

TENDENCIAS ACTUALES DEL DISEÑO DE PASARELAS PEATONALES

**Ing. Laura Beatriz Rodríguez García¹, MSc. Ing. Alejandro Hernández Hernández¹,
Ing. Annarelys Salas Navarro¹**

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca
Km.3, Matanzas, Cuba. laura.beatriz@umcc.cu*

Resumen

El crecimiento constante de las urbes incide directamente en el aumento de la vulnerabilidad de peatones y conductores al convertirse en obsoletas las infraestructuras existentes. Las pasarelas peatonales permiten dar solución parcial a estas problemáticas garantizando un flujo continuo, seguro y de impacto para la accesibilidad. Su diseño puede ser variado en función de los materiales o estructura y se encuentra regido por normativas nacionales e internacionales que definen dimensiones y estados de cargas. En la actualidad el diseño de estructuras se soporta en softwares computacionales que permiten realizar idealizaciones matemáticas a través de la definición de las dimensiones, vínculos y sistemas de cargas.

***Palabras claves:** Pasarelas peatonales; modelación computacional; normativas.*

Introducción

El desarrollo constante de las urbes, las está tornado más congestionadas incidiendo directamente en la infraestructura vial; paralelamente los peatones y conductores se vuelven más vulnerables al convertirse en obsoletas. En este sentido la infraestructura peatonal permite el desplazamiento y estancia de los transeúntes; las pasarelas peatonales como elemento componente garantizan la circulación continua y fluida sobre obstáculos. El diseño de este tipo de infraestructuras se encuentra regido por normativas de carácter nacional e internacional y su diseño se apoya directamente en software computacionales como el ROBOT, SAP 2000 o BRIDGE que permiten crear una idealización matemática de la estructura lo más real posible. (Giráldez Toledo, 2019). Por lo que se pretende describir los aspectos básicos a tener en cuenta para el desarrollo de pasarelas peatonales según diversas normativas y estudios recientes.

Desarrollo

Las pasarelas peatonales son estructuras que permiten el paso de peatones sobre corrientes de agua, depresiones topográficas cruces a desnivel. Estas garantizan una circulación continua y fluida para los peatones y constituyen según varios autores un elemento componente de la infraestructura peatonal.

Tabla 1. Elementos componentes de la infraestructura peatonal. (Elaboración propia)

Componentes	(Jerez Castillo & Torres Cely, 2009)	(Poblete Bennete & Saball Astaburuaga, 2009)	(Guío Burgos, 2009)	(Martínez Villa, 2014)	(López & Neves, 2012)
Aceras	X	X	X		
Calles peatonales		X	X		X
Cruce semaforizado	X		X	X	
Escaleras	X		X	X	
Isla o refugio peatonal	X	X		X	X
Pasos cebra	X		X	X	X
Plazas		X			

Puentes peatonales	X			X	X
Rampas	X			X	
Túnel peatonal	X			X	
Vados	X				X

Las pasarelas peatonales se clasifican de acuerdo al tipo de material de construcción empleado (madera, acero estructural, hormigón armado y pretensado) y al tipo de estructuras (simplemente apoyados, arco, atirantado, colgantes, levadizos).

La construcción de un paso a desnivel para peatones, requiere, para su justificación, la observancia de los siguientes criterios (Olivas Ochoa, 2001).

- Se puede pensar en una estructura de este tipo cuando se considera que existen rutas escolares, cruzando un Boulevard o una autopista, o una vía rápida; o cuando los volúmenes peatonales en general son sensiblemente altos, en un determinado punto de las vías antes citadas.
- Se puede considerar la construcción de pasos a desnivel en casos extremos, para atravesar vías urbanas o interurbanas con intensidades de tráfico de vehículos muy fuertes y con prioridad absoluta sobre el tránsito peatonal.
- Es conveniente considerar algunas características físicas del lugar; como pueden ser: la sección por cruzar, la existencia de servicios públicos como postes de luz, líneas de drenaje y agua potable, cableado. Las características mecánicas del suelo y otras más.
- La economía es también uno de los aspectos más importantes a considerar; por lo que es conveniente evaluar las diferentes alternativas, seleccionando aquellas que económicamente se justifiquen, en el largo plazo.

