



Propuesta para la inclusión de puntales como medida de solución para la estabilidad de muros en caso de fallas en lugares cercanos a obstáculos y cuerpos de agua en Panamá Oeste

Proposal for the Inclusion of Struts as a Solution for the Stability of Walls in Case of Failures in Places Close to Obstacles and Bodies of Water in West Panama

Marleni Bustamante Chanis

Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería, Panamá
marleni.bustamante@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0008-7500-7238>

Andrea Arelis Victoria Villamil

Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería, Panamá
andrea.victoria@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0000-0962-1581>

Angie Itzel López Meléndez

Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería, Panamá
angie.lopezm@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0003-4971-7785>

Irving Isaac Isaza Santos

Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería, Panamá
irving.isaza@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-4029-0992>

Fecha de recepción: 21/01/2026

Fecha de aceptación: 16/07/2026

DOI <https://doi.org/10.48204/3073-0007.10942>

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo principal proponer el uso de puntales como solución para muros divisorios o de contención que presentan problemas de colapso, particularmente en lugares con límites de propiedad ya delimitados en la provincia de Panamá Oeste. Esta investigación, se centró el análisis en muros perimetrales que se encuentran en riesgo debido al incremento de desagües pluviales o a su



proximidad a cuerpos de agua, como consecuencia del crecimiento de las barriadas en esta provincia, factores que pueden interferir con la estabilidad estructural del muro, lo cual constituye un problema geotécnico. El objetivo es proponer muros con puntales de madera o acero para cuando ocurran estos problemas y se quiera construir cerca de alcantarillas, tuberías o quebradas. Para justificar esta propuesta, se llevó a cabo un análisis de carga utilizando, de un lado, relleno de arcilla dura con propiedades geotécnicas como peso específico, cohesión y ángulo de fricción; se evaluó el muro y, usando estática, se calculó la fuerza en el puntal y, de esa forma, se diseñan los puntales, finalmente utilizando el concepto de resistencia de los materiales, materia importante dentro de la carrera de ingeniería en edificaciones e infraestructuras. Se concluye con una propuesta de un tubo metálico ASTM A500 de diámetro 8 plg.

Palabras clave: muro, evaluación, contención, resistencia, esfuerzo.

Abstract

The primary objective of this research is to propose the use of struts as a solution for partition or retaining walls at risk of collapse, particularly in locations with established property boundaries in the province of Panama Oeste. The study focuses on perimeter walls threatened by increased stormwater runoff or proximity to bodies of water, factors linked to residential expansion in the province that can compromise structural stability, thereby creating a geotechnical issue. The aim is to propose reinforced walls with timber or steel struts for situations involving construction near culverts, pipelines, or streams. To justify this proposal, a load analysis is conducted assuming a stiff clay backfill with specific geotechnical properties (unit weight, cohesion, and angle of internal friction); the wall is evaluated and statics is used to calculate the force acting on the strut, subsequently designing the strut based on the principles of strength of materials, a key subject in the Building and Infrastructure Engineering curriculum. The study concludes with a proposal utilizing an 8-inch diameter ASTM A500 steel pipe.

Keywords: wall, evaluation, containment, resistance, stress.

Introducción

Existen diferentes tipos de apoyos; en este caso se hablará sobre los puntales, que generalmente son de acero u hormigón, aunque también pueden ser de madera; estos permiten el sostenimiento de los muros de una excavación vertical (Peña & Beltrán, 2018). Estos puntales se colocan en el interior de la excavación a medida



que va avanzando y se utilizan generalmente en ambos lados de la excavación. De igual manera, se pueden colocar inclinados y apoyados en el último nivel de la excavación; en este caso reciben el nombre de puntales inclinados (Soletanche Bachy, 2023).

Cuando se habla del método tensor puntal, se basa en un procedimiento de análisis y diseño estructural (Gere, 2004), en el cual se utiliza la resistencia de los elementos estructurales para determinar la trayectoria de los esfuerzos internos y, de esta forma, desarrollar el modelo de la estructura.

