

Manual para la fabricación de adoquines de concreto convencionales y con aditivos para garantizar las propiedades mecánicas de los elementos en la Región

Handbook for the elaboration of conventional concrete pavers and with additives in order to guarantee the mechanical properties in the Region

Carlos Luis Espinoza Suárez

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

Email: c.L.espinoza.suarez@gmail.com

Nancy Urdaneta

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

Email: nurdaneta19@gmail.com

Recibido: 21-06-2021

Aceptado: 20-09-2021

Resumen

La presente investigación busca definir los procesos para la fabricación de adoquines de concreto convencionales y con aditivos para mejora de la calidad de los adoquines para las empresas de la región. El estudio es ejecutado en el marco de la metodología de investigación de tipo descriptiva-proyectiva, bajo un diseño documental, no experimental y transeccional de carácter cualitativo. Los resultados permitieron obtener un documento tangible donde se establecen normativas internacionales y manuales para la elaboración de los elementos, considerando además procesos con actividades de acuerdo a diagramas PEPSU y diagramas de flujo que garanticen la continuidad, así como las estimaciones de cantidades y monitoreos para cumplir lo establecido con las normas, con el propósito de garantizar las propiedades mecánicas de estos elementos prefabricados.

Palabras clave: Manual, adoquín, concreto, fabricación.

Abstract

The present investigation seeks to define the processes for the elaboration of conventional concrete pavers and with additives to improve the quality of pavers for companies in the region. The study is carried out within the framework of the descriptive-projective research methodology, under a documentary, non-experimental and transactional design of a qualitative nature. The results allowed to obtain a tangible document where international regulations and manuals are established for the elaboration of the elements, also considering processes with activities according to PEPSU diagrams and flow diagrams that guarantee continuity, as well as estimates of quantities and monitoring to comply. what is established with the norms, with the purpose of guaranteeing the mechanical properties of these prefabricated elements

Key words: Handbook, Paver, Concrete, Elaboration.

Introducción

El sector de la construcción requiere cumplir con ciertos requerimientos técnicos con el fin de garantizar un control de calidad que genere un grado de satisfacción y cumpla con las características del material de acuerdo a las exigencias de los proyectos. La mayoría de los países buscan, dentro de dicho sector, mejorar su

calidad, productividad e innovación, generando ventajas en los productos que se ofrecen y así garantizar una competitividad en el entorno socioeconómico [1].

En Venezuela, el uso de adoquines se ha retomado en los últimos 4 años, debido a su alto atractivo decorativo en parques, así como también por las ventajas hidráulicas que ofrecen a la vegetación existente en sus alrededores, dando un aspecto minimalista a los acabados. Sin embargo, en el país no existe una norma aprobada que incluya las especificaciones técnicas que se recomiendan para la elaboración de adoquines. SENCAMER no tiene en su repositorio una norma finalizada y aprobada por FONDO NORMA, así como tampoco, los ensayos necesarios para la verificación de las propiedades mecánicas.

Es por ello que se elaboró un manual que explica detalladamente y de manera organizada, el procedimiento para llevar a cabo la elaboración, de adoquines de concreto tradicional y con aditivos, con el fin de que sea utilizado como herramienta y guía, por ingenieros civiles, arquitectos y afines, especialmente en la región. El manual contempla las distintas etapas necesarias para llevar a cabo el proceso constructivo, desde la descripción de los elementos que componen cada parte, la materia prima para la elaboración, la mano de obra incluyendo a los supervisores, los ensayos respectivos que se deben realizar por lotes, y los tipos de almacenamientos que se deben tomar en cuenta.

Se describen las técnicas de control de calidad durante los procesos de fabricación, así como tiempos y dosificaciones estimadas, así como también, se presentan normas y referentes de otros países que fueron consultados para la elaboración del manual que se presenta.

Metodología

La documentación se basa en definir cuales procesos se realizarán para la fabricación de los adoquines de concreto, describiendo cada uno de ellos según las especificaciones técnicas recomendadas, y a su vez busca diseñar un instructivo que permita la continuidad de la elaboración de los elementos, con el fin de garantizar las propiedades características de los mismos, de acuerdo a esto los autores catalogan la investigación del tipo y nivel de la investigación como descriptiva [2] y proyectiva [3].

Así mismo, esta investigación se enmarca en un diseño no experimental [3] puesto que la variable no es manipulada arbitrariamente durante la investigación, de igual manera es transeccional univariable [3] 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 [4], 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.

Para alcanzar el logro del objetivo principal de la investigación, el cual consiste en diseñar un manual que describa los procedimientos de fabricación de adoquines de concreto, se realizaron distintas fases, entre estas están, la exploración, la documentación y el desarrollo. La exploración consistió en buscar una empresa de bloques dentro de la región, que tuviera la necesidad de un instructivo para la definición de los procesos para poder elaborar los elementos que en ella se fabrican.

