO [en línea]. Disponible en: <http://www.idu.gov.co/web/guest/puentes_peatonales> [citado en 11 de abril de 2015]

²¹ FERROCORTES [en línea]. Disponible en: <<http://www.ferrocortes.com.co/laminas/lamina-calidad-estructural-astm-a36>> [citado en 13 de septiembre de 2015]

²² DISTRIBUIDOR MAYORISTA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN [en línea]. Disponible en:<http://www.coval.com.co/pdfs/manuales/man_colmena_linea_estructural.pdf> [citado en 13 de septiembre de 2015]

²³ FERROCORTES [en línea]. Disponible en: <<http://www.ferrocortes.com.co/laminas/lamina-calidad-estructural-astm-a36>> [citado en 11 de abril de 2015]

“Los tubos estructurales o perfiles tubulares (denominados también HSS; Hollow Structural Sections, a nivel internacional), son fabricados bajo la norma americana ASTM A 500/A 500M - 07 en grados A, B y C”²⁴.

Estos materiales son esenciales para el desarrollo del puente peatonal y el análisis estructural donde, para lograr ese análisis es necesario un software capaz de dar datos y resultados veraces y realistas cumpliendo las normativas de seguridad y de diseño.

5.1.4 Diseño de puentes

“Para realizar el diseño de un puente se hace necesario tener unos requisitos mínimos. Espacios libres, protección del medio ambiente, estética, estudios geológicos, manejabilidad, durabilidad, facilidad de construcción, facilidad de inspección y facilidad de mantenimiento”²⁵.

A continuación se referencian los requisitos ya hablados anteriormente:

5.1.4.1 Características de localización:

“La elección de la ubicación de los puentes se apoyará en el análisis de alternativas, teniendo en consideración factores económicos, ingenieriles, sociales y ambientales, así como el mantenimiento e inspección asociados con las estructuras y con la importancia relativa de los factores listados arriba”²⁶.

Deberá prestarse atención, de acuerdo con el riesgo involucrado, a localizaciones favorables del puente, tales como:

- La facilidad en el diseño, construcción, operación, inspección y mantenimiento prácticos y rentables;
- La satisfacción del nivel deseado de tráfico de servicio y de seguridad.

5.1.4.2 Seguridad del tráfico.

- **Protección de las estructuras:**

“Debe tenerse en cuenta el paso seguro de vehículos sobre o debajo del puente. El peligro para los vehículos fuera de control dentro de la zona despejada debería reducirse al mínimo mediante la localización de obstáculos a una distancia segura de los carriles de circulación”²⁷.

²⁴ INDUSTRIAS UNICON [en línea]. Disponible en: < http://www.unicon.com.ve/estructural_tubos_estructurales.html> [citado en 11 de abril de 2015]

²⁵ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA – AIS. Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14. Bogotá D.C. 2014. p. 18

²⁶ Ibíd. p. 20

²⁷ Ibíd. p. 21

- **Protección de los Usuarios:**

“Deben proveerse barandillas a lo largo de los bordes de las estructuras”²⁸.

- **Normas geométricas:**

“Debe cumplirse con los requisitos de la publicación Manual de diseño geométrico de vías del Instituto Nacional de Vías INVIAS o deben justificarse y documentarse aquellos que se exceptúen. El ancho de las bermas y la geometría de las barreras de tráfico deberán cumplir las especificaciones del Propietario”²⁹.

5.1.4.3 Entorno.

“Debe considerarse el impacto de un puente y sus accesos en comunidades locales, sitios históricos, humedales y otras áreas estética, ambiental y ecológicamente sensibles”³⁰.

5.1.4.4 Utilidad y Durabilidad.

- **Materiales:**

“Los documentos contractuales deben especificar materiales de calidad y la aplicación de altos estándares de fabricación y construcción.

El acero estructural debe ser auto-protegido, o tener sistema de recubrimiento de larga vida o protección catódica.

Los productos de aluminio deberán estar aislados eléctricamente de los componentes de acero y hormigón.

Deberán protegerse los materiales susceptibles a daño por radiación solar y/o contaminación del aire. Se tendrá en cuenta la duración de los materiales en contacto directo con el suelo y/o con agua”³¹.

²⁸ Ibíd. p. 22

²⁹ Ibíd. p. 22

³⁰ Ibíd. p. 23

³¹ Ibíd. p. 24

- **Inspeccionabilidad:**

“Debe proporcionarse escaleras de inspección, pasarelas, pasadizos, aberturas de accesos, y suministro de iluminación, si es necesario, donde otros medios de control no sean prácticos.

Cuando sea práctico, debe disponerse el acceso para permitir la inspección manual o visual, incluyendo adecuada altura libre en vigas cajón, en el interior de componentes celulares y a zonas de intersección donde puedan ocurrir movimientos relativos”³².

- **Mantenibilidad:**

“Deben evitarse los sistemas estructurales cuyo mantenimiento se espera que sea difícil. Cuando el entorno climático y/o de tráfico es tal que un puente pueda necesitar reemplazarse antes de su vida útil especificada, deberán incluirse disposiciones en los documentos contractuales para el inmediato o futuro recubrimiento, futuro reemplazo del tablero, o resistencia estructural suplementaria”³³.

5.1.4.5 Deformaciones.

“Los puentes deberían diseñarse para evitar efectos estructurales o psicológicos indeseables debido a sus deformaciones. Aunque las limitaciones de deflexión y profundidad son opcionales, excepto para tableros de placas ortotrópicas, cualquier desviación de experiencias exitosas en materia de esbeltez y deflexión, debería ser motivo de revisión del diseño para determinar que se va a comportar adecuadamente”³⁴.

5.1.4.6 Consideración de Futuras Ampliaciones.

- **Vigas Exteriores en Puentes de Vigas Múltiples:**

“A menos que las futuras ampliaciones sean prácticamente inconcebibles, la capacidad de carga de las vigas exteriores no debe ser menor que la capacidad de carga de las vigas interiores”³⁵.

- **Subestructura:**

³² Ibíd. p. 25

³³ Ibíd. p. 25

³⁴ Ibíd. p. 26

³⁵ Ibíd. p. 30

“Debe considerarse el diseño de la subestructura para las condiciones de una ampliación cuando puedan preverse las ampliaciones futuras”³⁶.

- **Constructibilidad:**

“Las cuestiones de constructibilidad deberían incluir, pero no limitarse a, aspectos de deflexión, de resistencia del acero y del concreto, y de estabilidad durante etapas críticas de construcción.

Los puentes deben construirse de manera tal que la fabricación y montaje puedan desarrollarse sin dificultad o peligro indebidos y que los efectos debido a las fuerzas de construcción estén dentro de límites tolerables.

Cuando el Diseñador haya supuesto una secuencia de construcción en particular para inducir ciertas tensiones bajo carga muerta, esa secuencia debe definirse en los documentos contractuales.

Debe llamarse la atención en los documentos contractuales donde quiera que haya, o pueda haber, restricciones impuestas sobre los métodos de construcción, por consideraciones ambientales o por otras razones.

Al menos un método de construcción deberá indicarse en los documentos contractuales cuando el puente tenga una complejidad inusual, tal que sería irrazonable esperar que un contratista experimentado pueda predecir y estimar un método de construcción apropiado mientras licita el proyecto.

Debe indicarse en los documentos contractuales la necesidad de refuerzo y/o arriostramiento o apoyo temporal, si así lo requiere el diseño.

Deben evitarse detalles en los que se requiera soldaduras en zonas restringidas o colocación de concreto a través de congestiones de refuerzo.

Deben considerarse las condiciones climáticas e hidráulicas que puedan afectar la construcción del puente”³⁷.

5.1.5 Software para modelación estructural

El programa SAP 2000 permite diseñar y modelar estructuras metálicas donde se puede analizar que ocurre con la estructura en diferentes condiciones de terreno, climáticas o de fuerzas externas que se producen por el uso de la misma. Este programa no es el único para el análisis de estructuras metálicas, sin embargo es

³⁶ Ibíd. p. 31

³⁷ Ibíd. p. 31

apropiado y más completo comparado con otros programas como ETABS que está orientado al análisis de estructuras en concreto como edificios.

5.2 MARCO GEOGRÁFICO

El área geográfica de la investigación se ubica en el departamento de Cundinamarca en la ciudad de Bogotá D.C. En la localidad de Engativá en la dirección Avenida carrera 68 No. 64-45 se ubica el puente que actualmente está construido.

Ilustración 1. Localización de puente peatonal.



FUENTE: Google maps, Ubicación del puente peatonal en la Avenida 68 # 64-65, Bogotá, Colombia, agosto 2015 Tomada de google maps: <https://www.google.it/maps/@4.6677948,-74.0909975,505m/data=!3m1!1e3>

Este sector tiene un uso de suelo dotacional que se refiere a que tiene equipamiento colectivo donde ubicamos la parte de la educación y también tiene un equipamiento deportivo y recreativos donde incluye parques públicos.

En el sector de la Avenida carrera 68 No. 64 – 45 se encuentra el colegio Cafam, donde los estudiantes toman el puente para poder desplazarse para el colegio o a sus casas.

5.3 MARCO LEGAL

Tabla 1.Marco legal

NORMA	APLICACIÓN
Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14	Es necesario del Norma Colombiana de Diseño de Puentes los siguientes capítulos: -Sección 1. Características generales de diseño y ubicación. -Sección 2. Cargas y factores de carga. -Sección 6. Estructuras de acero.
AASHTO-LRFD 2010	Esta norma abarca el diseño de puentes establecido por los norte americanos que adoptó la normatividad colombiana donde se hace necesario las siguientes secciones: -Sección 3. Cargas y factores de carga. -Sección 4. Análisis y evaluación estructural. -Sección 6. Estructuras metálicas.
PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ (POT)	Este decreto es necesario para saber en dónde se puede o no construir una estructura en las diferentes zonas de la ciudad.

6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Edificaciones y obras civiles con tecnología apropiada para el desarrollo físico regional sostenible, reducción de la vulnerabilidad de las estructuras y mejoramiento de la calidad de vida.

6.1.1 Sub línea de investigación

Fundamentos de ingeniería estructural.

6.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque del presente trabajo es cuantitativo, puesto que, “se utilizará la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población y también se pretende obtener la recolección de datos para conocer o medir el fenómeno en estudio y encontrar soluciones para la misma; la cual trae consigo la afirmación o negación de la hipótesis establecida en dicho estudio”³⁸.

6.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es analítica - descriptiva. La investigación se somete a un análisis donde las normas y códigos vigentes, permiten o no el desarrollo del objeto de la investigación donde es necesaria una toma de datos para tener una base estadística que permite deducir una hipótesis de lo que sucederá en el objeto de investigación en el tiempo.

³⁸ HERNÁNDEZ SAMPIERI. Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO. Carlos y BAPTISTA LUCIO. Pilar. Metodología de la Investigación, 4ed. México D.F, 2006, 1998,1991. P. 5 – 8

6.4 HIPÓTESIS

De acuerdo a la teoría actual y mediante observación, se espera encontrar errores en el diseño estructural, por otra parte, desde un enfoque urbano el puente ubicado en la avenida 68 entre calles 63 y 64 no logra cubrir las necesidades de la comunidad.

6.5 VARIABLES

Tabla 2. Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSIONES
CARGA	Peso soportado por un objeto apoyado.	• Carga muerta en Toneladas/metro • Carga viva en Toneladas/metro • Carga de sismo en Toneladas/metro
RESISTENCIA	Capacidad para contrarrestar y soportar un esfuerzo o un peso.	• Resistencia a cortante en Toneladas/metro • Resistencia a momento en Toneladas/metro
GEOMETRIA	La geometría es una de las ramas de las matemáticas que se ocupa del estudio de las propiedades del espacio.	• Sección vigas medida en metros • Sección columna medida en metros • Geometría de escaleras medida en metros

6.6 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Fase 1. Identificación de las causas actuales de deterioro del puente.

- Realizar el volumen de tránsito peatonal por medio de aforos por un periodo de 2 horas con intervalos de 15 minutos con el fin de identificar la máxima y mínima cantidad de personas que usan el puente peatonal estudiado, lo cual determinara el ancho mínimo de la sección y las correspondientes cargas de servicio.

- El aforo consiste en el conteo de personas que utilizan la estructura estudiada de la forma más exacta, para ello, se utiliza el formato de aforo con el fin de reportar la información de forma ordenada y clara.
- Realizar un registro fotográfico detallado, con el objeto de valorar fallas estructurales tales como, fisuras o deterioro de los materiales, para su posterior clasificación de acuerdo a las normas vigentes.
- Detallar mediante registro fotográfico, las necesidades que la estructura no logre satisfacer a la comunidad, como por ejemplo dificultad en su uso, debido a errores en el diseño.