Con las fuertes lluvias que se produjeron en octubre de 2025, muchos habitantes del área informaron sobre diversos colapsos parciales de sus muros perimetrales en la barriada cercana a la vía principal que conduce al corregimiento de Puerto Caimito, en La Chorrera, provincia de Panamá Oeste (Montenegro, 2025).

Tabla 1.
Tipos de puntales

Tipo de puntal	Características
Puntales metálicos	Son más resistentes y, al no verse deformados o desgastados rápidamente, tienen mayor durabilidad. Ayudan a acelerar los tiempos de encofrado y desencofrado. Su altura va de 1.80 hasta 4.50 metros. La capacidad de carga de este tipo de puntales es de 1 a 2.2 toneladas. Para su uso se recomienda ajustar la altura a través de la tuerca de regulación que posee, asegurando el pasador en los orificios del puntal.
Puntales de acero	Esta opción de puntales de acero es la más resistente que hay. Debido a que el acero es un metal con mayor resistencia, se recomienda usar estos puntales para trabajos u obras donde existan zonas de humedad; la principal razón es que los puntales tendrán menos probabilidad de oxidarse y corroerse.
Puntales de aluminio	Estos tipos de puntales son más ligeros y prácticos que los de acero. Se pueden considerar una excelente opción si se requiere transportar de manera continua. Es recomendable su uso en obras



	donde el entorno de la obra no presente riesgo de óxido o corrosión. Una desventaja es que tienen una vida útil menor, debido a que el aluminio es más 'delicado' al trato en obra. Tienen una mayor capacidad de carga y permiten trabajar a mayores alturas.
Puntales de madera	Es la opción mayormente conocida y concurrida a la hora de hacer uso en las obras, ya sea por no conocer otro material de puntales. Además, la madera es más accesible en su precio y ha sido usada por mucho tiempo. Estos puntales tienen una longitud de 2.40 m. Una de las desventajas es que este tipo de puntales solo se pueden usar una vez, lo que causa mucho desperdicio de material. Para alcanzar alturas mayores, se deben clavar dos barros laterales a otra sección de polín, esto con el fin de hacer un buen soporte, lo cual implica tiempo. Se recomienda, en este tipo de puntales, hacer una base regular nivelada adecuada, para evitar que estas puedan ceder al momento de realizar el vaciado de concreto y los puntales tengan un excelente contacto con el terreno.
Puntales telescópicos	Son exclusivamente de metal y se emplean en la construcción de la mano de los andamios metálicos; pueden cambiar de altura de forma sencilla y rápida. Estos puntales pueden ayudar a soportar los pesos de las estructuras, en especial de las columnas; cuando son construidas, son colocados de abajo hacia arriba. Para cumplir su función de forma correcta requieren de un punto de apoyo, la zona de contacto para transmitir las cargas y los refuerzos. En EQUI Constructor se pueden adquirir puntales inclinados telescópicos: son perfectos para dar soporte a encofrados y alcanzan una altura de 5.50 metros; la capacidad de carga cerrado es de 1,410 kg y la capacidad de cara al estar abierto es de 360 kg.

Fuente: EQUIconstructor, 2022



Tabla 2.

Ventajas y desventajas de los puntales

Ventajas	Desventajas
Los puntales de metal son más ligeros para el transporte y carga, además de ser resistentes para soportar el peso que requiere la construcción, a diferencia de los puntales de madera.	Colapso: La falta de refuerzos adecuados o un desmontaje incorrecto puede llevar a colapsos inesperados, especialmente en estructuras verticales como muros y pilares.
Los puntales de madera, al momento de la adquisición, son más económicos que los puntales de metal, pero a través del tiempo estos son una inversión que se recupera, ya que los metálicos son reutilizables.	Lesiones: La manipulación de los puntales, especialmente el ajuste de las tuercas puede causar cortes o lesiones en las manos si no se utilizan guantes protectores, según Seguridad y Salud Laboral Castilla-La Mancha.
Ahorro y mejor uso en el tiempo de fraguado, a excepción de los puntales de madera, que les lleva un poco más de tiempo.	Cada tipo de puntal tiene una capacidad de carga y altura máxima. Superar estos límites puede causar fallos estructurales.
Si se emplean de forma correcta y se tiene un correcto uso, su tiempo de vida es más amplio que los puntales convencionales de madera.	Requieren inspecciones periódicas para detectar desgaste, corrosión o daños que puedan afectar su rendimiento.
Los puntales permiten graduarse a cierta altura y emplearlos en diferentes obras independientemente, mientras que los puntales de madera llevan un poco más de tiempo para hacer dicha maniobra.	

