

APLICACIÓN DE LA NORMA M-MMP-1-06/03 PARA LA CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL QUE INTEGRA A LOS BLOQUES DE CONCRETO MACIZOS EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO DE TEZONTEPEC DE ALDAMA, HIDALGO.

APPLICATION OF THE STANDARD M-MMP-1-06/03 FOR THE CLASSIFICATION OF MATERIAL INCORPORATED INTO SOLID CONCRETE BLOCKS USED IN THE CONSTRUCTION OF HOUSES IN THE MUNICIPALITY OF TEZONTEPEC DE ALDAMA, HIDALGO.

Pérez-Encarnacion, Roberto I.^{1*}, González-Fuentes, Héctor M.² y Flores-Lozano, Eunise S.³
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, División de Arquitectura.
Mixquiahuala, México. riperez@itsoeh.edu.mx*

RESUMEN. *El trabajo presenta la aplicación de la norma M-MMP-1-06/03 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) a bloques de concreto macizo de medidas de 12x14x40 cm, comúnmente empleados para la construcción de viviendas en el municipio de Tezontepec de Aldama en el estado de Hidalgo, México; con el objetivo de conocer la composición granulométrica tomando como marco de referencia el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). El resultado fue que la norma da la clasificación de granulometría de la parte gruesa del bloque, la cual fue arena bien graduada, pero en los límites de consistencia no arroja el nombre de la parte fina del material, pues los datos del límite plástico se salen de rango ya que la norma está diseñada para suelos y no para partículas cementantes.*

Palabras clave: *Bloque, concreto y granulometría.*

ABSTRACT. *This work shows an example of application of the Mexican M-MMP-1-06/03 standard, established by the Mexican Department of Communications and Transportation (SCT, its acronym in Spanish) to solid concrete blocks measuring 12x14x40 cm (4.72x7.87x 5.75 in), commonly used in the construction of houses, with the aim of determining the particle size distribution, using the Unified Soil Classification System (USCS) as a reference framework. The result was that the standard provides the particle size for the coarse part of the block, which was well-graded sand. However, in terms of consistency limits, it does not let know the finest part composition, due to the plastic limit data falls out of range, because the standard is designed for soils and not for cementing particles*

Key words: *Block, concrete and particle size distribution*

INTRODUCCIÓN

La construcción de viviendas es un proceso fundamental en el desarrollo de las comunidades, y el uso de materiales adecuados desempeña un papel crucial en la calidad y durabilidad de las estructuras¹. En este contexto, el presente trabajo se centra en la aplicación de la norma M-MMP-1-06/03 y sus normas complementarias para la caracterización de materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes² para la

clasificación del material que conforma los bloques de concreto macizo utilizados en la construcción de viviendas en el municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, México.

El objetivo principal de este estudio es determinar la composición granulométrica de los bloques de concreto, tomando como referencia el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)³. La norma mencionada proporciona información

sobre la clasificación de la parte gruesa del bloque, es decir, la arena bien graduada. Sin embargo, no ofrece detalles sobre la composición de la parte fina del material, ya que los datos del límite plástico se encuentran fuera de rango debido a que la norma está diseñada para suelos y no para partículas cementantes.

Para llevar a cabo este estudio, se realizaron muestreos de bloques de baja, media y alta calidad en tres casas de materiales del municipio. Las muestras obtenidas fueron analizadas en el laboratorio siguiendo el estándar de la norma M-MMP-1-06/03 de la SCT que permite determinar el tamaño de las partículas².

El presente trabajo pretende contribuir al conocimiento sobre la composición granulométrica de los bloques de concreto utilizados en la construcción de viviendas en Tezontepec de Aldama. Los resultados obtenidos serán de utilidad para evaluar la calidad de los materiales empleados y brindar recomendaciones para mejorar los procesos de construcción en la zona.

En resumen, esta investigación busca proporcionar información relevante y actualizada sobre la granulometría de los bloques de concreto macizo utilizados en la construcción de viviendas en Tezontepec de Aldama, con el fin de promover el desarrollo sustentable garantizando la seguridad estructural⁴.