Fase 2. Descripción detallada de la geometría del puente peatonal

- Realizar los trabajos de campo correspondientes, para la elaboración de planos topográficos, esto consiste en la medición de cada uno de los elementos estructurales y no estructurales, que conforman la estructura estudiada mediante el uso de cinta métrica, para ello se traza un esquema a mano alzada con el objeto de ubicar cada elemento y su dimensión, pensando en el correcto registro de datos y su posterior procesamiento en oficina.
- Detallar de manera clara la ubicación del proyecto y recopilar información correspondiente a planos de la zona de estudio, para fundamentar el levantamiento topográfico realizado.

Fase 3. Modelación de la alternativa de diseño del puente.

- Modelar la alternativa de diseño estructural del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 # 64-65, que responda a la problemática presentada.
- De acuerdo a los datos obtenidos en las fase 1 y 2, se procede a organizar los datos con el fin de manejar un algoritmo adecuado.
- Una vez organizados los datos, se procede a iniciar el algoritmo el cual consiste en lo siguiente:

- Crear la geometría en el software SAP 2000 basado en la topografía levantada en el paso 1.
- Definir materiales y secciones a utilizar, en esta investigación se usara perfiles en acero.
- Definir tipos de cargas (muertas, vivas, viento entre otras).
- Introducir cálculos de fuerza horizontal equivalente y análisis espectral.
- Correr modelo.
- Analizar comportamiento estructural (desplazamientos, derivas, cortantes, flectores, fuerzas axiales y normales).
- Concluir modelo mediante datos proporcionados por el software SAP 2000.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE DETERIORO

Se realizó una visita de campo en la zona correspondiente a la Avenida 68 entre las calles 63 y 64, se realizó un registro fotográfico de la zona, se aforaron los días viernes 11 de septiembre por un periodo comprendido entre las 3:00 p.m.- 5:00 p.m., sábado 12 de septiembre por un periodo comprendido entre las 11:00 a.m. - 1:00 p.m. y el miércoles 16 de septiembre desde 10:00 a.m.- 12:00 p.m. del año 2015.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en esta primera fase:

Registro Fotográfico

De acuerdo al registro fotográfico se logró evidenciar dos fallas, una en la conexión losa-estribo (Ilustración 2) y otra en la conexión columna-viga (Ilustración3).

Por otra parte, se observó la ausencia de rampas, lo cual hace que la estructura no tenga un nivel de servicio adecuado para este sector como se puede evidenciar en la Ilustración 6-7.

Ilustración 2. Grieta en el concreto estructural del puente peatonal en estudio.



FUENTE: Sandra Cepeda, fotografía del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 # 64-65, Bogotá, Colombia, agosto 2015.

Ilustración 3. Grietas en conexiones de escaleras.



FUENTE: Andrés Ramos, fotografía del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 # 64-65, Bogotá, Colombia, septiembre 2015.

Ilustración 4. Deterioro en la losa de concreto.



FUENTE: Sandra Cepeda, fotografía del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 # 64-65, Bogotá, Colombia, agosto 2015.

Ilustración 5. Losa puente peatonal en estudio.



FUENTE: Sandra Cepeda, fotografía del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 # 64-65, Bogotá, Colombia, agosto 2015.

Ilustración 6. Escaleras (Dificultad para el tránsito peatonal).



FUENTE: Andrés Ramos, fotografía del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 # 64-65, Bogotá, Colombia, septiembre 2015.

Ilustración 7. Dificultad para el tránsito peatonal.



FUENTE: Andrés Ramos, fotografía del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 # 64-65, Bogotá, Colombia, septiembre 2015.

Tabla 3. Clasificación de Fisuras según ASOCRETOS

		Espesor/Ancho (mm)	
Fisuras	Microfisuras	<0.05	A
	Fisuras	$0.1 < e < 0.2$	B
	Macrofisuras	$0.2 < e < 0.4$	C
	Grietas	$0.4 < a < 1.0$	D
	Fractura	$1.0 < a < 5.0$	E
	Dislocación	>5.0	F

De acuerdo a la tabla 3 de clasificación de fisuras, se observaron y se midieron los espesores de las fallas, como se puede ver en las ilustraciones 2-4, por lo tanto, se clasifican como dislocación tipo F, puesto que, las fisuras son mayores a 5 mm de espesor, donde este parámetro es importante para definir que el puente actual no presenta un nivel de servicio adecuado.

A continuación en las tablas 4 - 6 se presenta los registros de los aforos peatonales realizados en la Avenida 68 entre las calles 63 y 64. Los valores resaltados en amarillo indican el periodo de 15 minutos en donde se presentó la mayor cantidad de peatones y los valores en azul indican el periodo de 15 minutos en donde se presentó la menor cantidad de peatones.

Tabla 4. Resultados Aforo 1

VIERNES 11/09/2015		
HORA		PEATONES
15:00	15:15	315
15:15	15:30	136
15:30	15:45	43
15:45	16:00	51
16:00	16:15	50
16:15	16:30	41
16:30	16:45	61
16:45	17:00	51
Total peatones		628

Tabla 5.Resultados Aforo 2.

SABADO 12/09/2015		
HORA		PEATONES
11:00	11:15	59
11:15	11:30	73
11:30	11:45	56
11:45	12:00	66
12:00	12:15	134
12:15	12:30	109
12:30	12:45	60
12:45	13:00	115
Total peatones		672

Tabla 6.Resultados Aforo 3.

MIERCOLES 16/09/2015		
HORA		PEATONES
9:00	9:15	144
9:15	9:30	157
9:30	9:45	164
9:45	10:00	77
10:00	10:15	105
10:15	10:30	92
10:30	10:45	105
10:45	11:00	80
Total peatones		924

Convenciones: Mayor volumen de peatones
 Menor volumen de peatones

Ecuación 1.Ancho Efectivo.

$$A_e = \left(\frac{Q_{15}}{q * 4} \right) = \left(\frac{Q_{15}}{\frac{\Sigma 15}{4} * 4} \right) = \left(\frac{Q_{15}}{\Sigma 15} \right)$$

39

Q15= Flujo pico de peatones en un periodo de 15 minutos.

-q= flujo promedio de peatones (Peatones/min/m).

Σ15=Peatones que pasan en una hora.

Ae=Ancho efectivo de la losa del puente

Ecuación 2.Resultado Ancho Efectivo.

$$A_e = \left(\frac{315}{\frac{136.25}{4} * 4} \right) = \left(\frac{315}{136.25} \right) = 2.31 \text{ m}$$

De acuerdo con los aforos se observa que el puente ubicado en la avenida 68 entre calles 63 y 64 es utilizado entre semana y fines de semana, puesto que, se encuentra ubicado en una zona de alto flujo de personas por que se encuentran dos colegios, el Cafam y el Colegio Distrital Francisco José de Caldas. Por otra parte, también se encuentran dos parques públicos que son el Salitre Mágico y el parque Metropolitano

³⁹ TORRES, Julio Oswaldo. estudio de tránsito construcción del puente peatonal “Nazareth-Rios Blanca” ubicado en la Localidad de Sumapaz [en línea]. (2011). 44 p. [citado en 1 de noviembre de 2015]

Simón Bolívar donde estos parques son visitados más los fines de semana, mientras que los colegios entre semana son los que más se utilizan.

Los horarios se escogieron por la hora de salida de los centros educativos y el horario de almuerzo del fin de semana para los parques públicos y poder así determinar la cantidad de personas que utilizan el puente para desplazarse.

Se observa en el resultado de la ecuación 2 que el ancho efectivo de acuerdo a los aforos se debe encontrar en el orden de 2.3 m.

El puente actual de acuerdo a la Ilustración 8 y teniendo en cuenta la resta de los bordillos que son de 0.15 m da un resultado de un ancho libre de 2.03 m por esta razón el puente existente no cumple con el ancho libre para su uso.

7.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA GEOMETRÍA DEL PUENTE

- Se realizaron los trabajos de campo correspondientes, para la elaboración de planos, se hizo la medición de cada uno de los elementos estructurales y no estructurales, que conforman la estructura estudiada mediante el uso de cinta métrica, para ello se trazó un esquema a mano alzada con el objeto de ubicar cada elemento y su dimensión, pensando en el correcto registro de datos y su posterior procesamiento.
- Se detalló de manera clara la ubicación del proyecto y se recopiló información correspondiente a planos de la zona de estudio, para fundamentar el levantamiento realizado.

$$A_e = \left(\frac{Q_{15}}{q * 4} \right) = \left(\frac{Q_{15}}{\frac{215}{4} * 4} \right) = \left(\frac{Q_{15}}{215} \right)$$

$$A_e = \left(\frac{315}{\frac{136.25}{4} * 4} \right) = \left(\frac{315}{136.25} \right) = 2.31 \text{ m}$$

De acuerdo a la fase 1 en la sección de aforos (Tabla 4), se observa en el resultado de la ecuación 2 que el ancho efectivo de acuerdo a los aforos se debe encontrar en el orden de 2.3 m.

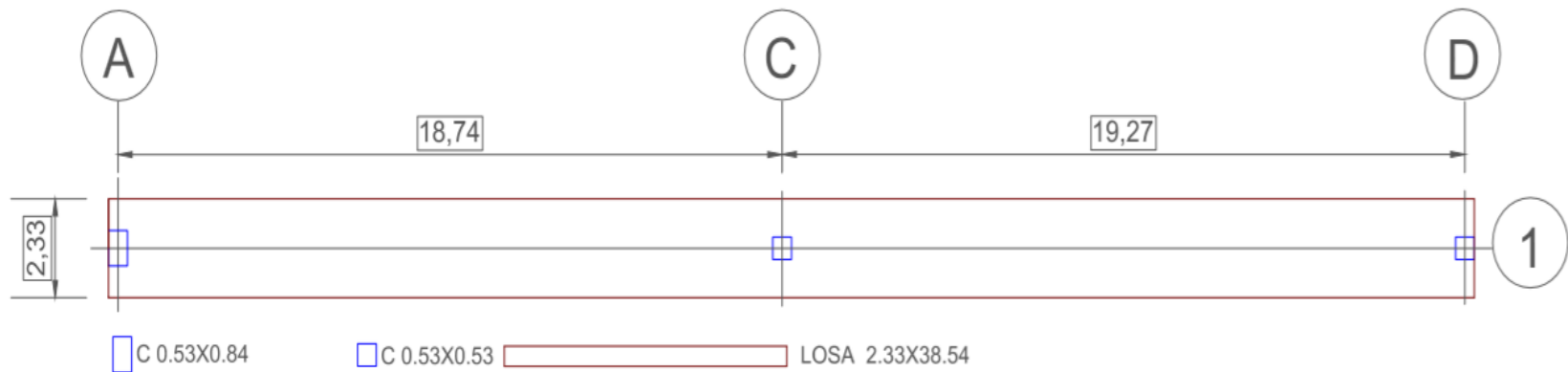
El puente actual de acuerdo a la Ilustración 8 y teniendo en cuenta la resta de los bordillos que son de 0.15 m da un resultado de un ancho libre de 2.03 m por esta razón el puente existente no cumple con el ancho libre para su uso.

Por otro lado de acuerdo al documento “Criterios y parámetros de diseño para los puentes peatonales”⁴⁰ del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) especifica que el ancho libre mínimo debe ser del orden de 2.4 m por lo tanto el puente existente no cumple con los parámetros requeridos para su uso.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en esta segunda fase. La ilustración 8 corresponde a la planta del puente estudiado y la ilustración 9 corresponde al modelo 3D del puente existente.

⁴⁰ INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO (IDU). Criterios y parámetros de diseño para los puentes peatonales [en línea]. (2007). Disponible en: < <http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/29511/6/60015554-05.PDF> > 8 p. [citado en 1 de noviembre de 2015]

Ilustración 8. Planta puente peatonal en estudio y dimensiones de los elementos estructurales en metros (m).