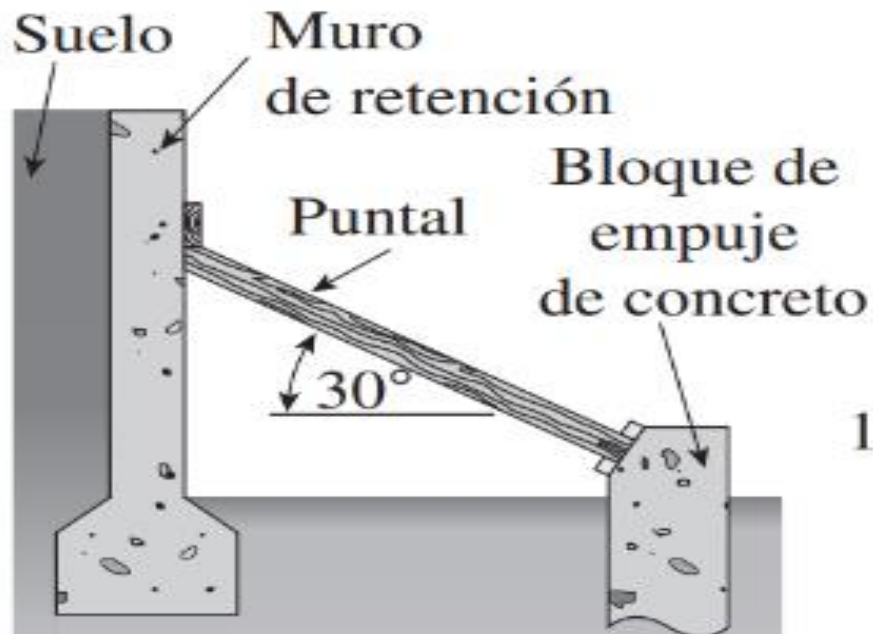
Fuente: EQUIconstructor, 2022

Luego de recolectar datos importantes, se procedió a realizar un estudio para, de esta manera, proponer otra alternativa; en esta situación se utilizarán los muros con puntales de acero, que es el tipo de puntal más utilizado y se clasifica en función de su capacidad de carga (entre 4.903 y 29.43 kN) y su altura de trabajo (entre los 2 y los 6 metros). El acero es bastante resistente, aunque hay que tener especial cuidado con que no se oxide (Hibbeler, 2011). Además, son compatibles con los sistemas de encofrado recuperable para edificación y para obra civil, y son muy utilizados como elementos de apuntalamiento en rehabilitación de edificios (Grupo MAQ, 2024) y de madera, que se ha utilizado siempre en la construcción, antes de



que llegasen los de acero. Aunque aún se utilizan en algunas partes del mundo, sobre todo en países menos desarrollados por su bajo precio, su uso no está permitido en la mayor parte de los países (Grupo MAQ, 2024).