El presente marco teórico normativo y referencial se fundamenta en la bibliografía seleccionada, la cual proporciona un contexto esencial para la comprensión de los métodos de clasificación y ensayo de materiales utilizados en la construcción, específicamente en la elaboración de bloques de concreto y su relación con la granulometría y las propiedades mecánicas de los materiales.

Normatividad en Granulometría y Materiales Compactables, es un aspecto crítico en la ingeniería civil, ya que influye directamente en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados en terracerías y estructuras. Según el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), en su documento sobre "Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías", se establece que la correcta clasificación y control granulométrico de los materiales son fundamentales para garantizar la estabilidad y durabilidad de las obras de infraestructura⁴. Esta normatividad proporciona directrices sobre los tamaños de partículas y su distribución, lo que es esencial para la formulación de mezclas adecuadas en la construcción de bloques de concreto.

Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, esta normatividad también abarca los métodos de muestreo y pruebas de materiales, como se detalla en el documento de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes¹ sobre "Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, Suelos y Materiales para Terracerías". Este documento establece los límites de consistencia que deben ser considerados al evaluar la plasticidad y la capacidad de compactación de los suelos y otros materiales¹. La comprensión de estos límites es crucial para la clasificación de los materiales y su aplicación en la fabricación de bloques de concreto, ya que un contenido inadecuado de partículas finas puede afectar negativamente las propiedades del producto final.

Optimización en la Elaboración de Bloques de Tierra Comprimida, la investigación de Guillen Guillen³ sobre la "Optimización del proceso de elaboración de Bloques de Tierra Comprimida (BTC)" resalta la importancia del control granulométrico en la producción de bloques. Los autores enfatizan que un adecuado control de las partículas del suelo no solo mejora la calidad de los bloques, sino que también optimiza el proceso de fabricación, reduciendo costos y aumentando

la eficiencia³. Este estudio proporciona un enfoque práctico que puede ser extrapolado a la producción de bloques de concreto, sugiriendo que la atención a la granulometría es esencial para lograr un producto de alta calidad.

Especificaciones y Métodos de Ensayo para Materiales de Construcción, finalmente, el documento de la ONNCCE¹ sobre "Industria de la Construcción-Mampostería-Bloques, Tabiques o Ladrillos y Tabicones para uso Estructural" establece especificaciones y métodos de ensayo que son fundamentales para garantizar la calidad y seguridad de los materiales utilizados en la construcción. Este documento proporciona un marco normativo que asegura que los bloques de concreto cumplan con los estándares requeridos para su uso estructural, lo que es vital para la integridad de las edificaciones¹.

La aplicación de la norma M-MMP-1-06/03 para la clasificación del material que integra los bloques de concretos macizos ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones científicas, que abordan tanto la caracterización de materiales como la optimización de procesos de construcción. A continuación, se presentan algunas de estas investigaciones y sus hallazgos relevantes:

Guillen Guillen³ realizaron una investigación sobre la optimización del proceso de elaboración de bloques de tierra comprimida (BTC) mediante el control granulométrico de las partículas del suelo. Este estudio destaca la importancia del control de la granulometría para mejorar la calidad de los bloques, lo cual es paralelo a la aplicación de la norma M-MMP-1-06/03 en la clasificación de bloques de concreto. Ambos estudios subrayan que una adecuada distribución de tamaños de partículas es fundamental para asegurar la resistencia y durabilidad del material.

Un estudio de López⁶ examinó la calidad de los materiales utilizados en la fabricación de bloques

de concreto en diversas regiones de México. La investigación utilizó normas de clasificación similares a la M-MMP-1-06/03 y encontró que la mayoría de los bloques no cumplían con los estándares de calidad establecidos, lo que afectaba su resistencia y durabilidad. Este hallazgo pone en relieve la necesidad de aplicar normativas de manera rigurosa para garantizar la calidad de los bloques de concreto.