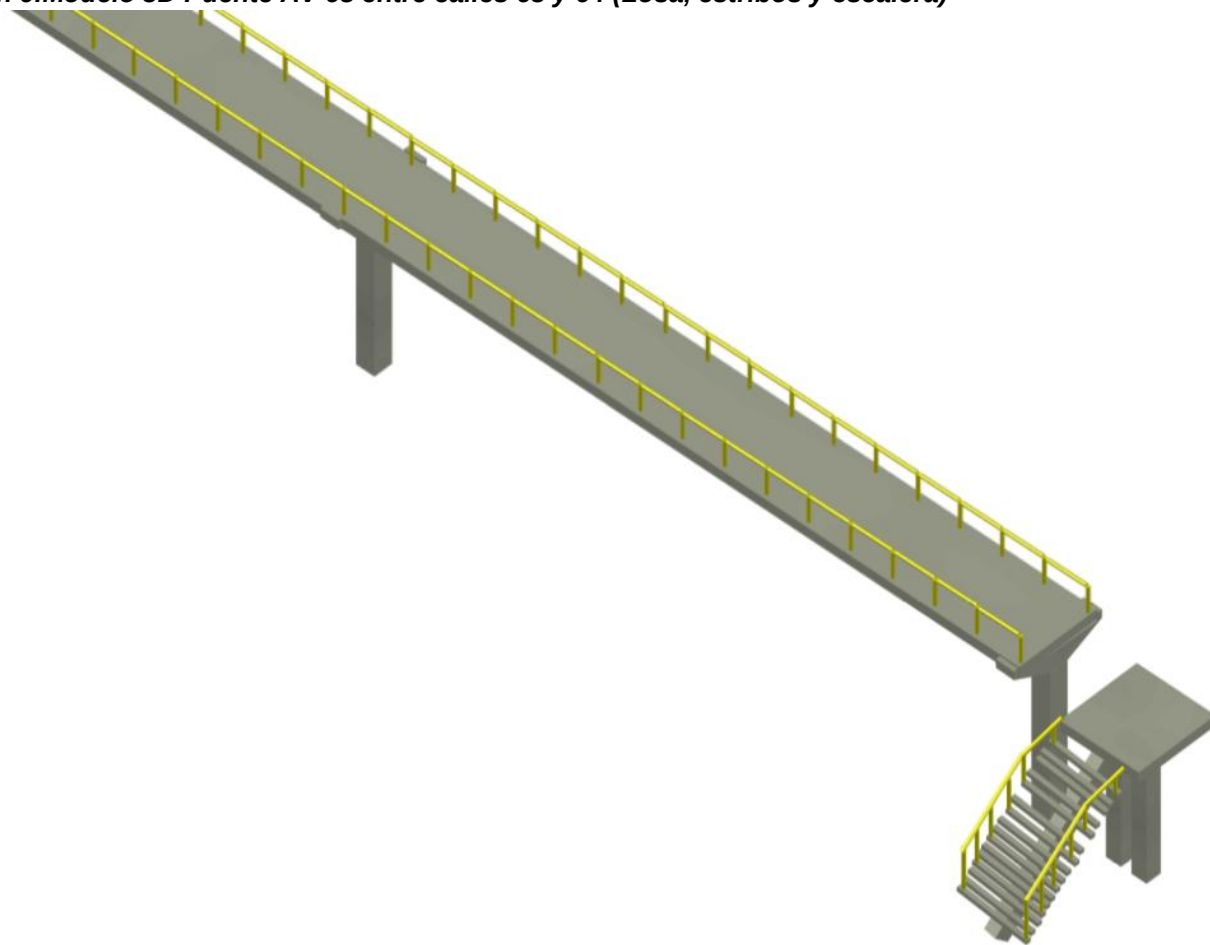


FUENTE: Andrés Ramos, Modelo en 3D del puente en AutoCAD, Bogotá, Colombia, septiembre 2015 *Ilustración*

Tabla 7. Perfiles utilizados.

PERFILES UTILIZADOS	
Placa de concreto	Grosor de 0.12m
Columnas	Sección rectangular de 0.53 m con 0.84 m
Vigas	Secciones rectangulares de alto 0.7 m y grosor de 0.30 m
Altura del puente	De la carpeta asfáltica hasta las vigas 4.5 m

Ilustración 9. Modelo 3D Puente AV 68 entre calles 63 y 64 (Losa, estribos y escalera)



FUENTE: Andrés Ramos, Modelo en 3D del puente en AutoCAD, Bogotá, Colombia, septiembre 2015

De acuerdo a las ilustraciones 8 y 9, se puede identificar secciones robustas lo cual da un indicio de sobredimensionamiento en la estructura. Por otra parte, la altura de la carpeta asfáltica hasta las vigas cumple con la altura mínima de un puente.

7.3. MODELACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO DEL PUENTE

De acuerdo a los datos de la geometría del puente, registros fotográficos, ubicación, flujos peatonales obtenido en las fase 1 y 2, se procedió a organizar los datos con el fin de manejar un algoritmo adecuado.

Se modeló la alternativa del puente peatonal correspondiente a la problemática presentada en la estructura analizada. Una vez organizados los datos, se procedió a iniciar el algoritmo el cual consiste en lo siguiente:

Crear la geometría de alternativa del puente en el software SAP 2000 basado en las mediciones del puente existente registradas en la fase 2.

A continuación se presentan los perfiles metálicos utilizados en la modelación de la alternativa del puente (tabla 8):

Tabla 8. Perfiles utilizados para la Modelación de Puente Peatonal en Acero.

PERFILES UTILIZADOS	
Arco (tubular)	Tubo de diámetro de 0,60 m con un grosor de 0,019 m
Pendones (tubulares)	Tubo de diámetro de 0,09 m con un grosor de 0,006 m
Riostras (tubulares)	Tubo de diámetro de 0,07m con un grosor de 0,006 m
Viguetas (tubulares)	Sección rectangular de alto de 0,12 m de ancho 0,06 m y un grosor de 0,01 m
Vigas (sección comercial)	Sección europea IPE 400
Riostras Columnas (tubulares)	Sección cuadrada de 0,20 m con un grosor de 0,025
Columnas (tubulares)	Sección cuadrada de 0,36 m con un grosor de 0,025 m

A continuación se presentan los tipos de carga y combinaciones de carga que se aplican para la modelación de acuerdo a la normativa vigente y con la orientación asesor disciplinar, Ingeniero Julio Torres:

De acuerdo al Código Colombiano de Diseño de Puentes se deben definir combinaciones de carga que afectaran el modelo. Para ello se definen las cargas que actúan en el modelo (tabla 9) y luego se definen las combinaciones (tabla 10):

Tabla 9. Tipos de carga que afectan el puente propuesto.

TIPO DE CRAGA	NOMENCLATURA
Carga muerta	DC
Carga viva peatonal	PL
Viento dirección x	WSx
Viento dirección y	WSy
Sismo dirección x	EQx
Sismo dirección y	EQy

Tabla 10. Combinaciones de carga de acuerdo con el asesor disciplinar de la investigación.

Estado límite de la combinación de carga	TIPOS DE CARGA					
	DC	PL	WSx	WSy	EQx	EQy
Resistencia I	1,25	1,75	-	-	-	-
Resistencia II	1,25	1,35	-	-	-	-
Resistencia III	1,25	-	1,40	-	-	-
	1,25	-	-1,40	-	-	-
	1,25	-	-	1,40	-	-
	1,25	-	-	-1,40	-	-
Resistencia IV	1,25	-	-	-	-	-
Resistencia V	1,25	1,35	0,40	-	-	-
	1,25	1,35	-0,40	-	-	-
	1,25	1,35	-	0,40	-	-
	1,25	1,35	-	-0,40	-	-
Evento Extremo I	1,25	1,00	-	-	1,00	-
	1,25	1,00	-	-	-	1,00
Evento Extremo II	1,25	0,50	-	-	-	-

Avaluó de cargas:

A continuación se presenta el avaluó de cargas que corresponde a los esfuerzos de carga viva y muerta a los que va a estar sometida la estructura, dichos esfuerzos se calcularon en base a los parámetros que se encuentran en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (Tabla 11):

Tabla 11. Avaluó de cargas.

AVALUO DE CARGAS					
CARGA MUERTA					
peso placa	2,4	KN/m ²	0,240	Ton/m ²	
Steel Deck	8,55	Kg/m	0,009	Ton/m	
BARANDAS			0,150	Ton/m ²	CARGAR SOBRE LAS VIGAS EN AMBOS LADOS
		WD	0,249	Ton/m ²	CARGAR SOBRE VIGUETAS
CARGA VIVA	500	Kg/m ²	0,5	Ton/m ²	
		WL	0,5	Ton/m ²	CARGAR SOBRE VIGUETAS

Cálculo de la carga de viento:

En primera instancia se debe calcular VDZ (Velocidad del viento de diseño a la elevación, Z (km/h)) de acuerdo a la metodología que presenta la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14:

Ecuación 3. De la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14

$$VDZ = 2,5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right)$$

VDZ=Velocidad del viento de diseño a la elevación, Z (km/h).

Z=Altura de la estructura a la cual se calculan las cargas de viento medida desde el nivel del terreno, o desde el nivel del agua > a 10000 mm.

Zo= Se elige de la Tabla del código colombiano de puentes 3.8.1.1-1.

Vo= Se elige de la Tabla del código colombiano de puentes 3.8.1.1-1.

VB= Velocidad básica del viento a 160 Km/h a 10000 mm de altura.

V30= Velocidad del viento a 10000 mm sobre el nivel del terreno (Km/h).

Elección de Vo, Zo, V10, VB De acuerdo a la *Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14*:

Vo= 19,30 Km/h para ciudad.

Zo= 2,50 m para ciudad.

V10=VB= 160 Km/h por norma de la tabla 3.8.1.1-1

Ecuación 4. 3.8.1.2.1-1 De la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES – LRFD – CCP 14

$$PD = PB \left(\frac{VDZ^2}{VB^2} \right) = PB \left(\frac{VDZ^2}{25600} \right)$$

PB= Presión del viento básica especificada en la tabla 3.8.1.2.1-1 (Mpa) de la *Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14*

Z=Altura del arco en metros

Tabla 12. Selección de PB para Sotavento para Cerchas, Columnas y Arcos.

Tabla 3.8.1.2.1-1 — Presiones Básicas, P_B , Correspondientes a $V_B = 160$ km/h

Componente de la Subestructura	Carga de Barlovento MPa	Carga de Sotavento MPa
Cerchas, Columnas, y Arcos	0.0024	0.0012
Vigas	0.0024	NA
Superficies grandes Planas	0.0019	NA

De acuerdo a la tabla número 12 y basados en la geometría del modelo se elige una carga de presiones básicas PB de 0,0012 Mpa suponiendo una dirección del viento de Sotavento.

$$VDZ = 2,5 * 19,30 \text{ Km/h} \left(\frac{160 \text{ Km/h}}{160 \text{ Km/h}} \right) \text{Ln} \left(\frac{11,5}{2,5} \right) = 73,63 \text{ Km/h}$$

$$PD = 0,0012 \left(\frac{73,63 \text{ Km/h}^2}{160 \text{ Km/h}^2} \right) = 0,000254 \text{ Mpa}$$

PD=Presión de viento de diseño.

Cálculos de fuerza horizontal equivalente y análisis espectral:

El espectro de diseño se elaboró de acuerdo a la metodología que presenta *la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14* en el apartado 3.10. Efectos sísmicos EQ de la siguiente manera:

Elección de los parámetros **PGA, SS, S1** de acuerdo a las Figuras 3.10.2.1-1, 3.10.2.1-2 y 3.10.2.1-3 contenidas en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes las cuales corresponden a la Aceleración Pico Horizontal del Terreno PGA con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de período promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g) , Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un período de vibración de 0.2 segundos (SS) para 5% del amortiguamiento crítico y con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de período promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g) y finalmente se extrae el Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un período de vibración de 1.0 segundos (S1) para 5% del amortiguamiento crítico y con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de período promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g), respectivamente.

Región	PGA
5	0,25

Región	SS
6	0,60

Región	S1
6	0,30

De acuerdo a la Tabla 3.10.3.1-1 Definición de los Tipos de Perfil de Suelo (de la norma en mención), se define que el perfil de suelo a trabajar es tipo de suelo E, el cual corresponde a arcillas blandas y se ajusta a la zona de estudio de esta investigación.

Elección de los parámetros F_{pga} , F_a y F_v

Para la elección se usa las siguientes tablas contenidas en *la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14*

Tabla 13. Elección de F_{pga} .

Tabla 3.10.3.2-1 — Valores del factor de Sitio, F_{pga} , en el período de vibración cero del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos (Véase la Nota 1)				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Tabla 14. Elección de F_a .

Tabla 3.10.3.2-2 — Valores del factor de Sitio, F_a , en el intervalo de períodos de vibración cortos del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de $0.2s$ (Véase la Nota 1)				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Tabla 15. Elección de Fv.