Figura 1.
Modelo idealizado



Fuente: Gere, 2004

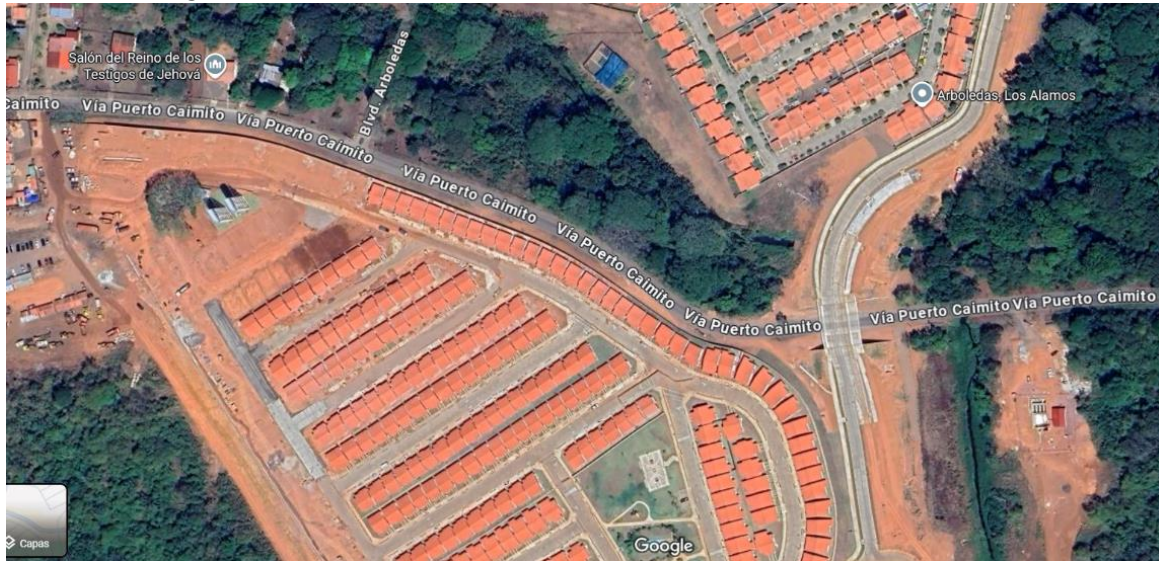
Métodos y Materiales

Para esta propuesta se iniciará con un caso real de un muro de contención divisorio colindante (figura 2), por lo cual se aplicarán las fórmulas de cálculo de fuerzas de empuje al muro (tabla 3). La figura 3 presenta la propuesta estructural; en ella el muro es existente y el puntal es la propuesta. El resto de las imágenes son las situaciones reales y la figura 10 es el desarrollo para el diseño del puntal.



Figura 2.

Ubicación regional, Provincia de Panamá Oeste



Nota: Caso de estudio Muro perimetral, Las Arboledas, Vía Puerto Caimito.

Fuente: Google Maps

Tabla 3.