Existen normativas que regulan el pre-diseño de pasarelas peatonales a nivel nacional e internacional; recogidas en las siguientes tablas:

Tabla 2. Normativas nacionales e internacionales. (Elaboración propia)

	<i>Nivel Internacional</i>	<i>Nivel Nacional (NC 733:2009)</i>
Tablero	Ancho libre del tablero 2,40 m	

Piso	Antideslizante	
Pendientes	Rampas de acceso continuas 12% y rampa caballera (escalonada) 15% con huella no menor a 1,0 metro	La pendiente máxima longitudinal deberá ser de un 8%, excepto en los accesos. La pendiente máxima transversal deberá ser un 3% para lograr el escurrimiento de las aguas
Barandas	Altura de 0,98 m sobre el nivel de la placa de caminado, deben ser continuas y sin interrupciones.	El ancho mínimo entre barandas deberá ser de 2,25 m. Tendrán una altura mínima de 0,75 m y serán diseñadas para una carga transversal y vertical uniformemente distribuida de 0,75kN/m aplicada en el borde superior de la baranda
Alumbrado	Debe garantizar la seguridad del usuario dentro y debajo del puente peatonal.	

Tabla 3. Requisitos de accesibilidad. (Elaboración propia)

<i>Nivel internacional</i>	<i>Nivel nacional (NC 391-2: 2013, 2013^a Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas)</i>
<p>Se debe garantizar el acceso de todos los peatones a través de escalera y elevadores o rampas.</p> <p>En el arranque de la escalera, la rampa o elevador, debe existir cambio de textura en el piso para evitar accidentes.</p> <p>La pintura de los pasamanos debe ser de color contrastante para facilitar la ubicación a personas con dificultad visual.</p> <p>Debe estar provisto de un bordillo mínimo de 15 cm de altura a todo lo largo del puente.</p> <p>En las rampas de ascenso y descenso de peatones se deberá considerar descansos de 2.00 a 2.50 m de longitud a lo largo de los tramos horizontales (en planta)</p>	<p>La pendiente máxima de las rampas para el desarrollo de 15 m máximos; longitudinalmente, en el plano horizontal no excederá del 10%.</p> <p>Cuando la longitud horizontal de las rampas (según diseño) exceda 15 m, se colocará un descanso al final de esta longitud.</p> <p>En las rampas de ascenso y descenso se deberán considerar descansos de 2.00 a 2.50 m de longitud a lo largo de los tramos horizontales (en planta) a un máximo de 15 m.</p> <p>Las rampas de ascenso y descenso</p>

<p>a un máximo de 15.00 m.</p> <p>Las rampas de ascenso y descenso de peatones deberán tener un ancho suficiente para que circulen dos sillas de ruedas a la vez y en distinto sentido en cada puente.</p> <p>Los puentes peatonales deberán tener una guía para no videntes, localizada al centro de la sección transversal de rampas y puente.</p>	<p>deberán tener un ancho suficiente para que circulen dos sillas de ruedas a la vez y en sentido distinto</p>
--	--

El pre diseño de pasarelas peatonales en Cuba se rige por el apartado número 10 de la NC 733:2009 Carreteras, puentes y alcantarillas. Requisitos de diseño y métodos de cálculo. No existe una normativa en el país que regule a profundidad su diseño, por tanto el proceso se complementa con normas internacionales.

Análisis necesarios para el pre diseño de pasarelas peatonales

Para el pre diseño estructural, es indispensable realizar los estudios y análisis básicos, que permitan tomar conocimiento pleno de la zona, que genere la información básica necesaria y suficiente que concluya en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas en el proyecto definitivo real, y ejecutable; mediante el desarrollo de las actividades básicas (Tapias Salamanca & Pinzón Moreno, 2014).