Tabla 3.10.3.2-3 — Valores del factor de Sitio, F_v , en el intervalo de periodos de vibración largos del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para periodo de vibración de 1.0s (Véase la Nota 1)				
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

De acuerdo al ítem 3.10.4.2 de la *Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14*— Coeficiente Elástico de Respuesta Sísmica se procede a realizar los cálculos:

Fpga= 1,2 Tabla 13. 3.10.3.2-1 Valores Factor del sitio Fpga

Fa = 0,8 Tabla 14. 3.10.3.2-2 Valores Factor del sitio Fa

Fv= 2,8 Tabla 15 3.10.3.2-3 Valores Factor del sitio Fv

$$AS = 1,2 * 0,25 = 0,3$$

$$SDS = 0,8 * 0,6 = 0,48$$

$$SD1 = 2,8 * 0,3 = 0,84$$

$$Ts = \left(\frac{0,84}{0,48} \right) = 1,75$$

$$To = 0,2 * 1,75 = 0,35$$

Para periodos iguales o menores que To, el coeficiente sísmico elástico de vibración m, Csm, debe ser:

Ecuación 5. Primera región de espectro de aceleraciones

$$C_{sm} = A_s(SDS - AS) \left(\frac{T_m}{T_o} \right)$$

Para periodos mayores o iguales a T_o y menores o iguales a T_s , el coeficiente sísmico elástico de respuesta sísmica C_{sm} debe tomarse como:

Ecuación 6. Segunda región espectro de aceleraciones

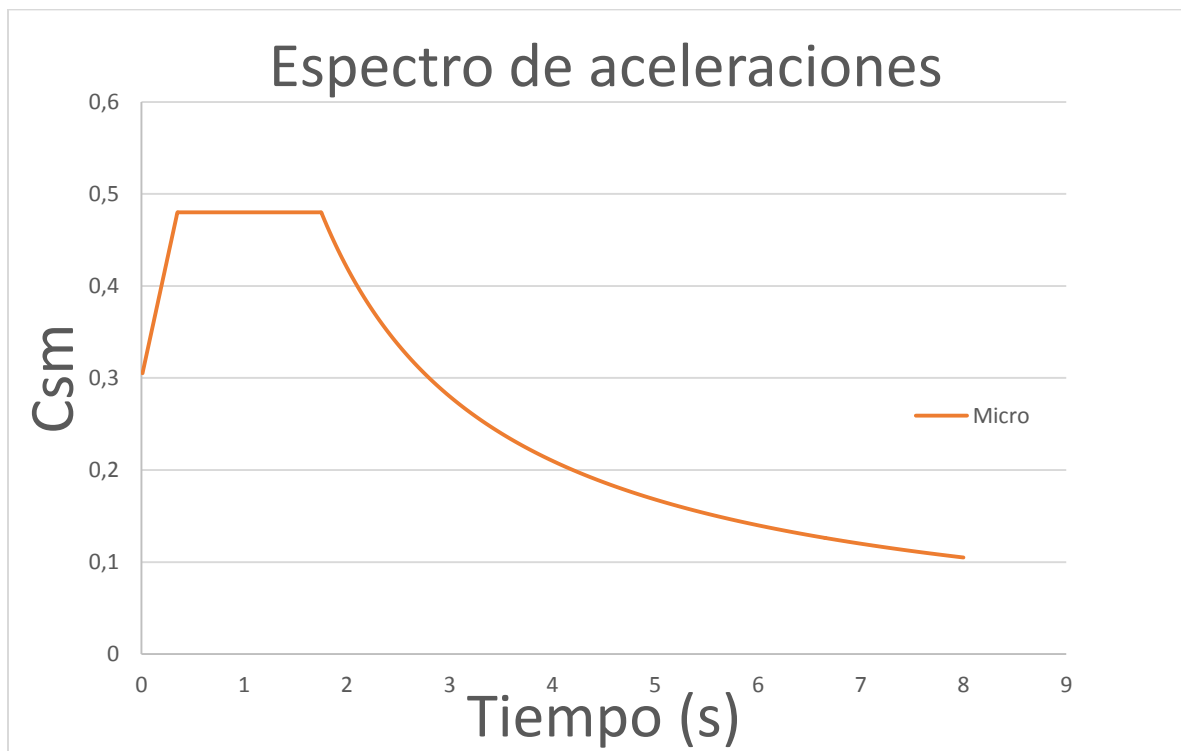
$$C_{sm} = SDS$$

Para periodos mayores a T_s , el coeficiente sísmico elástico de respuesta sísmica C_{sm} , debe tomarse como:

Ecuación 7. Tercera región espectro de aceleraciones

$$C_{sm} = \left(\frac{SD1}{T_m} \right)$$

Ilustración 10. Espectro de aceleraciones.



Los datos con los que se elaboró el espectro de aceleraciones se pueden evidenciar en el anexo 1 estos cálculos se realizaron en base a las ecuaciones 5-7.

Nota: Las regiones del espectro de aceleraciones se enumeran de izquierda a derecha como se especifica en las ecuaciones 5-7.

Análisis de la modelación de puente peatonal propuesto:

Luego de haber insertado todos los datos necesarios para hacer el análisis estructural del modelo de puente peatonal propuesto se revisan los desplazamientos antes de realizar el análisis dinámico (Derivas, no deben exceder el 1% de la altura de la estructura la cual es de 11,5 metros) y el diseño de los elementos estructurales que conforman la estructura como se puede ver en la Ilustración 11 y 12 respectivamente:

Ilustración 11. Comprobación de Derivas.

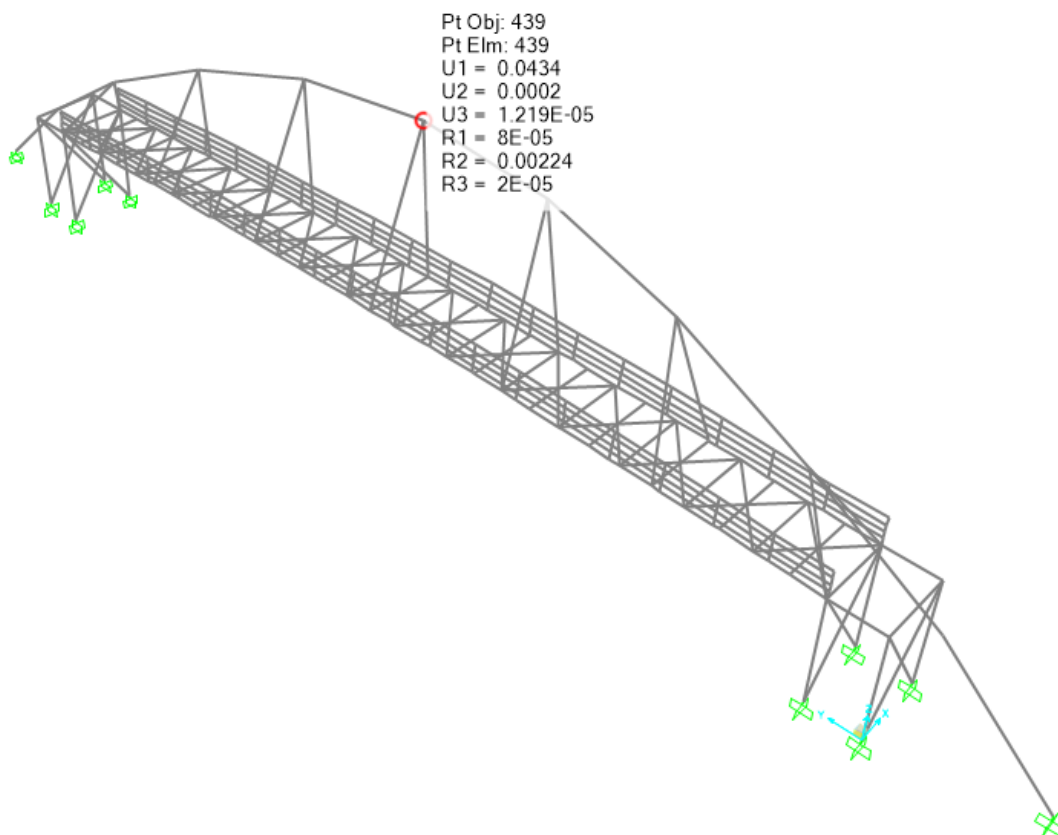
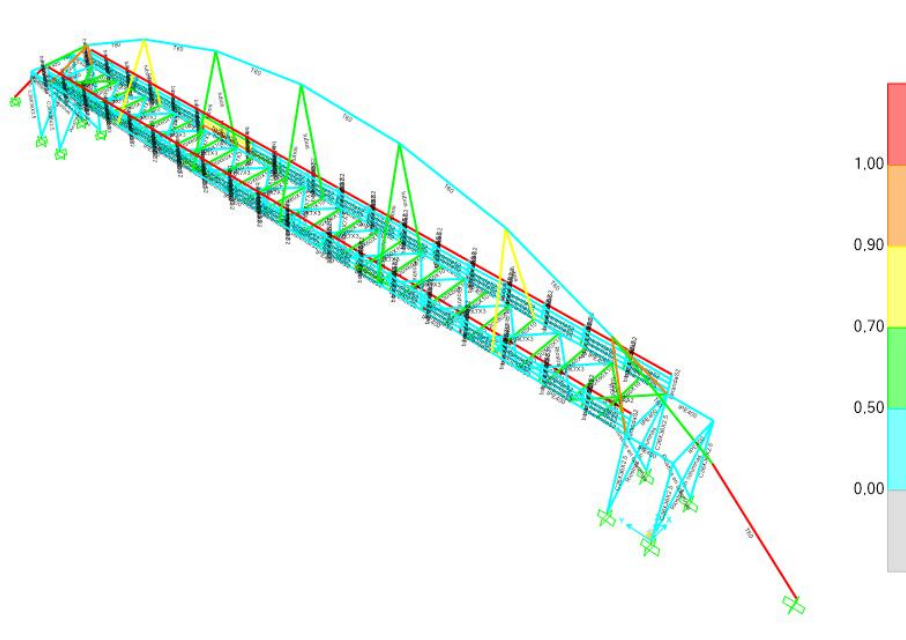


Ilustración 12. Chequeo de los elementos estructurales del modelo propuesto.



De acuerdo a la Ilustración 12, se logra evidenciar que los perfiles estructurales elegidos presentan un esfuerzo máximo que varían de 0 a 80% (ver escala Ilustración 12), dejando así un 20% de confiabilidad. Desde el punto de vista ingenieril, este es un parámetro muy importante debido a que permite un margen amplio en caso de momentos extremos inesperados tales como sismos, explosivos que puedan afectar la estructura. Se busca con esto que la estructura logre responder a fuerzas inesperadas con el fin de salvaguardar a la población en caso de dichos eventos.

Por otra parte, en la Ilustración 11, se evidencia que el parámetro de derivas cumple sin realizar el análisis dinámico con una deriva máxima de 0,043381 (ver tabla número 16 y para obtener todos los resultados dirigirse al anexo 2).

Tabla 16. Desplazamientos máximos de la estructura.

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	Text	m	m	m
439	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,043381	0,000215	0,000012
438	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,035632	0,000246	0,000389
440	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,035631	0,000246	0,000388
441	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017329	0,000245	0,000395

Corrección por análisis dinámico

La corrección realizada por análisis dinámico se evidencia en la tabla 19 corroborando que las componentes en las direcciones X, Y del sismo no distan entre sí y corresponden en magnitud al cortante basal, cabe aclarar que según normativa, el cortante basal equivale al 80% de la fuerza horizontal equivalente con el objeto de no llevar al límite la fuerza aplicada en para estructuras regulares en planta y altura.

En la tabla 17 se encuentran los valores para realizar los ajustes en los casos de carga sísmicos. Teniendo en cuenta los valores de la tabla 16 que fueron extraídos del espectro de aceleraciones para el cálculo de la fuerza horizontal equivalente y cortante basal para así calcular sus respectivas correcciones.

Tabla 17. Valores para la corrección por análisis dinámico.

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
DEAD	LinStatic		2,256E-13	-5,643E-12	40,5654
SISMOX	LinRespSpec	Max	6,4718	2,7725	0,0101
SISMOY	LinRespSpec	Max	1,9597	9,1507	0,0055

Tabla 18. Valores de entrada para la corrección por análisis dinámico.

T	0,53
Sa	0,48
Fhe	19,471392
CB	17,524253
CX	2,7077865
CY	1,9150724

Tabla 19. Verificación Dinámica.