Una investigación de Martínez⁷ se enfocó en la influencia de la composición de materiales en la plasticidad de los bloques de concreto. Utilizando métodos de análisis de límites de consistencia, los autores encontraron que la composición de partículas finas afectaba significativamente la plasticidad del material, alineándose con los desafíos encontrados al aplicar la norma M-MMP-1-07/03 en la presente investigación. Este estudio sugiere que se debe prestar atención a la composición mineralógica de los materiales para mejorar el comportamiento mecánico.

Finalmente, el trabajo de Hernández y Ramírez⁸ discutió la importancia de la normatividad en la industria de la construcción, haciendo hincapié en la necesidad de adaptar las normas existentes a las características específicas de los materiales utilizados en la fabricación de bloques de concreto. Este estudio complementa la discusión sobre la aplicación de la norma M-MMP-1-06/03, sugiriendo que la estandarización de métodos de clasificación es esencial para mejorar la calidad de las construcciones.

Las investigaciones mencionadas corroboran la importancia de la aplicación de la norma M-MMP-1-06/03 para la clasificación de materiales en bloques de concretos macizos. A través de estudios anteriores, se ha demostrado que la clasificación granulométrica y la evaluación de límites de consistencia son fundamentales para garantizar la calidad y durabilidad de los materiales de construcción. Además, se hace evidente la necesidad de seguir investigando y

adaptando las normativas a las características específicas de los materiales utilizados en la construcción, lo que contribuirá a mejorar la seguridad y sostenibilidad en la industria.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación se basa en un enfoque experimental y sistemático para la clasificación de materiales de bloques de concreto macizo, considerando aspectos normativos y técnicas de análisis granulométrico. A continuación, se detalla cada etapa del proceso metodológico:

1. Muestreo, se realizó mediante la adquisición de muestras representativas de bloques de concreto de tres casas de materiales en el Municipio de Tezontepec de Aldama, Estado de Hidalgo. La selección de estas muestras se fundamentó en la percepción de los consumidores sobre la calidad de los bloques, categorizándolos en tres grupos: baja, media y alta calidad. Este enfoque garantiza que las muestras sean representativas del mercado local y permite evaluar las variaciones en la composición y características de los bloques según su clasificación, véase la imagen 1.



Imagen 1. Muestras de block de concreto macizo de baja calidad

2. Normativa y Estándares, la investigación se llevó a cabo bajo el estándar de la norma M-

MMP-1-06/03 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes⁵, que establece los procedimientos para la obtención del tamaño de partículas en materiales de construcción. Esta norma proporciona un marco normativo que asegura la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

3. Análisis Granulométrico, el procedimiento metodológico para el análisis granulométrico se desarrolló en varias etapas:

3.1 Disgregación de Muestras: Cada bloque fue disgregado cuidadosamente hasta descomponerlo en partículas individuales. Este paso es esencial para garantizar que el análisis granulométrico refleje con precisión la distribución de tamaños de las partículas.

3.2 Tamizado: Las partículas disgregadas fueron sometidas a un proceso de tamizado utilizando una serie de cribas con las siguientes aperturas: 1 1/2", 1 1/4", 3/8", 4, 8, 16, 20, 30, 40, 60, 200 y una charola de fondo. Este proceso permitió la separación de las partículas según su tamaño, facilitando así el análisis de la distribución granulométrica.

4. Clasificación de Partículas Finas, se complementó esta metodología con la norma M-MMP-1-07/03 de la SCT, la cual establece los límites de consistencia, incluyendo el límite plástico y el límite líquido. Los procedimientos para determinar estos límites son los siguientes:

4.1 Determinación del Límite Líquido: Este se obtuvo utilizando la copa de Casagrande. Se realizaron pruebas registrando dos valores de contenido de humedad, uno por debajo y otro por encima de 25 golpes. Este método permite identificar el punto en el que el material comienza a fluir, lo que es crucial para entender su comportamiento en condiciones de carga.

4.2 Determinación del Límite Plástico: Se utilizó el método de la prueba de plasticidad, en el cual se formó un rollo de 3 mm de diámetro y 10 centímetros de longitud con las partículas finas. A partir de esta prueba, se adquirieron los contenidos de humedad necesarios para establecer el límite plástico del material. Este límite ayuda a caracterizar la capacidad del material para deformarse sin romperse.