Autores como Olivas Ochoa (2001) y Ortega García (2018) plantean que los análisis más relevantes son:

Estéticos: Las pasarelas deben de integrarse en el entorno que las rodea y, en lo posible, poseerán características agradables al usuario. Deben presentar cualidades, resultantes de la apropiada disposición de los elementos de diseño visual, tales como: el orden, la armonía, el contraste, el ritmo, la proporción, la escala y la unidad. (Febles Varela, 2013)

Durabilidad: La vida útil de las pasarelas se establece como mínimo en 50 años, salvo justificación expresa. El proyecto debe considerar que ésta ha de alcanzarse minimizando los costes de conservación con una adecuada elección del tipo estructural, materiales, diseño, protección y plan de mantenimiento.

Constructivos: Gran parte de los elementos utilizados en la construcción de pasarelas son, o pueden ser, prefabricados. El empleo de este tipo de elementos implica una disminución de los costes asociados a estas estructuras, disminuyendo también el plazo de ejecución de las mismas.

Funcionales: En primer lugar, se definen las características esenciales de la pasarela, es decir, su función. En este sentido, es necesario especificar qué tipo de tránsito debe soportar: peatones, peatones y ciclistas, vehículos ocasionales mantenimiento, emergencias o vehículos con servidumbre de paso. En general, las pasarelas están destinadas al uso de

peatones y de ciclistas; sin embargo, en algunas ocasiones, es necesario el paso de vehículos de emergencias o de mantenimiento, debiendo considerarse este factor en el diseño de la sección tipo de la pasarela.

Económico: En relación a los criterios económicos, no sólo hay que considerar el coste de la estructura, sino que también hay que tener en cuenta el mantenimiento necesario y su frecuencia, así como la posibilidad real de su realización, resultando normalmente más rentable un mayor coste de ejecución y menos mantenimiento, que lo contrario.

En el diseño de pasarelas peatonales, se realizan además estudios previos que permitan tomar conocimiento pleno de la zona, que genere la información básica necesaria y suficiente que concluya en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas en el proyecto definitivo real, y ejecutable.; mediante el desarrollo de estas actividades básicas:

Estudios topográficos: instrumento que permite definir la topografía de la zona de ubicación de la pasarela y sus accesos, con planos a escalas entre 1/100 y 1/250 considerando curvas de nivel y con secciones longitudinales y transversales. Proporcionan la definición precisa de la ubicación y establece puntos de referencias.

Estudios de impacto ambiental: es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental. (Peralta Peralta, 2018). Durante la fase de diseño de la infraestructura se preverá la minimización del impacto (final y de ejecución) y la naturalidad de los elementos constituyentes de la estructura, utilizando materiales de la zona siempre que sea técnica y económicamente posible.

Estudios geológicos y geotécnicos: las subestructuras de puentes transmiten esfuerzos al terreno natural bajo ellas; y producen deformaciones que se reflejan en su comportamiento estructural. La interacción del terreno de cimentación y la subestructura afecta de tal manera al comportamiento conjunto, que es de extrema importancia el estudio del terreno de apoyo o cimentación de éstas. (Tapias Salamanca & Pinzón Moreno, 2014, p.22)

Estudios de riesgo sísmico: las cargas sísmicas se originan debido al movimiento altamente irregular que experimenta el terreno de fundación durante un acontecimiento sísmico. Este movimiento irregular produce, en virtud de las propiedades de la estructura, fuerzas de inercia, fuerzas restauradoras y fuerzas disipadoras de energía que generan un movimiento de tipo vibratorio en la misma. Por lo tanto, los estudios de riesgo sísmico tienen como finalidad la determinación de espectros de diseño que definen las componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de la cota de cimentación. (Rodríguez André, 2019) (Tapias Salamanca & Pinzón Moreno, 2014).

Tipologías y materiales empleados en la ejecución.