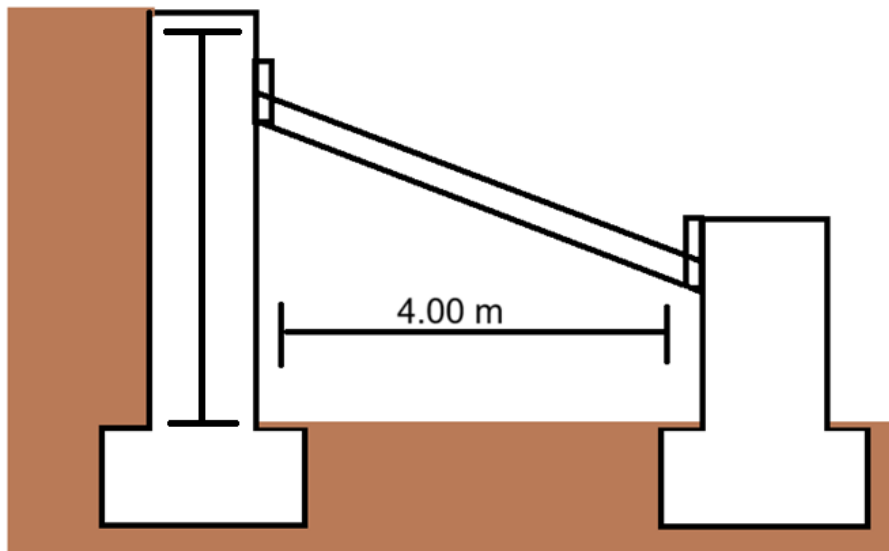
Fórmulas

Nombre de fórmula	Expresión
Esfuerzo vertical	$\sigma = \gamma h$
Coefficiente de empuje lateral activo de Rankine	$k_a = (1 - \text{sen } \varphi) / (1 + \text{sen } \varphi)$
Fuerza resultante del empuje lateral activo del suelo	$F = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot k_a \cdot h$
Factor de seguridad	$FS = \sigma_y / \sigma_{adm} , \sigma_{adm} = \sigma_y / FS$
Área necesaria de la sección	$A = P / \sigma$
Diámetro	$d = \sqrt{(4A / \pi)}$

Nota: Propuesta de caso de estudio para muros de 3.00 metros



Figura 3.
Modelo real



Nota: modelo de muro en condiciones idealizadas para el diseño del puntal

Figura 4.
Muro colapsa por lluvia en La Chorrera



*Nota: Muro perimetral colapsa por tormenta.
Fuente: Montenegro, 2025*



Figura 5.
Muro perimetral



Nota: Muro perimetral con soportes

Figura 6.
Alcantarilla cerca del muro



Nota: Alcantarilla cerca de la carretera a 5.00 m de distancia del muro perimetral