Una vez, definida la muestra en la población, se delimitó la unidad de análisis, de todos los tipos de elementos que se fabrican en la empresa, se decidió elaborar un manual a la fabricación de adoquines de concreto, ya que de estos no se tiene en el país una norma aprobada, de la cual se pueden regir para controlar las características a la cual se deben amoldar para garantizar la vida útil del uso que se dé a estos elementos.

Posteriormente, se procede a la fase de documentación, la cual consistió en definir las normas de lengua española que han sido aprobada a nivel internacional, tales como la NTC [5], NTG [6], UNE-EN1-338 [7], normas que no solo dan recomendaciones sobre la fabricación de los adoquines, sino que también abordan las propiedades mecánicas que deben tener estos elementos para garantizar la vida útil a la cual son diseñados. De igual forma se consultaron normas aprobadas por los países donde se elaboraron, para la fabricación de adoquines de concreto.

Para el desarrollo del diseño del instructivo, se procedió a describir cada una de las especificaciones técnicas que se deben considerar para la elaboración de los adoquines, con base a investigaciones que presentan autores como Restrepo [8], Martín [9] y Arévalo [10], normativas anteriormente descritas, se establece y soporta la importancia de cada una de los procesos que se ejecutan durante la fabricación. Desde la dosificación de los complementos que abordan un adoquín, hasta el almacenamiento en el patio de la empresa, así como también se describe el personal y rendimiento de los elementos por cantidades de materia prima suministrada. Para esta última fase, se diseña un manual ilustrativo con las especificaciones detalladas y enumeradas mediante un flujograma que se establece en el desarrollo de esta investigación.

Propuesta

Manual para la fabricación de adoquines de concreto convencionales y con aditivos

El presente manual dispone de una recopilación de normas y propuestas con base a investigaciones, manuales internacionales, que asocian el trabajo de fabricación de un adoquín de concreto, con base a las siguientes fases:

- Alcance y objetivos
- Normativas
- Procesos

Para detallar mejor este contenido, se presentan las siguientes figuras, que involucran la elaboración de la Portada y Contra-Portada (Figura 1), una introducción, así como también el contenido del manual (Figura 2), especificando a que se refiere cada uno de los sub puntos involucrados.





Figura 2. Introducción y Contenido del manual.

Alcance

Las recomendaciones y especificaciones dadas en este manual están referidas a los procesos y actividades necesarias acuerdo con los requisitos de las normas internacionales y manuales. El manual presenta flujogramas de procesos de materiales, tiempos y equipos, a su vez presenta un resumen de los procesos detallando cada actividad.

Se incluye en el manual los procesos para la elaboración de adoquines convencionales y con aditivos, rectangulares, no incluye en el manual la descripción para adoquines de otras formas geométricas y espesores variables. El manual está dirigido a ingenieros civiles, arquitectos, técnicos, constructores, maestros de obras, inspectores, profesores y estudiantes del nivel universitario y ha sido elaborado con apoyo de la Facultad de Ingeniería, Dirección de Postgrado, Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo-Venezuela

Objetivo

Definir todas las actividades necesarias para la elaboración de los adoquines de concreto convencionales y con aditivos.

Estos parámetros se presentan en la Figura 3, que describe lo antes expuesto de manera que se aprecie en el manual del contenido.



Figura 3. Alcance y objetivos del manual.

Normativas

Dado que la República Bolivariana de Venezuela, no cuenta con una norma aprobada para la elaboración de adoquines, así como tampoco dispone de un documento que defina algunos indicadores que deban cumplirse al momento de evaluar la calidad de los elementos (los adoquines) mediante ensayos. Aspectos desde el punto de vista técnico, que involucre el análisis de propiedades físicas y químicas que deben cumplirse para la correcta fabricación de adoquines se buscan dentro de las normas que se consultaron en cuanto a la documentación necesaria de la presente investigación, entre las cuales se encuentran las que se describen a continuación:

NTC 2017 Adoquines de concreto para pavimento, Norma Técnica Colombiana: Esta norma establece los requisitos para adoquines de concreto y sus piezas complementarias, aptos para construir pavimentos de adoquines para: Tráfico peatonal, tráfico vehicular sobre llanta neumática y cargas estáticas distribuidas (almacenamiento).

UNE-EN 1338 Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo: La norma europea especifica los materiales, propiedades, requisitos y métodos de ensayo de los adoquines prefabricados de hormigón no armados y accesorios complementarios, previstos para el uso peatonal, uso en áreas sometidas a tráfico de vehículos y cubiertas.

NTG 41086 Adoquines de concreto para pavimentos. Especificaciones: La presente norma tiene por objeto establecer las características y especificaciones que deben cumplir los adoquines de concreto de cemento hidráulico empleados para tráfico vehicular y peatonal.