- **Tipologías** (González et al. 2003)

Para el diseño y encaje de pasarelas peatonales se dispone del mismo abanico de soluciones estructurales que para cualquier otro tipo de puente: tableros tipo viga, arcos, pórticos, atirantados y colgantes. Lo que se afectado es el rango de luces en las que se utilizan, en el que se mantiene el límite superior para cada tipología, pero desaparece el límite inferior aceptado para todas ellas. (González et al. 2003).

Estribos: Los estribos de una pasarela a menudo son muy diferentes de los de los puentes. Pueden tener un volumen considerable, haciendo que su correcto encaje resulte fundamental para el buen aspecto del conjunto. Estos elementos pueden desaparecer en caso de pasarelas elevadas, siendo sustituidos por rampas o escaleras de acceso apoyadas sobre pilas. En otras situaciones sí existe un estribo, pero aun en estos casos resulta conveniente que sus dimensiones sean pequeñas, a fin de adaptarse a la escala de los peatones y para disminuir el impacto visual.

Pilas y mástiles: La ligereza de la estructura de las pasarelas permite disminuir las dimensiones de sus apoyos y por tanto su presencia visual. En caso de los mástiles, sus dimensiones, hacen que siempre constituyan un elemento dominante dentro del conjunto estético de la pasarela.

Vigas y pórticos: La tipología más empleada en vigas y pórticos es de sección transversal en forma de U, con el fin de disminuir su canto aparente, de modo que sus brazos laterales constituyen simultáneamente las barandillas del tablero.

Arcos: Esta tipología es una de las más antiguas, y encaja bien cuando el vial a cruzar está en un plano inferior al del camino de los peatones. En otros casos existe la opción de utilizar rampas y escaleras para crear elementos masivos de los cuales arranque el arco. Cuando se dispone un arco muy rebajado es posible acomodar en él directamente el camino de peatones.

Mediante la forma del arco se reparten las tensiones de manera que se producen compresiones en todas las partes del arco. Del mismo modo es una estructura que salva una luz determinada sometida a esfuerzos de compresión donde las tracciones y flexiones se evitan o reducen al mínimo con lo que conseguimos que materiales que no resistan tracciones puedan ser utilizables para la construcción de esta tipología de estructuras. La curva natural del arco y su capacidad de disipar la fuerza hacia fuera reduce grandemente los efectos de la tensión en la superficie inferior del arco. Cuanto mayor es el grado de curvatura (cuanto más grande es el semicírculo del arco), sin embargo, mayores son los efectos de la tensión en el superficie inferior.

El tablero puede estar apoyado o colgado de esta estructura principal, dando origen a distintos tipos de puentes: puente en arco de tablero inferior, puente en arco de tablero intermedio, puente en arco de tablero superior.

Atirantados: Según González et al. (2003) esta tipología es empleada con el fin de construir pasarelas más emblemáticas. Se puede utilizar tanto para estructuras de grandes o de moderadas dimensiones. Para Jiménez Mayol (2015) dentro del gran abanico posible de soluciones, las pasarelas atirantadas consiguen la distribución de las cargas a través de los tirantes, que transmiten las acciones sobre el tablero a una pila o pilas que las transfieren, a su vez, al cimiento en contacto con el terreno, donde se absorben y neutralizan.

Colgantes: Dentro de esta tipología se engloban tanto los colgantes tradicionales, con un tablero suspendido de un cable en catenaria, como las bandas tesas, en las que confluyen en único elemento tablero y cable.