Figura 7.
Área de Excavación para el Cabezal



Figura 8.
Salida de desagüe



Nota: Tubería obstruida por tierra cerca del cabezal de concreto



Figura 9.
Modelo real parte 2

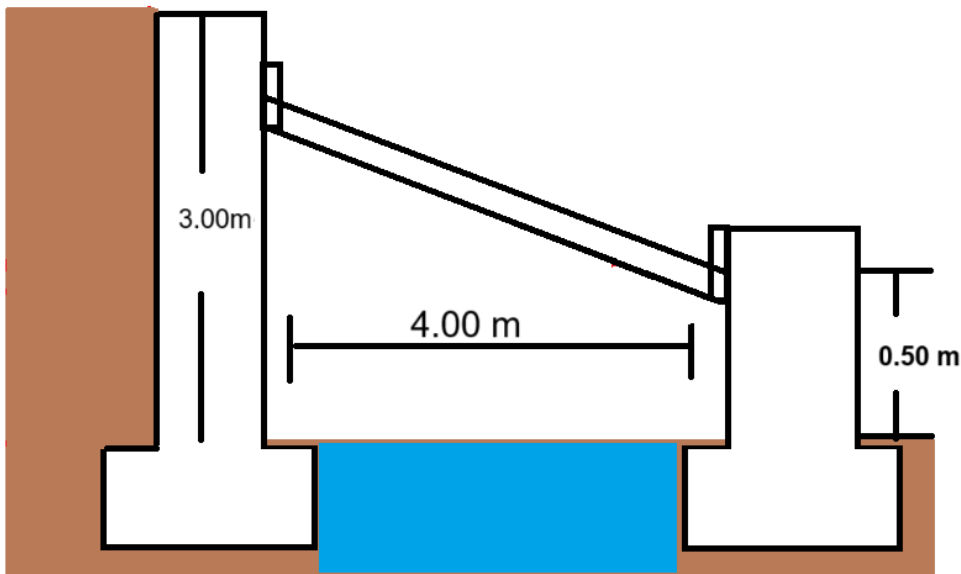


Figura 10.
Diagrama de cuerpo libre

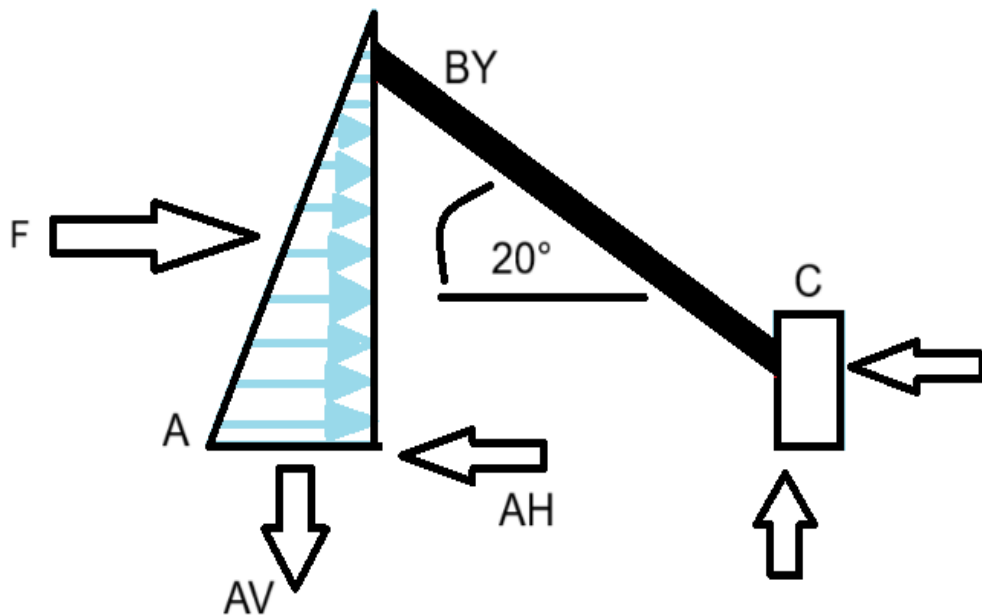




Tabla 4.

Ventajas y desventajas de utilizar madera y acero en puntales

Aspecto	Acero	Madera
Ventajas	• Alta resistencia estructural. • Reutilizables muchas veces. • Longitud ajustable (telescopicos). • Uniformidad y seguridad. • Duraderos frente a deformaciones.	• Bajo costo inicial. • Fácil de conseguir en cualquier lugar. • Adaptables y fáciles de cortar. • Uso sencillo, no requiere especialización.
Desventajas	• Inversión inicial alta. • Pesados, difíciles de manipular. • Requieren protección anticorrosión. • Menos rentables en obras pequeñas.	• Menor resistencia y vida útil. • Se deforman, agrietan o pudren. • Reutilización limitada. • Calidad variable. • Menor seguridad.

Fuente: Puntales Monterrey, 2024

Resultados y Discusión

Tabla 5.

Tabla de resultados

$\sigma =$	49.5 kN/m ²
$\varphi =$	20°
$K_a =$	0.49
$F =$	36.38 kN
$B_y =$	12.37 kN
$P =$	27.67 kN
$\sigma_a d_m =$	23.33 ksi
$\sigma =$	1.60 MPa
$d =$	0.147 m
$d_2 =$	147 mm $\approx$ 200 mm $\rightarrow$ 8 plg

En la tabla 5, el primer resultado es el esfuerzo vertical, el cual arrojó un total de 49.5 kN/m² y, con un ángulo de fricción de 20°, se obtuvo una fuerza resultante del empuje de 36.38 kN. Otro dato relevante es el área necesaria de la sección que



resultó de 1.60 MPa; se estableció un área de 0.017 m², dando como resultado que el diámetro de diseño para el puntal calculado fue de 200 mm, que equivale a 8 pulgadas.

Tabla 6.

Comparativo de los costos de los puntales de acero y madera

Concepto	Acero	Madera
Alquiler	Alquiler: aprox. \$1.2 – 2.5 USD/día por puntal.	No se alquila.
Compra	Compra: entre \$35 – 70 USD/unidad.	Compra: aprox. \$6 – 18 USD/pieza (según sección y longitud). Normalmente no se alquilan (se usan 1 sola vez).

Fuente: Puntales Monterrey, 2024

En la tabla 6 se presenta la propuesta de costos de puntales comerciales con especificaciones de acero que cumplen con estos requerimientos de diseño. En un primer caso se presenta el caso de alquiler y esto sería como una medida de protección temporal; si es fija, el costo de compra aproximada en el mercado.

