

Manual de procedimiento para la elaboración, preparación y montaje de zapatas de acero al carbono

Maria Daniela Sanchez Cañizales y Jesús Medina

Especialización de Obras Civiles. Mención Edificaciones. Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ingeniería, Maracaibo, Venezuela.

Correos electrónico: mdsc97@gmail.com y jmedinaf@gmail.com

Recibido: 16-02-2021

Aceptado: 20-04-2021

Resumen

La presente investigación es de carácter metodológico del tipo proyecto factible, donde se plantea un diseño de investigación explicativo-descriptivo, documental. Dado que no se tiene mucha información acerca de las zapatas de acero y se desconoce los procedimientos se vio la necesidad de unir dicha información en un solo documento. El propósito fundamental de esta investigación fue proponer un manual de procedimientos para la elaboración, preparación y montaje de zapatas de acero al carbono, que sirve como aporte a los profesionales del área de la construcción y de la inspección de obras, además de ser una especie de guía y orientación al momento de llevar a cabo todo el proceso que abarca desde seleccionar los perfiles para la elaboración de la zapata hasta el montaje en sitio, en donde se presentan los posibles problemas como lo es la corrosión y sus distintas soluciones. El manual les permitirá a los ingenieros civiles, arquitectos y afines a desarrollarse en esta área y contar con una herramienta que les proporcione una rápida consulta con sus procedimientos de inspección. Los resultados obtenidos permitieron dar respuesta a los objetivos específicos planteados, sirviendo de base para la propuesta del manual.

Palabras clave: Manual, procedimientos, elaboración, preparación, montaje, zapatas, acero.

Handbook for the elaboration, preparation an assembly of carbon steel footings

Abstract

The present investigation is of a methodological nature of the feasible project type, where an explanatory-descriptive, documentary research design is proposed. Since there is not much information about steel footings and the procedures are unknown, it was necessary to combine this information in a single document. The main purpose of this research was to propose a manual of procedures for the elaboration, preparation and assembly of carbon steel footings, which serves as a contribution to professionals in the area of construction and works inspection, in addition to being a kind of guidance and orientation when carrying out the entire process that ranges from selecting the profiles for the manufacture of the shoe to the assembly on site, where possible problems such as corrosion and its different solutions are presented. The manual will allow civil engineers, architects and the like to develop in this area and have a tool that provides them with a quick consultation with their inspection procedures. The results obtained made it possible to respond to the specific objectives set, serving as the basis for the proposal of the manual.

Key words: Handbook, procedures, elaboration, preparation, assembly, footings, steel

Introducción

La industria de la construcción civil ha ido evolucionando de acuerdo a los avances tecnológicos y al crecimiento demográfico a nivel mundial, con el fin de crear soluciones más eficientes, capaces de aumentar la productividad, disminuir los desperdicios y satisfacer la creciente demanda.

El acero al carbono es el material de construcción que representa la mejor alternativa para cam-

biar el panorama de la industria y la racionalización de sus procesos, además que ofrece una respuesta ecológica de preservación, por ser un material reciclable por excelencia [7, 8, 9,11].

Ahora bien, el diseño de zapatas de acero estructural como elementos de infraestructura resultan una tendencia innovadora gracias a su proceso constructivo, el cual acelera el tiempo de ejecución, se conforma por un único material y resulta más ligero[1].

Dichas fundaciones superficiales se apoyan en capas poco profundas de suelo, su utilización puede variar, ya sea para estructuras provisionales como para duraderas, por ello resulta importante conocer el tipo de suelo en el que se va a fundar la estructura para así tomar las previsiones necesarias, debido a que el acero estructural cuenta con la desventaja de deteriorarse gradualmente según el entorno y la superficie de contacto [2, 3, 5, 6].

Es por ello que se elaboró un manual que explica detalladamente y de manera organizada, el procedimiento para llevar a cabo la elaboración, preparación y montaje de zapatas de acero al carbono, con el fin de que sea utilizado como herramienta y guía, por ingenieros civiles, arquitectos y afines.