Materiales estructurales empleados en la ejecución:

El hormigón armado y pretensado ejecutados in situ se utilizan en la construcción de pasarelas comparativamente menos que en el caso de los puentes. Es muy frecuente que la pasarela se construya sobre un vial ya existente, de modo que la tendencia es construir pasarelas peatonales cuyas soluciones son prefabricadas de hormigón, metálicas o de madera, que presentan ventajas ante la construcción in situ pues no necesitan cimbras provisionales que interfieran con el tráfico, son más rápidas de ejecutar y no se interfiere con el tráfico. (González et al. 2003)

Algunos de los materiales más comunes son los siguientes:

Acero: este material puede emplearse para varias partes, como el tablero, los anclajes y todas las otras piezas para resistir grandes esfuerzos. Las resistencias a la compresión y a la tracción del acero son de 10 a 100 veces el promedio del hormigón, respectivamente, permitiendo que largos tramos de puentes reciban apoyo de un menor número de columnas. Además, siendo un metal, el acero tiene una ductilidad, o capacidad de doblarse, estirarse o deformarse sin romperse, mucho mayor al hormigón. (<http://estructuradepuenteenformadearco.blogspot.com/?m=1>)

Hormigón: es el segundo material más utilizado en la construcción de puentes. Su ventaja radica en su laborabilidad y su fuerza proviene de su longevidad, ya que tiene una vida útil de hasta 100 años dependiendo de la composición. En la superficie, el hormigón es propenso a la corrosión por el agua salada y los contaminantes en el aire como el dióxido de carbono y dióxido de azufre. Esto se remedia usando otros materiales para cubrir la superficie. (Hernández Caneiro & Hernández Santana, 2016).

- **Hormigón armado:** compuesto por hormigón y refuerzos de acero. La pieza puede resistir de manera muy efectiva tanto las fuerzas de compresión como las de tensión. Sin embargo, hay un punto negativo, pues se deteriora prematuramente en ambientes húmedos y está sujeto a los efectos del oxígeno.
- **Hormigón pretensado:** la esencia del pretensado es crear artificialmente en la sección, antes de la aplicación de la carga exterior o simultáneamente con ella, un estado de

tensiones que, superpuesta a las tensiones debidas a la carga de servicio, origine un nuevo estado de esfuerzos interiores en el cual las tensiones permanezcan, para todos los estados de cargas, entre los límites de máxima compresión y tracción que el hormigón puede resistir indefinidamente. (Hernández Caneiro & Hernández Santana , 2016)

Además de estos materiales tradicionales, las pasarelas constituyen el principal campo de experimentación para nuevos materiales compuestos por fibras de elementos de gran resistencia, como carbono, vidrio, aramida u otros, insertados en una matriz configurada generalmente por una resina.

El empleo de materiales FRP (“fiber reinforced polymer”) en la construcción de pasarelas es relativamente nuevo y se ha puesto en alza, en condiciones en las que primen problemas de corrosión o la necesidad de un peso reducido. Cada vez más, su empleo aparece con mayor asiduidad dentro del mundo de la construcción. (Bank, 2006; López Martín, 2015)

Tendencias internacionales y nacionales en el pre diseño de pasarelas peatonales.

Autores como González et al. (2003) coinciden en que la práctica profesional internacional muestra que existe una búsqueda por lograr un equilibrio entre la funcionabilidad y la estética, puesto que la economía no es el único criterio aplicable; cada vez son más reclamadas obras con la consideración de singulares, en las que se pide la originalidad y novedad, aceptándose a cambio incrementos de los costes a veces muy elevados respecto de las soluciones más tradicionales.

Sin embargo se ha extendido mucho la prefabricación industrializada en las últimas décadas, que empleando los mismos elementos en ubicaciones diferentes los repite muchas veces y así resultan más económicos, pero también rutinarios y peor encajados.

A nivel nacional el empleo de pasarelas peatonales para solucionar problemas peatonales no se ha incrementado, siendo otras variantes más económicas las ejecutadas, sin dar solución a largo plazo a la problemática.

Por lo general prima la funcionabilidad y la economía ante los criterios estéticos, cuando el diseño es un arte que utiliza la ciencia y las matemáticas para apoyar muchas de sus sentencias. (Febles Varela, 2013). No suelen reflejarse en armonía las cualidades estéticas que logran un mejor encaje en el entorno como son: el orden, la proporción, el ritmo, la escala, la unidad y el contraste.