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
DEAD	LinStatic		2,242E-13	-7,106E-12	40,5654
SISMOX	LinRespSpec	Max	17,5238	7,45	0,0224
SISMOY	LinRespSpec	Max	3,758	17,5238	0,0106

Ilustración 13. Comprobación de Derivas luego de la corrección.

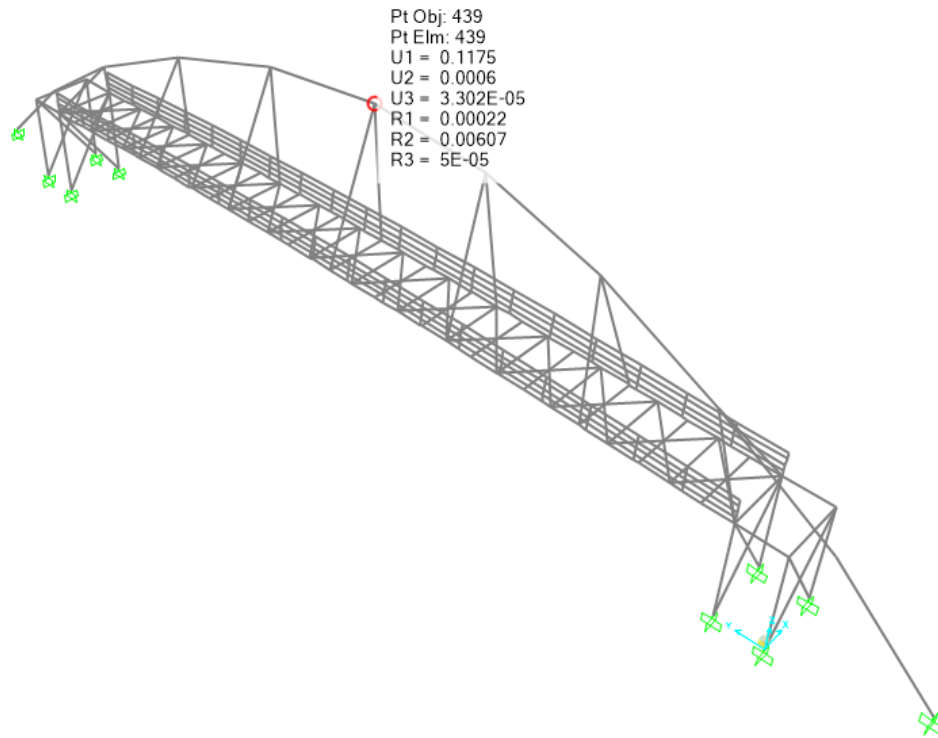
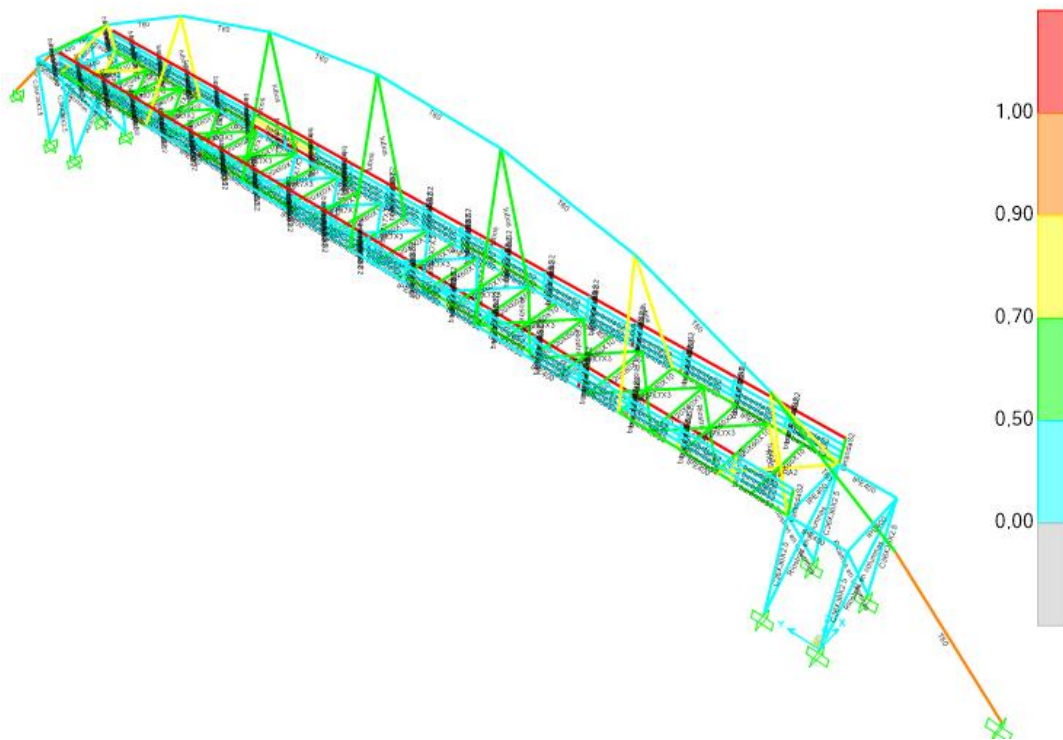


Ilustración 14. Chequeo de los elementos estructurales luego de la corrección.



Luego de realizar el análisis dinámico se observa en la ilustración 13 que la deriva cumple con el desplazamiento máximo de la estructura que es del 1% donde en esta investigación se obtiene una deriva máxima de 0,115 y la deriva obtenida al analizar el modelo en el punto más crítico fue del orden de 0,117 como se observa en la tabla 20 (Para observar la tabla completa ir al anexo 3). Comparando estos valores se puede concluir que la estructura no sobrepasa la deriva máxima permitida por la norma y se puede decir que tiene una rigidez estable.

Tabla 20. Desplazamientos máximos del modelo luego de la corrección.

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	Text	m	m	m
439	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,117466	0,000583	0,000033
438	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,096483	0,000666	0,001053
440	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,096482	0,000667	0,00105
441	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,046922	0,000663	0,001069

Nota: Para tener más información del modelo dirigirse al anexo 4 correspondiente a los diseños estructurales y dirigirse al anexo 6 de planos.

8. CONCLUSIONES

De acuerdo al desarrollo de cada una de las fases que plantean las siguientes conclusiones:

Se propuso una alternativa para la mejora en la movilidad peatonal del puente peatonal ubicado en la Avenida 68 entre las calles 63 y 64, mediante modelación de un nuevo puente peatonal en estructura metálica debido a que el puente no cumple con los parámetros requeridos para su uso como se evidencia en los resultados de ancho libre en la ecuación 2 por lo tanto se modelo un nuevo puente que cumple con los parámetros establecidos por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14 que consisten en las cargas actuantes en la estructura, las posibles combinaciones de carga que se puedan presentar (Tabla 9), análisis dinámico teniendo en cuenta la zona de ubicación del puente peatonal con el fin de simular las condiciones de sismo que puedan presentarse para que la modelación sea lo más realista posible (tabla 18).

Por otra parte, desde el punto de vista geométrico se mejoró las condiciones que presenta el puente peatonal actual frente al servicio incluyendo las escaleras y una rampa de acceso (anexo 6) debido a que el puente existente carece de este acceso. También se eligieron secciones más amplias en el tablero de acuerdo a los aforos presentados (Tabla 4, 5, 6) que por la movilidad del sector es un parámetro de importancia.

- Se identificó y clasifíco las patologías mediante el manual de Asocreto para la evaluación de patologías en estructuras de concreto (tabla 3) por las cuales el puente peatonal ubicado en la Avenida 68 entre calles 63 y 64 está en estado de deterioro, debido a que se evidencio fracturas en elementos estructurales tales como columnas, vigas y tablero (Ilustraciones 2-7), que pueden generar a futuro un colapso y generar pérdidas de vidas humanas.
- Se describió detalladamente la geometría del puente peatonal de la Avenida 68 entre calles 63 y 64 por medio de mediciones con cinta métrica. Se logró evidenciar secciones como la losa del puente existente que no satisfacen las necesidades de la población ya que esta corresponde a una zona de alta movilidad peatonal debido a la cercanía de centros recreativos y educativos.
- Se modeló la alternativa de un puente peatonal en acero con especificaciones de la norma para poder así cumplir con la demanda del sector y cumpliendo el soporte y la resistencia que causan las cargas aplicadas a la estructura como lo son la carga muerta, carga viva, las cargas de sismo y las cargas de viento. También con estas cargas se buscó que el puente cumpliera con los desplazamientos que permite la norma que es de

un máximo del 1% de la altura de la estructura pero sin que los elementos estén trabajando por encima del 100% de su capacidad.

9. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que esta investigación se enfocó en el modelo y diseño estructural del puente peatonal, se recomienda ampliar el estudio desde en la parte del suelo para complementar los resultados y así proponer una mejor alternativa.
- Se recomienda realizar aforos en los días que hallan eventos en las zonas públicas debido a que se puede duplicar o triplicar el número de peatones que posiblemente utilizaran el puente.

10. BIBLIOGRAFIA

Estudios preliminares para el diseño de puentes. [Citado el 10 de Septiembre de 2014]
Disponibile en <<http://ingenieriacivilcoatza.blogspot.com/2008/10/estudios-preliminares-para-el-diseo-de.html>> [Citado el 10 de Septiembre de 2014]

FERROCORTES [en línea]. Disponible en: <<http://www.ferrocortes.com.co/laminas/lamina-calidad-estructural-astm-a36>> [citado en 11 de abril de 2015]

GARCÍA, Adriana Jimena y SUÁREZ, Lina María. Estudio del uso de los puentes peatonales avenida del ferrocarril, avenida 30 de agosto y avenida las Américas municipio de Pereira (Risaralda). Trabajo de Grado Ingeniera Civil. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. 2002. 93 p.

RODRÍGUEZ, Danilo Fernando y RODRÍGUEZ, Diego David. Diseño y Simulación de un puente de acero mediante SAP-2000. Trabajo de Grado Ingeniera Mecánica. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Mecánica 2010. 218 p.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación, 4ta Edición, México D.F, 2006, 1998,1991 .Disponibile en:<<http://latiendaderopaonline.com/ropa-online-tendencia-mundial/>> P. 5 – 8.

INDUSTRIAS UNICON [en línea]. Disponible en: <http://www.unicon.com.ve/estructural_tubos_estructurales.html> [citado en 11 de abril de 2015]

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO [en línea]. Disponible en: <http://www.idu.gov.co/web/guest/puentes_peatonales> [citado en 11 de abril de 2015]

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO (IDU). Criterios y parámetros de diseño para los puentes peatonales [en línea]. (2007). Disponible en: <<http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/29511/6/60015554-05.PDF>> 8 p. [Citado en 1 de noviembre de 2015]

Revista Virtual Universidad Católica del Norte. No. 29, (febrero – mayo de 2010, Colombia). Disponible en: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias, Latindex. [Citado en 11 de abril de 2015]

SECRETARIA DE MOVILIDAD DE BOGOTA. Cartilla: comportamientos positivos y seguros en la vía: peatones [en línea]. (2011). Disponible en: <http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/Cartilla%20Peaton es.pdf> 13 p. [Citado en 11 de abril de 2015]

TORRES, Julio Oswaldo. Estudio de tránsito construcción del puente peatonal “Nazareth-Rios Blanca” ubicado en la Localidad de Sumapaz [en línea]. (2011). 44 p. [Citado en 1 de noviembre de 2015]

11. ANEXOS

Anexo 1

Tabla 21. Datos de entrada elaboración espectro de diseño

PGA	0,25
Fpga	1,2
As	0,3
Sds	0,48
Sd1	0,84
ts	1,75
to	0,35

Tabla 22. Datos para construcción de gráfica espectro de diseño

Tm	Csm		
0,01	0,30514286	0,27	0,43885714
0,02	0,31028571	0,28	0,444
0,03	0,31542857	0,29	0,44914286
0,04	0,32057143	0,3	0,45428571
0,05	0,32571429	0,31	0,45942857
0,06	0,33085714	0,32	0,46457143
0,07	0,336	0,33	0,46971429
0,08	0,34114286	0,34	0,47485714
0,09	0,34628571	0,35	0,48
0,1	0,35142857	0,36	0,48
0,11	0,35657143	0,37	0,48
0,12	0,36171429	0,38	0,48
0,13	0,36685714	0,39	0,48
0,14	0,372	0,4	0,48
0,15	0,37714286	0,41	0,48
0,16	0,38228571	0,42	0,48
0,17	0,38742857	0,43	0,48
0,18	0,39257143	0,44	0,48
0,19	0,39771429	0,45	0,48
0,2	0,40285714	0,46	0,48
0,21	0,408	0,47	0,48
0,22	0,41314286	0,48	0,48
0,23	0,41828571	0,49	0,48
0,24	0,42342857	0,5	0,48
0,25	0,42857143	0,51	0,48
0,26	0,43371429	0,52	0,48
		0,53	0,48
		0,54	0,48
		0,55	0,48