El manual contempla las distintas etapas necesarias para llevar a cabo el proceso constructivo, desde la descripción de los elementos que componen cada parte, desde los perfiles metálicos para la base, los rigidizadores y el pedestal; la configuración de la zapata; Se describen las posibles patologías que se pueden presentar en ellas, las cuales se clasifican en dos tipos, por corrosión y por deformaciones, siendo este uno de los temas más importantes, ya que permite tomar acción antes de que ocurra algún daño o pérdida y además contribuir con la vida útil del elemento o estructura. Por último, y en base al objetivo anterior, se presentan las distintas soluciones para la prevención contra la corrosión, en el que se destaca los distintos tipos de pinturas anticorrosivas, los espesores necesarios y las técnicas a aplicar [10,12].

Metodología

Este trabajo se puede concebir como investigación de tipo proyectiva, basada en una documental, por lo que el resultado implica una nueva herramienta en el objeto de estudio, en este caso el diseño de un manual. Dentro de la tipología de la investigación se considera de nivel descriptiva, dado que se presenta la definición de los aspectos pertinentes que engloban las variables a considerar a lo largo del desarrollo del tema como los materiales a utilizar, las herramientas, equipos, técnicas, soluciones y posibles problemas, lo que conlleva a una recopilación de información, enfocada en la secuencia de actividades que se llevan a cabo para los mismos, siguiendo los criterios establecidos en las normas COVENIN[8] y AISC[4]. Además de tomar como referencia los aportes teóricos de diversos autores que han colaborado en esta área de estudio.

Así mismo, esta investigación se enmarca en un diseño no experimental puesto que la variable no es manipulada arbitrariamente durante la investigación, de igual manera es transaccional univariable ya que se realizó en un tiempo y momento único, donde se obtienen datos en una sola oportunidad sin hacer repeticiones y comparar datos.

En el presente estudio se utilizó como técnica de recolección de datos la observación de tipo documental simple o no participante, ya que no se intervino en el medio donde se realiza el estudio. Por lo que este tipo de observación está basado en la obtención de información.

El proceso en la investigación se basó en un procedimiento riguroso formulado lógicamente, para la adquisición, organización y transmisión de la información requerida, en la cual se siguieron diferentes etapas para llegar a la realización final de todo proyecto de investigación.

Para elaborar el presente trabajo de investigación, se consideraron ciertas etapas entre las que se

pueden mencionar como principal la selección del tema, debido a que toda investigación tiene como origen una inquietud y una pregunta en torno de determinados fenómenos, acontecimientos, hombres y objetos; adicionalmente se recaba la bibliografía básica sobre el tema.

En este sentido, posteriormente se realizó una lectura rápida del material, con el fin de ubicar las principales ideas y conocer la calidad del material recabado. Ahora bien, luego de los procedimientos mencionados anteriormente, se delimitó el tema, se midió la dimensión y el alcance de la variable, así como su aspecto formal y su complejidad. Aunado a la delimitación, es necesaria la justificación del mismo; indicando las características que llevaron a escoger el tema para su desarrollo, las cuales fueron de orden externo u objetivo, y de orden interno o subjetivo.

En el mismo orden de ideas, se elaboró el esquema de trabajo, el cual consta de un registro visual que representa el esqueleto escrito con el que se concluye el proceso de investigación, para finalmente pasar a la redacción del trabajo final, siendo esta fase la que permite llegar a la conclusión de la investigación, la cual comunica los resultados, los cuales pueden ser consultados por cualquier persona que requiera dicha información.

Al llevar a cabo este proceso de investigación, se obtuvo un proyecto que comunica con la mayor claridad y coherencia posible, los resultados, descubrimientos, comprobaciones o reflexiones logradas a través de todo el proceso investigativo.

Resultados

De acuerdo a los análisis realizados en la siguiente propuesta se evidencian los resultados a través de la estructura de un manual de procedimiento para la elaboración, preparación y montaje de zapatas de acero al carbono.

1. Introducción del Manual.

El conjunto de procedimientos y consideraciones técnicas para facilitar la implementación eficaz de un sistema de fundación en edificaciones está dividido en tres partes, concretamente para:

- Preparar un procedimiento para la elaboración de las zapatas de acero al carbono
- Introducir una serie de recomendaciones asociadas a la preparación, para el montaje y la inspección de las zapatas de acero al carbono.
- Asegurar la correcta instalación de las zapatas propio de un sistema de fundación, como son las aisladas.