INVE-426-13 Resistencia a la compresión de adoquines de concreto: El documento se encarga de describir los procedimientos necesarios para garantizar los ensayos que se deben aplicar para evaluar la resistencia de los elementos a ensayar, en este caso los adoquines, indicando la maquinaria, así como también especificaciones para garantizar la transmisión correcta de las cargas sobre cada elemento.

INVE-427-13 Absorción de agua por los adoquines de concreto: Esta norma se refiere a la determinación de la cantidad de agua que absorben los adoquines de concreto cuando se someten a unas condiciones de inmersión especificadas. Describiendo los procedimientos y maquinarias necesarias para cumplir la realización de este ensayo en laboratorios.

COVENIN 277-200 Agregados. Determinación de la composición granulométrica: La norma venezolana contempla un procedimiento para la determinación por cernido de la distribución de los tamaños de las partículas de agregados finos y gruesos. Es cierto que esta norma no es internacional, así como tampoco está directamente aplicada al ámbito del estudio y fabricación de adoquines, sin embargo, uno de los materiales para la fabricación de los mismos es un agregado fino, del cual se describen aspectos importantes en dicha norma.

La Figura 4, refleja un resumen de estas normativas presentadas como referentes, para la elaboración del manual.



Figura 4. Normas bases del manual.

Proceso de Fabricación

Un proceso se refiere a una parte cualquiera de una organización que toma insumos y los transforma en productos que, según espera, tendrán un valor más alto para ellas que los insumos originales, a su vez Castellano [12], establece que una empresa venezolana, del tipo industrial, sin importar su propósito, involucra los siguientes procesos dentro de una línea de producción que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Procesos involucrados a una organización

Procesos involucrados una organización
SHA
Mantenimiento
Control de calidad
RRHH
Producción

Castellano [12]

De lo expuesto en la Tabla 1, se desarrollarán solo los procesos de Control de calidad y Producción, basado en las normativas y manuales anteriormente definidos, para lograr esto, se plantearán subprocesos simultáneos con el fin de obtener los productos definidos para la investigación. Se presentarán narrativas, mediante diagramas PEPSUS, que permitirán conocer la secuencia más adecuada que se adapte a las necesidades de la empresa en cuestión.

La Figura 5, presenta el inicio del proceso de fabricación, junto a los equipos necesarios para poder realizar las diferentes actividades que se pueden presentar, tales como montacargas, carretilla, cuñetes y tamices.

**Figura 5. Inicio de proceso de fabricación y equipos.**

La Figura 6, presenta otros equipos que también son necesarios para realizar las actividades del proceso de fabricación, tales como palas, cepillos, manguera, molde, así como también tiene el personal para cada proceso y las actividades que desempeñan, como Jefe de producción, Supervisor de almacén, Obrero de producción y Obrero auxiliar.



Figura 6. Equipos varios y Personal de procesos

Seguidamente, se encuentra la Figura 7, que presenta la materia prima de elaboración de adoquines, junto al primer paso de proceso de dosificación del resumen de la elaboración de diagrama PEPSU, también define el proceso de mezclado y moldeado de los adoquines, el proceso de curado y almacenamiento.

Todos estos salen del diagrama de PEPSU, que define cuatro niveles, según el triángulo de jerarquización, siendo los niveles, un Macroproceso la fabricación de adoquines, un Proceso la producción, siete subprocesos; Recepción de materia prima, Dosificación, Mezclado, Moldeado, Curado, Muestro, Almacenamiento, que a su vez de estas se desarrollan 20 actividades, las cuales se pueden apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Desagregación del proceso clave de fabricación de adoquines

MACROPROCESO (Nivel I)	PROCESO (Nivel II)	SUBPROCESO (Nivel III)	ACTIVIDADES (Nivel IV)
Fabricación de adoquines	Producción	Recepción de materia prima	Suministro
			Inspección visual
			Disposición
Fabricación de adoquines	Producción	Dosificación	Verificación de los materiales
			Volumetría
			Área de trabajo
Fabricación de adoquines	Producción	Mezclado	Materiales secos
			Humedecer
			Aditivos
Fabricación de adoquines	Producción	Moldeado	Limpieza
			Vertido
			Vibrado
Fabricación de adoquines	Producción	Curado	Desmoldado
			Rocío
			Cubierta
Fabricación de adoquines	Producción	Muestreo	Lote de adoquines
			Estadística
			Ensayos
Fabricación de adoquines	Producción	Almacenamiento	Apilado
			Cubierta