0,56	0,48
0,57	0,48
0,58	0,48
0,59	0,48
0,6	0,48
0,61	0,48
0,62	0,48
0,63	0,48
0,64	0,48
0,65	0,48
0,66	0,48
0,67	0,48
0,68	0,48
0,69	0,48
0,7	0,48
0,71	0,48
0,72	0,48
0,73	0,48
0,74	0,48
0,75	0,48
0,76	0,48
0,77	0,48
0,78	0,48
0,79	0,48
0,8	0,48
0,81	0,48
0,82	0,48
0,83	0,48
0,84	0,48
0,85	0,48
0,86	0,48
0,87	0,48
0,88	0,48
0,89	0,48
0,9	0,48
0,91	0,48
0,92	0,48
0,93	0,48
0,94	0,48
0,95	0,48
0,96	0,48

0,97	0,48
0,98	0,48
0,99	0,48
1	0,48
1,01	0,48
1,02	0,48
1,03	0,48
1,04	0,48
1,05	0,48
1,06	0,48
1,07	0,48
1,08	0,48
1,09	0,48
1,1	0,48
1,11	0,48
1,12	0,48
1,13	0,48
1,14	0,48
1,15	0,48
1,16	0,48
1,17	0,48
1,18	0,48
1,19	0,48
1,2	0,48
1,21	0,48
1,22	0,48
1,23	0,48
1,24	0,48
1,25	0,48
1,26	0,48
1,27	0,48
1,28	0,48
1,29	0,48
1,3	0,48
1,31	0,48
1,32	0,48
1,33	0,48
1,34	0,48
1,35	0,48
1,36	0,48
1,37	0,48

1,38	0,48
1,39	0,48
1,4	0,48
1,41	0,48
1,42	0,48
1,43	0,48
1,44	0,48
1,45	0,48
1,46	0,48
1,47	0,48
1,48	0,48
1,49	0,48
1,5	0,48
1,51	0,48
1,52	0,48
1,53	0,48
1,54	0,48
1,55	0,48
1,56	0,48
1,57	0,48
1,58	0,48
1,59	0,48
1,6	0,48
1,61	0,48
1,62	0,48
1,63	0,48
1,64	0,48
1,65	0,48
1,66	0,48
1,67	0,48
1,68	0,48
1,69	0,48
1,7	0,48
1,71	0,48
1,72	0,48
1,73	0,48
1,74	0,48
1,75	0,48
1,76	0,48
1,77	0,47
1,78	0,47

1,79	0,47
1,8	0,47
1,81	0,46
1,82	0,46
1,83	0,46
1,84	0,46
1,85	0,45
1,86	0,45
1,87	0,45
1,88	0,45
1,89	0,44
1,9	0,44
1,91	0,44
1,92	0,44
1,93	0,44
1,94	0,43
1,95	0,43
1,96	0,43
1,97	0,43
1,98	0,42
1,99	0,42
2	0,42
2,01	0,42
2,02	0,42
2,03	0,41
2,04	0,41
2,05	0,41
2,06	0,41
2,07	0,41
2,08	0,40
2,09	0,40
2,1	0,40
2,11	0,40
2,12	0,40
2,13	0,39
2,14	0,39
2,15	0,39
2,16	0,39
2,17	0,39
2,18	0,39
2,19	0,38

2,2	0,38
2,21	0,38
2,22	0,38
2,23	0,38
2,24	0,38
2,25	0,37
2,26	0,37
2,27	0,37
2,28	0,37
2,29	0,37
2,3	0,37
2,31	0,36
2,32	0,36
2,33	0,36
2,34	0,36
2,35	0,36
2,36	0,36
2,37	0,35
2,38	0,35
2,39	0,35
2,4	0,35
2,41	0,35
2,42	0,35
2,43	0,35
2,44	0,34
2,45	0,34
2,46	0,34
2,47	0,34
2,48	0,34
2,49	0,34
2,5	0,34
2,51	0,33
2,52	0,33
2,53	0,33
2,54	0,33
2,55	0,33
2,56	0,33
2,57	0,33
2,58	0,33
2,59	0,32
2,6	0,32

2,61	0,32
2,62	0,32
2,63	0,32
2,64	0,32
2,65	0,32
2,66	0,32
2,67	0,31
2,68	0,31
2,69	0,31
2,7	0,31
2,71	0,31
2,72	0,31
2,73	0,31
2,74	0,31
2,75	0,31
2,76	0,30
2,77	0,30
2,78	0,30
2,79	0,30
2,8	0,30
2,81	0,30
2,82	0,30
2,83	0,30
2,84	0,30
2,85	0,29
2,86	0,29
2,87	0,29
2,88	0,29
2,89	0,29
2,9	0,29
2,91	0,29
2,92	0,29
2,93	0,29
2,94	0,29
2,95	0,28
2,96	0,28
2,97	0,28
2,98	0,28
2,99	0,28
3	0,28
3,01	0,28

3,02	0,28
3,03	0,28
3,04	0,28
3,05	0,28
3,06	0,27
3,07	0,27
3,08	0,27
3,09	0,27
3,1	0,27
3,11	0,27
3,12	0,27
3,13	0,27
3,14	0,27
3,15	0,27
3,16	0,27
3,17	0,26
3,18	0,26
3,19	0,26
3,2	0,26
3,21	0,26
3,22	0,26
3,23	0,26
3,24	0,26
3,25	0,26
3,26	0,26
3,27	0,26
3,28	0,26
3,29	0,26
3,3	0,25
3,31	0,25
3,32	0,25
3,33	0,25
3,34	0,25
3,35	0,25
3,36	0,25
3,37	0,25
3,38	0,25
3,39	0,25
3,4	0,25
3,41	0,25
3,42	0,25

3,43	0,24
3,44	0,24
3,45	0,24
3,46	0,24
3,47	0,24
3,48	0,24
3,49	0,24
3,5	0,24
3,51	0,24
3,52	0,24
3,53	0,24
3,54	0,24
3,55	0,24
3,56	0,24
3,57	0,24
3,58	0,23
3,59	0,23
3,6	0,23
3,61	0,23
3,62	0,23
3,63	0,23
3,64	0,23
3,65	0,23
3,66	0,23
3,67	0,23
3,68	0,23
3,69	0,23
3,7	0,23
3,71	0,23
3,72	0,23
3,73	0,23
3,74	0,22
3,75	0,22
3,76	0,22
3,77	0,22
3,78	0,22
3,79	0,22
3,8	0,22
3,81	0,22
3,82	0,22
3,83	0,22

3,84	0,22
3,85	0,22
3,86	0,22
3,87	0,22
3,88	0,22
3,89	0,22
3,9	0,22
3,91	0,21
3,92	0,21
3,93	0,21
3,94	0,21
3,95	0,21
3,96	0,21
3,97	0,21
3,98	0,21
3,99	0,21
4	0,21
4,01	0,21
4,02	0,21
4,03	0,21
4,04	0,21
4,05	0,21
4,06	0,21
4,07	0,21
4,08	0,21
4,09	0,21
4,1	0,20
4,11	0,20
4,12	0,20
4,13	0,20
4,14	0,20
4,15	0,20
4,16	0,20
4,17	0,20
4,18	0,20
4,19	0,20
4,2	0,20
4,21	0,20
4,22	0,20
4,23	0,20
4,24	0,20

4,25	0,20
4,26	0,20
4,27	0,20
4,28	0,20
4,29	0,20
4,3	0,20
4,31	0,19
4,32	0,19
4,33	0,19
4,34	0,19
4,35	0,19
4,36	0,19
4,37	0,19
4,38	0,19
4,39	0,19
4,4	0,19
4,41	0,19
4,42	0,19
4,43	0,19
4,44	0,19
4,45	0,19
4,46	0,19
4,47	0,19
4,48	0,19
4,49	0,19
4,5	0,19
4,51	0,19
4,52	0,19
4,53	0,19
4,54	0,19
4,55	0,18
4,56	0,18
4,57	0,18
4,58	0,18
4,59	0,18
4,6	0,18
4,61	0,18
4,62	0,18
4,63	0,18
4,64	0,18
4,65	0,18

4,66	0,18
4,67	0,18
4,68	0,18
4,69	0,18
4,7	0,18
4,71	0,18
4,72	0,18
4,73	0,18
4,74	0,18
4,75	0,18
4,76	0,18
4,77	0,18
4,78	0,18
4,79	0,18
4,8	0,18
4,81	0,17
4,82	0,17
4,83	0,17
4,84	0,17
4,85	0,17
4,86	0,17
4,87	0,17
4,88	0,17
4,89	0,17
4,9	0,17
4,91	0,17
4,92	0,17
4,93	0,17
4,94	0,17
4,95	0,17
4,96	0,17
4,97	0,17
4,98	0,17
4,99	0,17
5	0,17
5,01	0,17
5,02	0,17
5,03	0,17
5,04	0,17
5,05	0,17
5,06	0,17

5,07	0,17
5,08	0,17
5,09	0,17
5,1	0,16
5,11	0,16
5,12	0,16
5,13	0,16
5,14	0,16
5,15	0,16
5,16	0,16
5,17	0,16
5,18	0,16
5,19	0,16
5,2	0,16
5,21	0,16
5,22	0,16
5,23	0,16
5,24	0,16
5,25	0,16
5,26	0,16
5,27	0,16
5,28	0,16
5,29	0,16
5,3	0,16
5,31	0,16
5,32	0,16
5,33	0,16
5,34	0,16
5,35	0,16
5,36	0,16
5,37	0,16
5,38	0,16
5,39	0,16
5,4	0,16
5,41	0,16
5,42	0,15
5,43	0,15
5,44	0,15
5,45	0,15
5,46	0,15
5,47	0,15

5,48	0,15
5,49	0,15
5,5	0,15
5,51	0,15
5,52	0,15
5,53	0,15
5,54	0,15
5,55	0,15
5,56	0,15
5,57	0,15
5,58	0,15
5,59	0,15
5,6	0,15
5,61	0,15
5,62	0,15
5,63	0,15
5,64	0,15
5,65	0,15
5,66	0,15
5,67	0,15
5,68	0,15
5,69	0,15
5,7	0,15
5,71	0,15
5,72	0,15
5,73	0,15
5,74	0,15
5,75	0,15
5,76	0,15
5,77	0,15
5,78	0,15
5,79	0,15
5,8	0,14
5,81	0,14
5,82	0,14
5,83	0,14
5,84	0,14
5,85	0,14
5,86	0,14
5,87	0,14
5,88	0,14

5,89	0,14
5,9	0,14
5,91	0,14
5,92	0,14
5,93	0,14
5,94	0,14
5,95	0,14
5,96	0,14
5,97	0,14
5,98	0,14
5,99	0,14
6	0,14
6,01	0,14
6,02	0,14
6,03	0,14
6,04	0,14
6,05	0,14
6,06	0,14
6,07	0,14
6,08	0,14
6,09	0,14
6,1	0,14
6,11	0,14
6,12	0,14
6,13	0,14
6,14	0,14
6,15	0,14
6,16	0,14
6,17	0,14
6,18	0,14
6,19	0,14
6,2	0,14
6,21	0,14
6,22	0,14
6,23	0,13
6,24	0,13
6,25	0,13
6,26	0,13
6,27	0,13
6,28	0,13
6,29	0,13

6,3	0,13
6,31	0,13
6,32	0,13
6,33	0,13
6,34	0,13
6,35	0,13
6,36	0,13
6,37	0,13
6,38	0,13
6,39	0,13
6,4	0,13
6,41	0,13
6,42	0,13
6,43	0,13
6,44	0,13
6,45	0,13
6,46	0,13
6,47	0,13
6,48	0,13
6,49	0,13
6,5	0,13
6,51	0,13
6,52	0,13
6,53	0,13
6,54	0,13
6,55	0,13
6,56	0,13
6,57	0,13
6,58	0,13
6,59	0,13
6,6	0,13
6,61	0,13
6,62	0,13
6,63	0,13
6,64	0,13
6,65	0,13
6,66	0,13
6,67	0,13
6,68	0,13
6,69	0,13
6,7	0,13