Tanto en el área del diseño como en el de la construcción de obras civiles es de vital importancia regirse por todas las normas existentes para tales fines y no realizar fabricaciones y montajes con elementos estructurales de forma empírica, para garantizar el comportamiento más idóneo de la transmisión de las cargas y solicitaciones de diseño a las que van a ser sometidas.

Es por eso la importancia de tener a la mano un manual que muestre la elaboración, preparación, y montaje de zapatas de acero al carbono. En esta guía se presenta la recopilación de estos detalles que sirven como apoyo y orientación para la ejecución dichas estructuras.

2. Fases del Manual.

Fase 1. Elaboración de las zapatas.

En primera instancia, es de gran importancia mencionar que el personal humano que participará de cualquier manera en la ejecución de las zapatas de acero al carbono debe poseer los conocimientos,

la capacitación, la experiencia necesaria y de ser requerido para algún tipo de trabajo como la soldadura, deberá contar con la certificación.

Antes de comenzar con las fundaciones, deberán realizarse las siguientes tareas:

A. Estudio Geotécnico

El estudio geotécnico tiene por finalidad conocer las características del terreno que soportará la obra desde su fase de ejecución.

B. Preparación de la superficie

- Excavación
- Mejoras del terreno
- Nivelación
- Capa de hormigón de limpieza o pobre

De acuerdo, se esté avanzando con la elaboración de las zapatas, deberá destinarse al personal apto para llevar a cabo la inspección y así el control de calidad. Tomando en cuenta los trabajos de replanteo, comprobar las dimensiones de las zapatas, verificar el fondo de la excavación, verificar las cotas del hormigón de limpieza y por último en esta fase, comprobar el tipo y la calidad del hormigón vertido.

Fase 2. Preparación de las zapatas.

A. Diseño de la base de la zapata

Las zapatas de acero al carbono son del tipo aisladas, pueden ser de planta cuadrada o rectangular. En este caso, se describen únicamente las zapatas de base cuadrada.

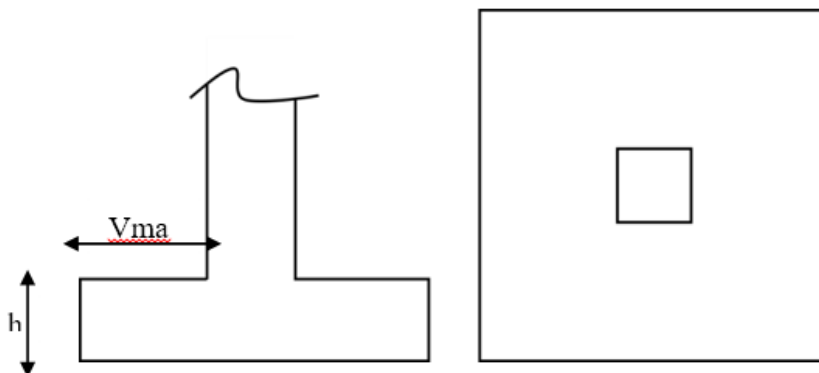


Figura 1. Configuración de la zapata

B. Planos

Una vez definido el diseño de la zapata, se procede a la elaboración de los planos. Los cuales deberán presentar de forma clara y ordenada, los datos necesarios para llevar a cabo su producción o construcción. Dichos planos serán estudiados y corroborados por el personal capacitado, antes y después de la producción.

C. Materiales

En el momento que se definen las dimensiones y cantidades de las piezas a fabricar, se hace el pedido de materiales necesarios. Es importante tomar en cuenta que al definir de manera correcta las medidas, evitara en lo posible los desperdicios, lo cual, desde el punto de vista económico, representa un gasto innecesario. Además, el pedir nuevos cortes de los perfiles, representa tiempo y dinero.

La elaboración de zapatas aisladas al carbono requiere los siguientes materiales:

- **Para la base:** perfiles metálicos (acero al carbono), del tipo laminar HEB, o aquel que cumpla con las condiciones y características mecánicas.
- **Para los rigidizadores:** planchas de acero, cuyo espesor viene determinado por el alma del perfil que compone la base.
- **Para el pedestal:** perfiles metálicos (acero al carbono), de sección hueca de forma cuadrada, o aquel que cumpla con las condiciones y características mecánicas.
- **General:** material de aporte como los electrodos E70XX, disolventes y pintura anticorrosiva.