Impacto de las pasarelas peatonales en la accesibilidad y movilidad.

La falta de cultura vial ha provocado que los puentes peatonales no sean utilizados por los ciudadanos y en algunos casos han cobrado la vida de personas quienes por no perder unos minutos, han perdido la existencia. El creciente aumento del flujo vehicular implica un

mayor cuidado de todos los ciudadanos al momento de hacer uso de las calles y ello incluye el uso de los puentes peatonales, ya que no en vano existen dichas estructuras, que lo único que ofrecen es una mayor calidad de vida humana al garantizar la movilidad peatonal bajo parámetros de confort.

Modelación computacional:

Se entiende por modelación al proceso mediante el cual se crea una idealización matemática que pretende representar una estructura lo más real posible. En la actualidad el ingeniero estructural tiene la posibilidad de emplear y recurrir a varios programas de modelación y análisis de estructuras, los cuales se definen a partir de una hipótesis o teoría. La práctica del diseño estructural tiende hacia una avanzada automatización, impulsada por la popularización del empleo de las computadoras. Su empleo para el análisis estructural se ha extendido a tal grado, que se ha llegado a la etapa de dimensionamiento y con ello se llega con algunos programas más sofisticados, a la elaboración de planos estructurales y sus especificaciones. (Giráldez Toledo, 2019; Salas Navarro, 2019)

Para autores como Alfonso et al. (2015), Salas Navarro (2019) y Giráldez Toledo, (2019), en la actualidad, el empleo de las herramientas informáticas ha tenido un auge extraordinario en la modelación estructural. Gran variedad de programas se emplean para este propósito, como: ABAQUS, ANSYS, SAP 2000, ETABS, STAAD, RESCOL, ROBOT, DIAMONDS, TEKLA, STAAD.

Para que un modelo describa el comportamiento de una estructura lo más real posible, debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La geometría de la estructura.
- Propiedades de los materiales que la constituyen.
- Ubicación y magnitud de las cargas.
- Elementos que la componen ya sean en una, dos o tres dimensiones.
- Conexiones internas entre los elementos.
- Los apoyos externos y la interacción de la estructura con el medio.

Autores como García (2015) y Giráldez Toledo (2019), plantean que la modelación estructural atraviesa por varias etapas (*Ver figura 1.1*):

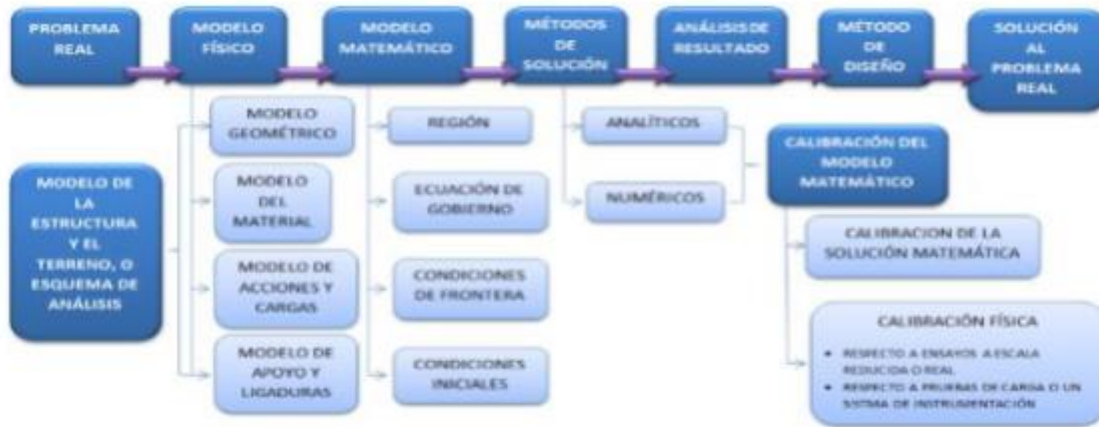


Figura 1: Etapas de la modelación estructural. (López Martín, 2015)

Conclusiones

La modelación computacional de las pasarelas peatonales permite representar el comportamiento real de la estructura a través del dimensionamiento de los elementos y la definición de las solicitaciones actuantes teniendo como base las normativas vigentes; sin embargo no existe una normativa en el país que regule a profundidad su diseño, por tanto el proceso se complementa con normas internacionales.