6,71	0,13
6,72	0,13
6,73	0,12
6,74	0,12
6,75	0,12
6,76	0,12
6,77	0,12
6,78	0,12
6,79	0,12
6,8	0,12
6,81	0,12
6,82	0,12
6,83	0,12
6,84	0,12
6,85	0,12
6,86	0,12
6,87	0,12
6,88	0,12
6,89	0,12
6,9	0,12
6,91	0,12
6,92	0,12
6,93	0,12
6,94	0,12
6,95	0,12
6,96	0,12
6,97	0,12
6,98	0,12
6,99	0,12
7	0,12
7,01	0,12
7,02	0,12
7,03	0,12
7,04	0,12
7,05	0,12
7,06	0,12
7,07	0,12
7,08	0,12
7,09	0,12
7,1	0,12
7,11	0,12

7,12	0,12
7,13	0,12
7,14	0,12
7,15	0,12
7,16	0,12
7,17	0,12
7,18	0,12
7,19	0,12
7,2	0,12
7,21	0,12
7,22	0,12
7,23	0,12
7,24	0,12
7,25	0,12
7,26	0,12
7,27	0,12
7,28	0,12
7,29	0,12
7,3	0,12
7,31	0,11
7,32	0,11
7,33	0,11
7,34	0,11
7,35	0,11
7,36	0,11
7,37	0,11
7,38	0,11
7,39	0,11
7,4	0,11
7,41	0,11
7,42	0,11
7,43	0,11
7,44	0,11
7,45	0,11
7,46	0,11
7,47	0,11
7,48	0,11
7,49	0,11
7,5	0,11
7,51	0,11
7,52	0,11

7,53	0,11
7,54	0,11
7,55	0,11
7,56	0,11
7,57	0,11
7,58	0,11
7,59	0,11
7,6	0,11
7,61	0,11
7,62	0,11
7,63	0,11
7,64	0,11
7,65	0,11
7,66	0,11
7,67	0,11
7,68	0,11
7,69	0,11
7,7	0,11
7,71	0,11
7,72	0,11
7,73	0,11
7,74	0,11
7,75	0,11
7,76	0,11
7,77	0,11
7,78	0,11
7,79	0,11
7,8	0,11
7,81	0,11
7,82	0,11
7,83	0,11
7,84	0,11
7,85	0,11
7,86	0,11
7,87	0,11
7,88	0,11
7,89	0,11
7,9	0,11
7,91	0,11
7,92	0,11
7,93	0,11

7,94	0,11
7,95	0,11
7,96	0,11
7,97	0,11

7,98	0,11
7,99	0,11
8	0,11

ANEXO 2

Tabla 23.Desplazamientos

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	Text	m	m	m
1	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000254	0,000408	0,000047
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001486	0,000268	0,000873
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002761	0,000261	0,002541
4	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004036	0,000251	0,004404
5	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005098	0,000239	0,005897
6	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005999	0,000225	0,006957
7	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006823	0,000211	0,007703
8	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007352	0,000198	0,00829
9	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007831	0,000186	0,008724
10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008032	0,000179	0,008941
11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008034	0,000177	0,008942
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007855	0,00018	0,008726
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007386	0,000188	0,008291
14	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006027	0,000211	0,006954
15	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005118	0,000224	0,005895
16	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004042	0,000236	0,004403
17	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002763	0,000246	0,002541
18	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001487	0,000253	0,000873
19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001871	0,00023	0,000873
20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003328	0,000227	0,002541
21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004838	0,000222	0,004404
22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006129	0,000217	0,005897
23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007223	0,000211	0,006957
24	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008194	0,000205	0,007703
25	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008846	0,000199	0,00829
26	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009413	0,000194	0,008724
27	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009668	0,000191	0,008941
28	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009674	0,000189	0,008942

29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00945	0,000189	0,008726
30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008891	0,000191	0,008291
31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007255	0,000198	0,006954
32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006159	0,000202	0,005895
33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004849	0,000207	0,004403
34	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003333	0,000211	0,002541
35	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001873	0,000214	0,000873
36	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00119	0,0004	0,000873
37	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002294	0,000384	0,002541
38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003341	0,000362	0,004404
39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004202	0,000334	0,005897
40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004949	0,0003	0,006957
41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005645	0,000262	0,007703
42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00609	0,000224	0,00829
43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006483	0,00019	0,008723
44	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006642	0,000169	0,008941
45	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006641	0,000167	0,008942
46	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006493	0,000185	0,008725
47	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000032	0,000545	0,000007106
48	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000032	0,000545	0,00000711
49	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
50	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
51	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000183	0,000552	0,000047
52	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
53	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000183	0,000551	0,000047
54	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
55	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006105	0,000216	0,008291
56	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004963	0,00029	0,006954
57	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00421	0,000325	0,005895
58	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003343	0,000354	0,004403
59	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002295	0,000377	0,002541
60	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00119	0,000394	0,000873
61	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001486	0,000261	0,000873
62	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002761	0,000255	0,002541
63	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004036	0,000245	0,004404
64	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005098	0,000233	0,005897
65	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005999	0,000219	0,006956
66	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006823	0,000205	0,007702
67	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007351	0,000192	0,008289
68	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007829	0,000182	0,008722
69	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008028	0,000177	0,008939

70	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008025	0,000177	0,008939
71	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007827	0,000182	0,008722
72	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007346	0,000192	0,008288
73	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000032	0,000545	0,00000711
74	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000032	0,000545	0,000007107
75	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
76	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
77	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000183	0,000551	0,000047
78	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
79	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000183	0,000552	0,000047
80	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
81	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006822	0,000205	0,007703
82	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006002	0,000219	0,006957
83	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005098	0,000233	0,005897
84	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004037	0,000245	0,004405
85	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002761	0,000255	0,002541
86	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001487	0,000261	0,000873
87	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001869	0,000221	0,000873
88	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003327	0,000218	0,002541
89	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004838	0,000214	0,004404
90	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006129	0,000209	0,005897
91	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007223	0,000203	0,006956
92	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008194	0,000198	0,007702
93	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008845	0,000193	0,008289
94	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00941	0,000189	0,008722
95	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009661	0,000187	0,008939
96	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009658	0,000187	0,008939
97	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009406	0,000189	0,008722
98	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008839	0,000193	0,008289
99	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008193	0,000198	0,007703
100	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007226	0,000203	0,006957
101	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00613	0,000209	0,005897
102	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00484	0,000214	0,004405
103	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003329	0,000218	0,002541
104	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001873	0,000222	0,000873
105	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00119	0,000398	0,000873
106	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002294	0,000382	0,002541
107	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003341	0,000359	0,004404
108	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004202	0,000331	0,005897
109	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004949	0,000297	0,006956
110	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005645	0,000259	0,007702

111	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006089	0,000221	0,008289
112	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006483	0,000188	0,008722
113	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00664	0,000168	0,008939
114	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006638	0,000168	0,008939
115	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006482	0,000188	0,008722
116	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006087	0,000221	0,008288
117	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005643	0,000259	0,007702
118	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00495	0,000297	0,006957
119	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004202	0,000331	0,005897
120	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003341	0,00036	0,004405
121	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002294	0,000382	0,002541
122	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001189	0,000398	0,000873
289	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001013	0,00025	0,000047
291	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001011	0,000269	0,000047
293	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000437	0,000271	0,000047
294	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000438	0,000256	0,000047
295	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000703	0,000232	0,000047
296	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000705	0,000215	0,000047
297	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000253	0,00041	0,000047
298	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000254	0,000404	0,000047
299	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002301	0,000269	0,000873
300	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001021	0,000544	0,000872
301	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003943	0,000266	0,002541
302	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002008	0,000525	0,002541
303	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005684	0,00026	0,004404
304	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00287	0,000493	0,004404
305	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007213	0,000249	0,005897
306	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003603	0,000449	0,005897
307	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008513	0,000237	0,006957
308	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004282	0,000395	0,006957
309	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009646	0,000225	0,007703
310	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004869	0,000331	0,007703
311	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010435	0,000215	0,00829
312	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005321	0,000265	0,008289
313	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011094	0,000206	0,008724
314	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005613	0,000204	0,008723
315	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011408	0,000201	0,008941
316	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005762	0,000162	0,008941
317	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011418	0,000199	0,008942
318	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005762	0,000162	0,008942
319	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011142	0,0002	0,008726

320	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005612	0,000204	0,008725
321	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010482	0,000205	0,008291
322	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005323	0,000265	0,008291
323	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009434	0,000213	0,007702
324	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004866	0,000331	0,007701
325	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008543	0,000222	0,006954
326	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004282	0,000394	0,006954
327	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007251	0,000232	0,005895
328	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003603	0,000448	0,005895
329	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0057	0,000242	0,004403
330	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00287	0,000492	0,004403
331	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00395	0,000248	0,002541
332	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002008	0,000524	0,002541
333	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002305	0,00025	0,000873
334	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00102	0,000544	0,000872
335	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001015	0,000259	0,000047
337	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001009	0,000259	0,000047
339	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000437	0,000264	0,000047
340	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000438	0,000265	0,000047
341	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000702	0,000223	0,000047
342	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000705	0,000223	0,000047
343	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000253	0,000408	0,000047
345	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002298	0,000259	0,000873
346	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001021	0,000544	0,000872
347	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003942	0,000257	0,002541
348	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002008	0,000524	0,002541
349	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005684	0,00025	0,004404
350	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00287	0,000492	0,004404
351	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007212	0,00024	0,005897
352	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003603	0,000448	0,005897
353	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008513	0,000228	0,006956
354	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004282	0,000394	0,006956
355	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009645	0,000217	0,007702
356	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004869	0,000331	0,007702
357	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010433	0,000207	0,008289
358	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005321	0,000265	0,008288
359	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011089	0,0002	0,008722
360	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005613	0,000204	0,008722
361	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011397	0,000196	0,008939
362	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005762	0,000162	0,008939
363	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011394	0,000196	0,008939

364	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005762	0,000162	0,008939
365	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011085	0,0002	0,008722
366	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005612	0,000204	0,008722
367	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010426	0,000207	0,008289
368	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005323	0,000265	0,008288
369	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009643	0,000217	0,007703
370	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004866	0,000331	0,007702
371	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008516	0,000228	0,006957
372	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004282	0,000394	0,006957
373	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007215	0,00024	0,005897
374	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003603	0,000449	0,005897
375	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005687	0,00025	0,004405
376	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00287	0,000492	0,004405
377	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003946	0,000257	0,002541
378	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002008	0,000524	0,002541
379	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002305	0,000259	0,000873
380	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00102	0,000544	0,000872
433	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
434	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
435	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001947	0,000165	0,000164
436	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001438	0,000157	0,00018
437	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017328	0,000244	0,000395
438	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,035632	0,000246	0,000389
439	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,043381	0,000215	0,000012
440	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,035631	0,000246	0,000388
441	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017329	0,000245	0,000395
442	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001438	0,000158	0,00018
443	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001949	0,000165	0,000163
449	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003011	0,000486	0,00469
450	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005016	0,000311	0,007908
451	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005825	0,000156	0,008966
452	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005015	0,00031	0,007908
453	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003011	0,000485	0,004689
454	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003011	0,000485	0,00469
455	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005016	0,00031	0,007907
456	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005825	0,000156	0,008963
457	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005015	0,00031	0,007907
458	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003011	0,000486	0,00469
525	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000608	0,000547	0,000436
526	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000608	0,000546	0,000436
601	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001322	0,000542	0,001263

602	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001322	0,000542	0,001263
603	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001925	0,000527	0,002356
604	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001925	0,000526	0,002356
605	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002443	0,000512	0,003552
606	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002443	0,000511	0,003551
607	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003011	0,000486	0,004692
608	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003011	0,000485	0,00469
609	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003457	0,00046	0,005639
610	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003457	0,000459	0,005636
611	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003921	0,000425	0,006404
612	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003921	0,000425	0,006401
613	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004324	0,000391	0,007016
614	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004324	0,000391	0,007013
615	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004717	0,00035	0,007504
616	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004717	0,00035	0,007502
617	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005016	0,00031	0,007908
618	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005016	0,00031	0,007909
619	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005312	0,000267	0,008272
620	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005312	0,000267	0,008274
621	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005492	0,000228	0,008573
622	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005492	0,000228	0,008577
623	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005665	0,000192	0,008793
624	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005665	0,000191	0,008797
625	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005739	0,000166	0,008923
626	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005739	0,000166	0,008926
627	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005825	0,000156	0,008963
628	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005825	0,000156	0,008966
629	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005739	0,000166	0,008923
630	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005739	0,000166	0,008925
631	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005665	0,000192	0,008792
632	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005665	0,000192	0,008794
633	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005491	0,000228	0,008571
634	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005491	0,000228	0,008573
635	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005308	0,000267	0,008269
636	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005308	0,000268	0,00827
637	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005014	0,00031	0,007905
638	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005014	0,000311	0,007906
639	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004717	0,00035	0,0075
640	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004717	0,00035	0,007501
641	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004321	0,000391	0,007011
642	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004321	0,000391	0,007011

643	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003917	0,000425	0,006398
644	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003917	0,000425	0,006399
645	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003454	0,00046	0,005631
646	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003454	0,00046	0,005631
647	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003008	0,000486	0,004683
648	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003008	0,000486	0,004683
649	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002439	0,000511	0,003542
650	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002439	0,000512	0,003542
651	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001921	0,000527	0,002346
652	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001921	0,000527	0,002346
653	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001317	0,000542	0,001255
654	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001317	0,000543	0,001255
655	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000604	0,000547	0,000431
656	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000604	0,000547	0,000431

ANEXO 3

Tabla 24. Desplazamientos máximos luego de las correcciones.