D. Corte de materiales metálicos

Los materiales metálicos como los perfiles y las láminas, serán llevados al taller junto con los planos e indicaciones para su posterior corte, el cual debe seguir un procedimiento para que las piezas puedan contar con las dimensiones necesarias para el encaje de las mismas.

E. Soldadura

Las piezas que conforman la zapata serán soldadas de la siguiente manera: se comienza soldando los rigidizadores, en el perímetro indicado y solamente en los perfiles determinados, luego de soldados todos los rigidizadores, se procede a soldar los perfiles H entre sí y por último el pedestal en cuestión.

F. Limpieza

Luego de unidas las piezas, se realiza la debida limpieza con la finalidad de eliminar la escoria y salpicadura de soldadura. Existen diferentes métodos de limpieza dependiendo al grado de corrosión o impurezas presentes. Los métodos recomendados son los siguientes:

- Limpieza con disolventes
- Herramientas manuales
- Herramientas mecánicas
- Limpieza con flama en acero nuevo
- Chorro de abrasivo de arena

G. Alternativas de protección contra la corrosión de las zapatas

Después de tomado la decisión de proteger la estructura metálica, por la importancia de éste, el paso a seguir es muy importante y consiste en el análisis del tipo de ambiente que envuelve la estructura a proteger y de este depende el método de protección correcta a utilizar.

Como recomendación, las zapatas de acero al carbono deberán ubicarse en ambientes con ligeras exposiciones o concentraciones de vapores, químicos, humedad o vapor de agua condensada. Ya que dicho material en esta exposición puede llegar a corroerse a una velocidad menor de 3 milésimas por año.

Al haber analizado e identificado los distintos grados de exposición que se quieren proteger se procede a escoger entre las alternativas más comunes y sobre de las que hay más experiencia el método más efectivo, económico y sobre todo práctico.

- Sistema epoxico
- Sistema epoxi-uretano
- Sistema alquídico
- Sistema epoxi-vinilico
- Sistema epoxi-acrílico
- Sistema unicapa con barniz

Los distintos tipos de sistemas de recubrimientos cumplen las **normas LEED[13]**.

H. Embarque

Después de que el encargado del montaje, el encargado de la obra civil y la supervisión llegan a un acuerdo en la forma de atacar la obra y ya se ha elaborado un programa de montaje con fechas de entrega, se le asigna la responsabilidad al ingeniero residente el hacer la secuencia de los embarques que el fabricante mandara a la obra, ya que de esta forma se eliminan casi al máximo los almacenajes de las piezas en el sitio. Se carga cada una de las zapatas de acuerdo al plano establecido y se envía a la obra para su montaje. Se procura que durante el camino no se maltrate, raye o se despinte.

Uno de los aspectos más importantes para que un montaje sea redituable, es el cuidado que se tenga en la coordinación del fabricante con el montador para que no se interrumpan los embarques de las piezas de la obra, teniendo de esta forma un avance continuo y garantizado.

Fase 3. Montaje de las zapatas.

El montaje de las zapatas es el último paso para completar el procedimiento, el cual tiene influencia desde el inicio, ya que lo único que garantizara que las zapatas sean correctamente instaladas, es la verificación de todo el proceso, desde las dimensiones de un prediseño, el estudio del suelo, el replanteo del terreno, la excavación y compactación que asegurará que las condiciones son las adecuadas para soportar las fundaciones y estas la super estructura, hasta el ensamblado de las zapatas.

Es importante destacar que las dimensiones de las zapatas ya ensambladas deben ser la de los planos, con una tolerancia de $+ \text{ó} - 5$ cm. Los chequeos de la soldadura y la pintura, aseguraran una larga vida útil.

La introducción de las zapatas de acero al carbono previamente formadas, deberá ser realizada por maquinaria dotada de dispositivos de control que impidan el descentrado de las masas. Luego de la colocación de las zapatas en el terreno, se procede al relleno del área con el material de acopio.