5. Análisis de la Información obtenida, una vez completadas las pruebas de tamizado y de límites de consistencia, los datos obtenidos se analizaron estadísticamente para determinar las propiedades de los bloques de concreto en función de su clasificación. Se realizaron gráficos y tablas que ilustran la distribución granulométrica y los límites de plasticidad, lo que permite una comparación clara entre las diferentes calidades de bloques.

La metodología aquí descrita proporciona un enfoque riguroso y normativo para la clasificación de bloques de concreto macizo, asegurando que los resultados sean representativos y útiles para futuras investigaciones y aplicaciones en la industria de la construcción. Los hallazgos de esta investigación no solo aportan al conocimiento sobre las propiedades de los bloques de concreto, sino que también ofrecen información valiosa para consumidores y fabricantes sobre la calidad de los materiales disponibles en el mercado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez disgregados cada uno de los blocks en laboratorio, se calculó su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) a través de curvas de distribución granulométrica con referencia en sus coeficientes de curvatura y uniformidad dando como tipo de material una clasificación arena bien graduada (SW) como se puede observar en las imágenes 2, 3 y 4. En los límites de consistencia no se pudo obtener la clasificación de las partículas finas de

acuerdo a la carta de plasticidad, pues en todos los blocks el límite plástico fue mayor al líquido, por lo que obtener un índice plástico fue incongruente para la clasificación de las partículas en la carta de plasticidad, teniendo la siguiente desigualdad en la ecuación 1:

$$L_p > L_l, \text{ Ec. 1}$$

Donde;

L_p ; Limite Plástico (%)

L_l ; Limite Liquido (%)

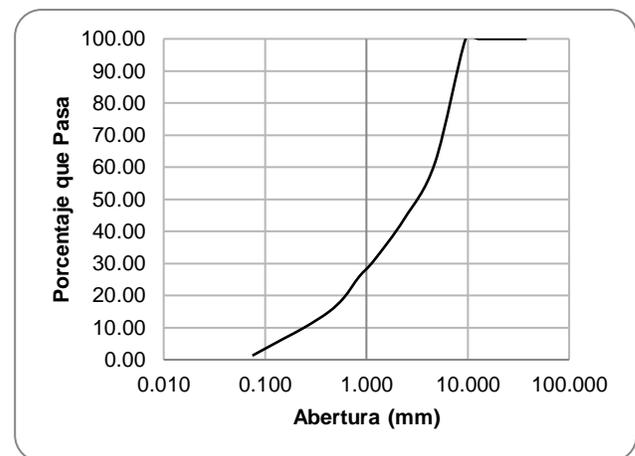


Imagen 2. Grafica de distribución granulométrica para blocks de baja calidad, $C_u=19$ y $C_c=1.02$

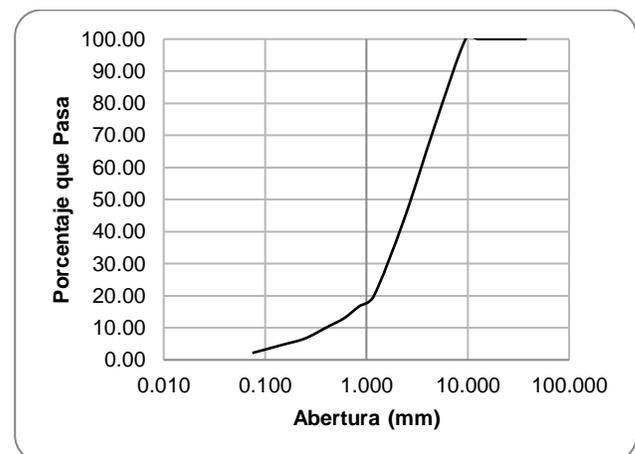


Imagen 3. Grafica de distribución granulométrica para blocks de media calidad, $C_u=7.25$ y $C_c=0.70$