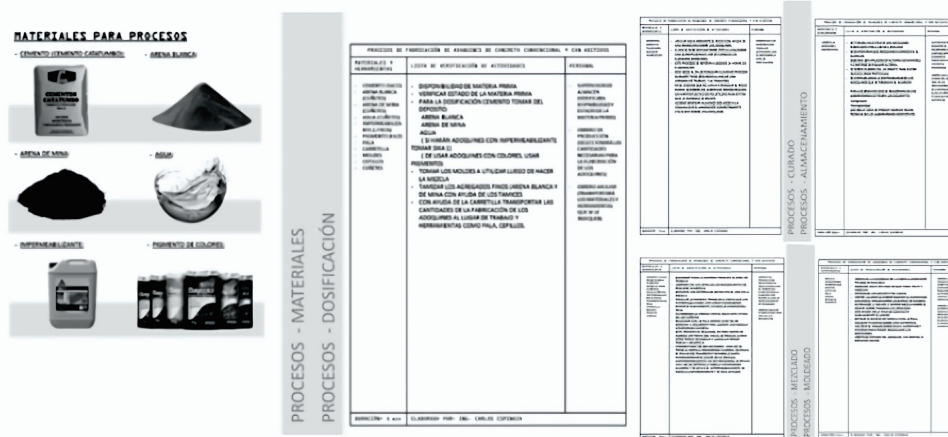


Figura 7. Materia prima y Proceso de Dosificación, Procedo de Mezclado, Proceso de Moldeado, Proceso de Curado y Proceso de almacenamiento

Conclusiones

Mediante la revisión documental de las normas y manuales internacionales fueron establecidas desde el punto de vista técnico las especificaciones físicas y químicas que debe cumplir el proceso de fabricación de adoquines siendo consideradas las normas: NTC 2017, UNE-EN 1338, NTG 41086. Así mismo fueron establecidas las condiciones ideales del proceso, las cuales se relacionaron con su geometría, apariencia, absorción de agua y resistencia a la compresión (utilizando para el cemento los requisitos establecidos por la norma COVENIN 28-93, para los agregados los requisitos establecidos por la normativa COVENIN 277-2000 y para el agua la norma COVENIN 2385-2000).

Con base a la documentación antes mencionada, junto a manuales mencionados en la bibliografía, se definieron los niveles de proceso de la fabricación de adoquines de concreto, siendo estos 4 niveles, que abordan la fabricación de los adoquines de concreto, como nivel macro, la producción como nivel de proceso general, entre los subprocesos se definieron en orden secuencial; recepción de materia prima, dosificación, mezclado, moldeado, muestreo, curado y almacenamiento, para estos se desarrollaron 20 actividades, con el fin de poder elaborar los diagramas PEPSU para definir cada proceso.

Referencias bibliográficas

- [1] Peña, A. La calidad de la industria de la construcción. Buenos Aires.. Universidad de Palermo. Estudio de diagnóstico. 69, (2017)
- [2] Hurtado, J. Metodología de la investigación Holística. 4ta edición. Caracas, (2010).
- [3] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la investigación. 6ta edición, México, McGraw-Hill, (2014).
- [4] Arias, F. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología. 6ta edición, Caracas, Episteme, (2012).
- [5] Normas Técnicas Colombianas. NTC-2017: 2018. Adoquines de concreto para pavimento. 3ª Actualización. Aprobado 2018-05-23. INCOTEC, Bogotá. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/gp-adoquines-de-concreto-para-pavimentos-ntc2017-2018.html>
- [6] Comisión Guatemalteca de Normas. COGUANOR: NTG 41086. Adoquines de concreto para pavimentos. Especificaciones. Adoptado Consejo Nacional de Normalización. Aprobada 2012-08-17. Recuperado de: <https://docplayer.es/9588389-Norma-tecnica-guatemalteca.html>
- [7] UNE-EN 1338. Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. AERNOR. Norma española. Recuperado de: <https://oaklarpwell.com/wp-content/uploads/2020/01/UNE-EN-1338.pdf>

[8] Restrepo, A. Propuesta para la fabricación de adoquines en mortero mezclados con cascarilla de arroz para uso en la construcción de la ciudad de Girardot en el Departamento de Cundinamarca. Trabajo de Grado. Ingeniería Civil. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Cundinamarca, Colombia, (2018).

[9] Martín, M. Diseño de una planta industrial para fabricar adoquines mediante activación alcalina. Trabajo de Grado. Ingeniería Química. Universitat Jaume I. Castellon, España. (2019).

[10] Arévalo, V. y López, C. Diseño de una fábrica de adoquines de Garbancillo residual en el departamento de Piura. Trabajo de grado. Piura, Perú. Universidad de Piura, (2017).

[11] Castellano, V. Mejora de los procesos en el área de producción para la planta beneficiadora de aves de Protinal del Zulia, C.A. Trabajo de Grado. Ingeniería Industrial. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela, (2016).