El uso de códigos y normas para el desarrollo del proyecto es de vital importancia ya que brinda seguridad contra los factores de riesgo tanto para el personal de trabajo como para el cliente después de terminada la obra.

Para el desarrollo del proyecto, puede ser de ayuda la elaboración de distintos “check list” que permitirán un avance sistemático y eficaz que facilite la realización de cada proceso tanto para la fabricación como para el montaje. Además, que puede formar parte en la elaboración de un informe final de la ejecución del proyecto.

Conclusiones

Ante los objetivos planteados se determinó, que las fundaciones del tipo zapatas aisladas de acero al carbono, son elementos estructurales que permiten soportar las cargas de edificaciones, presentando un nuevo diseño resistente que con el debido cuidado y mantenimiento permiten un sistema duradero y seguro.

Con respecto al primer objetivo se identificaron los elementos que conforman las zapatas de acero al carbono, los cuales son: elementos primarios que representan los perfiles metálicos. Los elementos secundarios que representan los rigidizadores y los terciario que son las conexiones para que los perfiles trabajen en conjunto.

Referente al segundo objetivo se describió la configuración que presenta la base de la zapata y el debido proceso constructivo, tomando en cuenta la disposición en el terreno.

Con base el tercer objetivo se determinaron las patologías más usuales en las zapatas de acero al carbono, las cuales se dividen en dos grupos: la corrosión y las deformaciones.

Acerca del cuarto objetivo se presentaron soluciones a las patologías ya sea de índole interna y externa según el tipo de ambiente al que será expuesta la zapata de acero al carbono.

Referencias

[1]Alfonzo, V y Sánchez, M. (2018). *Estudio del comportamiento estructural de zapatas de acero al carbono en edificio de estructura metálica de cuatro niveles*, (trabajo especial de grado), Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela.

[2]Braja, M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotecnica*. México D.F: Editorial International Thomson Editores

[3] Delgado Vargas, M. (1999). *Ingeniería de cimentaciones mecánica de suelos tomo II*. (segunda edición). México D.F. Alfaomega grupo editor.

[4] AISC, American Institute of Steel construction. *Steel Construction Manual*, 15 ed. 2017 (USA)

[5]Fratelli, M. (1993). *Suelos, fundaciones y muros*. Caracas, Venezuela: Ediciones Unive S.R.L. Recuperado de : <https://www.scribd.com/doc/135853410/Libro-de-Suelos-Fundaciones-y-Muros-Maria-Graciela-Fratelli>

[6]Lambe, W. y Whitman, R. (1974). *Mecánica de suelos*. México, D.F: Limusa Noriega Editores Recuperado de: <https://mecanicadesuelosuc.files.wordpress.com/2014/11/geotecnica-lambe.pdf>

[7]McCormac, J. y Csernak, S. (2013). *Diseño de estructuras de acero*. (5ta Edición). México, D.F: Editorial Alfaomega. Recuperado de: https://issuu.com/gustavochochongalcivar/docs/p_ginas_desde248353723-estructuras

[8]Norma COVENIN 1618 (1998A). *Estructuras de acero para edificaciones. Método de los estados límites. (1era Revisión)* Caracas, Venezuela. Recuperado de: http://www.funvisis.gob.ve/archivos/pdf/normas/norma_diseño_acero/1618-1998A.pdf

[9]Segui, W. (2000) *Diseño de estructuras de acero con LRFD*. (2da Edición), Tenesse, Estados Unidos: Editorial: International Thomson Editores. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/rubenzelamamani/diseo-de-estructuras-de-acero-con-lrfd-william-t-segui-2da-edicin>

[10]Teknos. (2013) *Handbook for corrosion protection of steel surfaces by painting*, (2da Edición) Finlandia. Recuperado de: <https://www.teknos.com/globalassets/teknos.com/industrial-coatings/metal-wet-paints-general/handbook-for-corrosion-protection.pdf>

[11]Urdaneta, F. (1998). *Diseño de estructuras de acero*, Tomo No. 1 Maracaibo, Venezuela: Ediluz

[12]Vallejo, J. (2006). *Conocimiento y prevencion de la corrosión*, (trabajo especial de grado), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0513_M.pdf

[13] Leed (1993). Leadership in energy and environmental designs. Green Building Designs and construction. US. Green Building Councel.