Referencias bibliográficas

ALFONSO, I., ET AL. Potencialidades computacionales del Método de los Elementos Finitos para la modelación y simulación de materiales compuestos. 2015.

BANK, L. C. Composites For Construction-Structural Design with FRP. New Jersey: Wiley. 2006.

GIRÁLDEZ TOLEDO, R. Análisis de la capacidad estructural del puente km 2.151 del ramal Dubroq Matanzas, Universidad de Matanzas Sede Camilo Cienfuegos. 2019.

HERNÁNDEZ CANEIRO, J. A. AND J. J. HERNÁNDEZ SANTANA. Hormigón Estructural. Diseño por Estados Límites. 2016.

FEBLES VALERA, L. M. Estética en la ingeniería de puentes, premisas de diseño para futuras aplicaciones en Matanzas. Facultad de Ingenierías. Matanzas, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. 2013.

LÓPEZ MARTÍN, L. Estudio del comportamiento tenso-deformacional de suelos parcialmente saturados en Cuba. 2015.

GONZÁLEZ MIJIDE, J. A., ET AL. Pasarelas peatonales urbanas.2003.

GUÍO BURGOS, F. A. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos Revista Virtual Universidad Católica del Norte. 2010.

JEREZ CASTILLO, S. AND L. P. TORRES CELY. Manual de diseño de infraestructura peatonal urbana. 2009.

JIMÉNEZ MAYOL, J. Diseño conceptual y dimensionamiento de una pasarela metálica curva atirantada con un pilono lateral inclinado situada en la rambla del puerto de la cadena a su paso por el Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. , Universidad politécnica de Cartagena.2015.

LÓPEZ PEREDA, P. & NEVES MÓURIZ, E. Manual de vados y pasos peatonales. 2012.

MARTÍNEZ VILLA, A. Facilidades explícitas para peatones y ciclistas. Vol. Capítulo 6. 2014.

NC 391-2 (2010). Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas — parte 2: Elementos generales.

NC 733 (2009). Carreteras. Puentes y Alcantarillas. Requisitos de diseño y Métodos de cálculo. Cuba.

OLIVAS OCHOA, A. Propuesta de una metodología para justificar pasos peatonales a desnivel utilizando la distribución probabilística de Poisson, Universidad Autónoma de Nuevo León. 2001.

ORTEGA GARCÍA, O. J. Solución conceptual de pasarela peatonal en el nudo de entrada a varadero, Uiversidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. 2018.

PERALTA PERALTA, F. J. Diseño estructural de puentes peatonales sobre la autopista Pimentel-Chiclayo Facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo Perú, Universidad Señor de Sipán. 2018.

POBLETE BENNETT, P.; SABALL ASTABURUAGA, P. Manual de vialidad urbana denominado recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana. 2009.

RODRÍGUEZ ANDRÉ, A. Solución conceptual de un modelo de pasarela peatonal para la Universidad de Matanzas Sede "Camilo Cienfuegos", Facultad de Ciencias Técnicas Departamento de Construcciones Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil. 2019.

SALAS NAVARRO, A. Comparación entre el análisis estático equivalente y el análisis dinámicos en estructuras regulares con muros portantes apoyados en la NC 46:2017.2019.

ST. TAPIAS SALAMANCA, J. and A. F. ST. PINZÓN MORENO. Pre diseño para un modelo de puente peatonal en intercepciones viales aplicadas a calzadas de alto flujo vehicular Colombia. Escuela de ingenieros militares especialización en gerencia integral de obras. 2014.