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3
Text	Text	Text	Text	m	m	m
1	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000687	0,001105	0,000127
2	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004024	0,000725	0,002363
3	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007476	0,000707	0,00688
4	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010929	0,00068	0,011925
5	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013804	0,000648	0,015967
6	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016245	0,00061	0,018837
7	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,018476	0,000571	0,020858
8	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019907	0,000535	0,022447
9	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,021205	0,000505	0,023621
10	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,021748	0,000486	0,02421
11	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,021754	0,00048	0,024213
12	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,021269	0,000488	0,023627
13	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019999	0,000508	0,022451
14	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01632	0,000571	0,018829
15	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013857	0,000607	0,015962
16	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010946	0,00064	0,011923
17	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007481	0,000667	0,006881

18	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004027	0,000685	0,002364
19	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005066	0,000623	0,002364
20	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009012	0,000614	0,00688
21	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0131	0,000601	0,011925
22	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016596	0,000587	0,015967
23	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019558	0,000571	0,018837
24	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,022189	0,000554	0,020859
25	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,023954	0,000538	0,022447
26	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,025488	0,000526	0,023622
27	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,02618	0,000517	0,02421
28	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,026196	0,000512	0,024213
29	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,025588	0,000513	0,023627
30	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,024076	0,000517	0,022451
31	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019646	0,000536	0,018829
32	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016677	0,000548	0,015962
33	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013129	0,00056	0,011923
34	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009024	0,00057	0,006881
35	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005072	0,000578	0,002364
36	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003222	0,001084	0,002363
37	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006213	0,001041	0,00688
38	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009047	0,000981	0,011925
39	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011378	0,000905	0,015967
40	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0134	0,000813	0,018837
41	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015285	0,00071	0,020858
42	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016489	0,000607	0,022446
43	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017556	0,000515	0,023621
44	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017984	0,000458	0,02421
45	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017983	0,000452	0,024212
46	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017582	0,000501	0,023627
47	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000086	0,001475	0,000019
48	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000086	0,001476	0,000019
49	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
50	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
51	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000496	0,001493	0,000127
52	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
53	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000496	0,001493	0,000127
54	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
55	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01653	0,000584	0,02245
56	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013438	0,000786	0,018829
57	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0114	0,000881	0,015962
58	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009053	0,000959	0,011923

59	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006214	0,001021	0,00688
60	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003222	0,001066	0,002363
61	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004023	0,000708	0,002364
62	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007475	0,00069	0,006881
63	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010928	0,000663	0,011925
64	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013804	0,00063	0,015967
65	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016245	0,000593	0,018836
66	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,018475	0,000555	0,020856
67	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019905	0,000521	0,022444
68	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0212	0,000494	0,023618
69	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,021737	0,000479	0,024205
70	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,021731	0,000479	0,024204
71	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,021194	0,000494	0,023617
72	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019892	0,000521	0,022443
73	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000086	0,001476	0,000019
74	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000086	0,001475	0,000019
75	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
76	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
77	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000496	0,001493	0,000127
78	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
79	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000496	0,001494	0,000128
80	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
81	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,018473	0,000556	0,020857
82	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016253	0,000594	0,018838
83	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013805	0,000631	0,015969
84	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010931	0,000664	0,011927
85	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007475	0,00069	0,006881
86	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,004026	0,000708	0,002364
87	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005061	0,0006	0,002364
88	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00901	0,000591	0,006881
89	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013099	0,000579	0,011925
90	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016595	0,000565	0,015967
91	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019557	0,00055	0,018836
92	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,022187	0,000535	0,020856
93	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,02395	0,000522	0,022444
94	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,025479	0,000512	0,023618
95	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,02616	0,000507	0,024205
96	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,026153	0,000507	0,024205
97	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,02547	0,000512	0,023617
98	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,023933	0,000522	0,022444
99	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,022184	0,000535	0,020857

100	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019566	0,000551	0,018838
101	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016599	0,000566	0,015969
102	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013105	0,000579	0,011927
103	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009015	0,000591	0,006882
104	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005072	0,0006	0,002364
105	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003222	0,001077	0,002363
106	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006213	0,001033	0,00688
107	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009047	0,000973	0,011925
108	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011378	0,000897	0,015967
109	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013399	0,000804	0,018836
110	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015285	0,000702	0,020856
111	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016488	0,000598	0,022443
112	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017554	0,000509	0,023618
113	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01798	0,000454	0,024205
114	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017975	0,000454	0,024204
115	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,017551	0,000509	0,023617
116	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,016482	0,000599	0,022443
117	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015281	0,000703	0,020857
118	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013405	0,000805	0,018837
119	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011378	0,000897	0,015969
120	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009048	0,000974	0,011927
121	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006212	0,001034	0,006881
122	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003221	0,001078	0,002363
289	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002744	0,000678	0,000127
291	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002738	0,000727	0,000127
293	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001184	0,000733	0,000127
294	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001186	0,000694	0,000127
295	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001904	0,000627	0,000127
296	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001908	0,000582	0,000127
297	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000686	0,001111	0,000127
298	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000687	0,001094	0,000127
299	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006232	0,000728	0,002364
300	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002764	0,001474	0,002362
301	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010677	0,000721	0,00688
302	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005436	0,00142	0,006879
303	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015392	0,000703	0,011925
304	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007772	0,001334	0,011925
305	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01953	0,000674	0,015967
306	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009757	0,001215	0,015967
307	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,023051	0,000642	0,018838
308	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011595	0,001068	0,018837

309	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,026118	0,00061	0,020859
310	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013183	0,000897	0,020858
311	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,028257	0,000581	0,022447
312	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014409	0,000719	0,022446
313	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030042	0,000558	0,023622
314	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015198	0,000553	0,023621
315	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030891	0,000543	0,02421
316	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015603	0,00044	0,02421
317	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030917	0,000538	0,024213
318	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015601	0,00044	0,024212
319	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030171	0,000542	0,023627
320	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015196	0,000552	0,023626
321	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,028383	0,000555	0,022451
322	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014414	0,000718	0,02245
323	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,025546	0,000576	0,020854
324	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013176	0,000896	0,020854
325	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,023132	0,000601	0,018829
326	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011595	0,001068	0,018829
327	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019635	0,000629	0,015962
328	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009757	0,001214	0,015962
329	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015435	0,000655	0,011923
330	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00777	0,001333	0,011924
331	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010695	0,000672	0,006881
332	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005437	0,001419	0,00688
333	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00624	0,000678	0,002365
334	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002761	0,001473	0,002362
335	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002748	0,000701	0,000127
337	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002732	0,000701	0,000127
339	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001183	0,000716	0,000127
340	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001187	0,000717	0,000127
341	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0019	0,000604	0,000127
342	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00191	0,000604	0,000127
343	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,000686	0,001105	0,000127
345	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006223	0,000701	0,002364
346	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002764	0,001473	0,002362
347	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010673	0,000695	0,006881
348	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005436	0,001419	0,00688
349	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015391	0,000677	0,011925
350	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,007772	0,001333	0,011926
351	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01953	0,000649	0,015967
352	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009757	0,001214	0,015967

353	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,02305	0,000618	0,018836
354	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011595	0,001067	0,018836
355	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,026116	0,000587	0,020856
356	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013183	0,000895	0,020855
357	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,028251	0,000561	0,022444
358	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014409	0,000717	0,022443
359	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030027	0,000542	0,023618
360	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015198	0,000552	0,023617
361	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030861	0,000532	0,024205
362	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015603	0,00044	0,024204
363	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030853	0,000532	0,024205
364	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015601	0,00044	0,024204
365	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,030015	0,000542	0,023617
366	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015196	0,000553	0,023616
367	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,028231	0,000561	0,022444
368	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014414	0,000718	0,022443
369	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,026112	0,000587	0,020857
370	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013177	0,000896	0,020856
371	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,023059	0,000618	0,018838
372	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011595	0,001068	0,018837
373	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,019536	0,000649	0,015969
374	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009757	0,001215	0,015969
375	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,0154	0,000677	0,011927
376	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,00777	0,001333	0,011927
377	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010684	0,000695	0,006882
378	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005437	0,00142	0,006881
379	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006242	0,000701	0,002365
380	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,002761	0,001473	0,002362
433	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
434	SISMOX	LinRespSpec	Max	0	0	0
435	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005273	0,000448	0,000443
436	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003895	0,000426	0,000487
437	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,04692	0,000662	0,00107
438	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,096483	0,000666	0,001053
439	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,117466	0,000583	0,000033
440	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,096482	0,000667	0,00105
441	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,046922	0,000663	0,001069
442	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003892	0,000427	0,000488
443	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005277	0,000448	0,000442
449	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008154	0,001316	0,012699
450	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013581	0,000841	0,021414

451	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015772	0,000423	0,024277
452	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013579	0,00084	0,021412
453	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008152	0,001314	0,012696
454	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008154	0,001314	0,012699
455	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013581	0,00084	0,021411
456	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015772	0,000423	0,024271
457	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01358	0,00084	0,021412
458	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008152	0,001315	0,012701
525	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001647	0,00148	0,001181
526	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001647	0,00148	0,001181
601	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003578	0,001468	0,003419
602	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003578	0,001468	0,003419
603	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005213	0,001426	0,006379
604	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005213	0,001426	0,006379
605	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006616	0,001385	0,009619
606	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006616	0,001384	0,009616
607	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008154	0,001315	0,012704
608	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008154	0,001314	0,0127
609	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009361	0,001245	0,015268
610	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009361	0,001244	0,015262
611	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010617	0,001151	0,017342
612	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010617	0,00115	0,017334
613	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011708	0,001058	0,018997
614	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011709	0,001058	0,018989
615	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,012772	0,000947	0,020319
616	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,012772	0,000947	0,020314
617	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013582	0,00084	0,021414
618	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013582	0,00084	0,021415
619	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014382	0,000724	0,022398
620	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014383	0,000724	0,022404
621	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014871	0,000617	0,023214
622	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014871	0,000617	0,023224
623	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01534	0,000519	0,02381
624	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01534	0,000518	0,02382
625	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01554	0,00045	0,024162
626	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,01554	0,000449	0,024171
627	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015772	0,000423	0,024271
628	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015772	0,000423	0,024277
629	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015539	0,00045	0,024161
630	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015539	0,00045	0,024166
631	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015339	0,000519	0,023807

632	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,015339	0,00052	0,023811
633	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014867	0,000617	0,02321
634	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014867	0,000618	0,023213
635	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014372	0,000724	0,022391
636	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,014372	0,000725	0,022394
637	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013577	0,00084	0,021406
638	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,013577	0,000841	0,021408
639	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,012773	0,000947	0,020309
640	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,012773	0,000949	0,020311
641	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011701	0,001058	0,018984
642	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,011701	0,001059	0,018986
643	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010606	0,00115	0,017325
644	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,010606	0,001152	0,017326
645	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009352	0,001245	0,015248
646	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,009352	0,001246	0,015248
647	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008145	0,001315	0,01268
648	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,008145	0,001316	0,01268
649	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006605	0,001385	0,009592
650	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,006605	0,001386	0,009591
651	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005202	0,001426	0,006354
652	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,005202	0,001427	0,006353
653	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003566	0,001468	0,003397
654	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,003566	0,001469	0,003397
655	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001635	0,00148	0,001168
656	SISMOX	LinRespSpec	Max	0,001635	0,001481	0,001168

ANEXO 4. DISEÑOS

ANEXO 5. STEELDECK

ANEXO 6. PLANOS