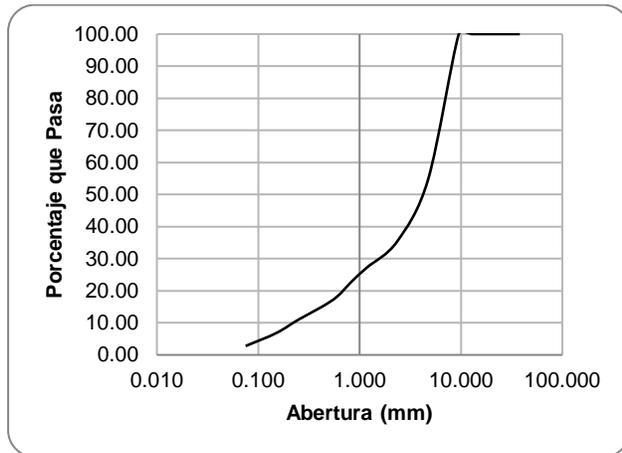


Imagen 4. Grafica de distribución granulométrica para blocks de alta calidad, $C_u=7.25$ y $C_c=0.70$

Según las curvas de distribución granulométrica mostradas en las imágenes 2, 3 y 4, se determinó que todos los bloques se clasifican como "arena bien graduada" (SW), independientemente de su calidad, sin embargo, en cuanto a los límites de consistencia, no se pudo obtener la clasificación de las partículas finas de acuerdo con la carta de plasticidad. Esto se debe a que, en todos los bloques, el límite plástico (L_p) fue mayor que el límite líquido (L_l), lo cual es inusual y genera una incongruencia en el cálculo del índice plástico para la clasificación de las partículas.

Esto plantea una limitación en la aplicación de la clasificación de suelos a los bloques de concreto, ya que la norma está diseñada principalmente para suelos y no para partículas cementantes. Esta discrepancia puede atribuirse a las propiedades específicas del material utilizado en la mezcla de los bloques de concreto, que difiere por ser una norma aplicada a suelos.

Es importante destacar que la clasificación granulométrica de los bloques de concreto es un factor relevante en la calidad y desempeño de las estructuras construidas con ellos. Sin embargo, la falta de información precisa sobre las partículas finas en los límites de consistencia puede afectar

la evaluación y selección adecuada de los materiales utilizados en la construcción.

Estos hallazgos sugieren la necesidad de desarrollar métodos de clasificación más específicos y adaptados a los materiales de construcción, como los bloques de concreto. Esto permitiría una mejor comprensión de la composición y características de los materiales utilizados, lo que a su vez podría mejorar la calidad y durabilidad de las construcciones.

En la tabla 1 se presenta un resumen de los límites de consistencia para clasificar la parte fina del suelo, pudiéndose observar que los límites plásticos se salen de rango para las tres calidades de block.

En resumen, la discusión de los resultados revela la clasificación de los bloques de concreto como arena bien graduada según el SUCS, pero también señala la limitación en la clasificación de las partículas finas debido a la incongruencia en los límites de consistencia. Estos hallazgos resaltan la necesidad de investigaciones adicionales y el desarrollo de enfoques más adecuados para la clasificación de materiales utilizados en la construcción de bloques de concreto.

Tipo de Block	Contenido de Humedad Limite Liquido (%)	Contenido de Humedad Limite Plástico (%)
<i>Block de baja calidad</i>	65.49	181.65
<i>Block de media calidad</i>	61.52	112.63
<i>Block de alta calidad</i>	64.73	81.39

Tabla 1. Límites de Consistencia para diferentes tipos de calidades de Block de Concreto Macizo.

CONCLUSIONES

La investigación sobre los métodos de clasificación de la SCT (Sistema de Clasificación de Suelos) aplicada a bloques de concreto macizo de dimensiones específicas (12x14x40 centímetros) ha revelado limitaciones significativas en su capacidad para clasificar adecuadamente el contenido de partículas finas. Este hallazgo es crucial, ya que indica que los métodos convencionales de clasificación, que han demostrado ser eficaces para gravas y arenas, no son aplicables a las fracciones de finos.