Conclusiones

Tras el minucioso análisis se logró proponer una solución de manera integral sobre el problema de geotécnica que está asociado a la inestabilidad de muros en zonas cercanas a cuerpos de agua o sistemas de drenaje que provocan inestabilidad a los suelos; a través del caso de estudio se evidenció que el crecimiento urbano descontrolado en zonas cercanas a cuerpos de agua incrementa significativamente el riesgo estructural de los muros. Es por esto que se presenta esta alternativa para evitar el colapso de los muros proporcionando un apoyo extra, como una manera preventiva y correctiva. Se planteó la incorporación de puntales de madera o acero como una solución permanente. Esta propuesta permitió diseñar un sistema de puntales eficientes que mejoran la estabilidad de un muro y reducen el riesgo de fallas estructurales por problemas geotécnicos.



El uso de puntales no solo representa una alternativa factible desde un punto de vista técnico, sino que es un sistema muy económico, además de que puede ser utilizado para implementar en diferentes estructuras, no solo para estabilidad, sino también para mantenimiento de las estructuras.

El cuadro comparativo presentado nos brinda un punto de vista donde se indica que, para este tipo de construcciones, se podían utilizar los puntales de acero, ya que son para megaproyectos y pueden durar más que los puntales de madera; también, en un futuro, se pueden reemplazar sin problema, sin aumentar de manera significativa el presupuesto.

Referencias bibliográficas

- American Society of Civil Engineers. (2005). *Minimum design loads for buildings and other structures* (ASCE/SEI 7-05). ASCE. <https://www.asce.org>
- Brooks, H. (2018). *Basics of retaining wall design* (11th ed.). H. Brooks & Associates.
- Coduto, D. P., Yeung, M. R., & Kitch, W. A. (2016). *Foundation design: Principles and practices* (3rd ed.). Pearson.
- Das, B. M. (2011). *Principles of geotechnical engineering* (7th ed.). Cengage Learning.
- Gere, J. M. (2004). *Mecánica de materiales* (7ª ed.). Thomson Learning.
- Grupo MAQ. (2024). *Puntales de acero para construcción*. <https://www.grupomAQ.com>
- Hibbeler, R. C. (2004). *Mecánica para ingenieros: Estática* (6ª ed.). Pearson Educación.
- Hibbeler, R. C. (2010). *Ingeniería mecánica: Estática* (12ª ed.). Pearson Educación.
- Hibbeler, R. C. (2011). *Mecánica de materiales* (8ª ed.). Pearson Educación.



- Ministerio de Obras Públicas de Panamá. (2021). *Reglamento Estructural Panameño REP-2021*. <https://www.mop.gob.pa>
- Montenegro, E. (2025). Muro colapsa por lluvia en La Chorrera. *Crítica*. <https://critica.com.pa/nacional/se-vino-abajo-muro-colapsa-por-lluvia-en-la-chorrera-491802>
- Peck, R. B., Hanson, W. E., & Thornburn, T. H. (1974). *Foundation engineering* (2nd ed.). Wiley.
- Peña, M., & Beltrán, J. (2018). *Desarrollo de un modelo puntal tensor aplicado al análisis y diseño de zapatas rígidas de puentes en concreto reforzado de acuerdo con el CCP-14* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/fcea594e-964a-42dc-890e-d7fcde7ffa8d/content>
- Prakash, S., & Basudhar, P. K. (2010). *Earthquake resistant design of foundations*. CRC Press.
- Puntales Monterrey. (2024). *Puntales de acero y madera para construcción*. <https://www.puntalesmonterrey.com>
- Soletanche Bachy. (2023). *La técnica de los puntales para estructuras de contención*. <https://www.soletanche-bachy.com/es/offer-portfolio/puntales>
- The Constructor. (s. f.). *Earth retaining systems for deep excavations: Braced walls with struts*. <https://theconstructor.org/geotechnical/earth-retaining-systems-deep-excavations/724>
- Universidad Católica de Colombia. (2018). *Método tensor puntal para análisis estructural*. <https://www.ucatolica.edu.co>