La razón fundamental de esta inadecuación radica en la naturaleza de los minerales presentes en las partículas finas, los cuales influyen en el comportamiento plástico del material. Al exceder los límites de plasticidad y liquidez establecidos, lo cual introduce variables que complican la caracterización y, por ende, la clasificación. Este aspecto resalta la necesidad de un enfoque más detallado y específico para las partículas finas en el contexto de los bloques de concreto.

Dada esta situación, la investigación no solo contribuye a la comprensión de los materiales utilizados en la fabricación de bloques de concreto, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones que se centren en la clasificación de partículas cementantes. Esto es esencial, ya que los cementantes desempeñan un papel crucial en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto, y su adecuada clasificación podría mejorar la calidad y funcionalidad del producto final.

Además, se sugiere que la investigación sea complementada con técnicas de caracterización a nivel micro de las partículas finas. Métodos como la microscopía electrónica de barrido (SEM) o la difracción de rayos X (XRD) podrían proporcionar información valiosa sobre la

morfología y la composición de las partículas, lo que permitiría entender mejor su comportamiento en el contexto de la plasticidad. Esta caracterización microestructural podría abrir nuevas vías para el desarrollo de métodos de clasificación más precisos y adaptados a los requisitos específicos de los bloques de concreto.

En conclusión, la investigación no solo identifica una brecha en la aplicación de métodos de clasificación existentes, sino que también propone direcciones futuras que podrían enriquecer el campo de estudio de los materiales para la construcción, fomentando así la innovación en la producción de bloques de concreto de alta calidad.

AGRADECIMIENTOS RECONOCIMIENTOS

Y/O

Se expresa un sincero agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) por su apoyo incondicional durante el desarrollo de esta investigación. En particular, se reconoce la valiosa colaboración de la División de Arquitectura, que proporcionó las facilidades necesarias para llevar a cabo los ensayos en el laboratorio de suelos y concretos durante el verano de 2023. La disposición del ITSOEH para fomentar la investigación y el desarrollo académico ha sido fundamental para la consecución de los objetivos planteados.

Asimismo, se desea rendir homenaje a los colegas que brindaron su apoyo técnico en este trabajo de investigación. El Arquitecto Héctor Manuel González Fuentes ha sido una fuente de inspiración y orientación, aportando su vasta experiencia en el campo. La Maestra en Administración de la Construcción, Lorena Saray Ángeles Pineda, también merece un reconocimiento especial por su gestión y organización, que facilitaron el acceso a los recursos necesarios para el avance del proyecto.

Además, se agradece a los alumnos de Servicio Social, Luis Alfonso Cerón Ortiz y Brandon Joel Cerón Abraham, por su dedicación y esfuerzo en la realización de las pruebas destructivas a los bloques de concreto. Su compromiso y entusiasmo por participar en este proceso experimental fueron determinantes para obtener resultados precisos y confiables.

Por último, se extiende un agradecimiento a todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron al desarrollo de esta investigación. Cada uno de ellos ha dejado una huella significativa en este trabajo, y su apoyo ha sido crucial para el éxito de este proyecto. Se espera que los hallazgos de esta investigación sirvan como un aporte valioso para futuras iniciativas académicas y que continúen promoviendo un ambiente de colaboración y excelencia en la comunidad académica.

REFERENCIAS

1. S, O. N. (2012). Industria de la Construcción-Mampostería-Bloques, Tabiques o Ladrillos y Tabicones para uso Estructural-Especificaciones y Métodos de Ensayo. Ciudad de México: ONNCCE.
2. (SCT), S. d. (2007). Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, Suelos y Materiales para Terracerías, Límites de Consistencia. Normatividad, Instituto Mexicano del Transporte, 09.
3. Guillen Guillen , C. A., Muciño Velez, A., Guerrero Baca, L. F., & Cruz Farrera, F. J. (2021). Optimización del proceso de elaboración de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) mediante el control granulométrico de las partículas del Suelo. Revista de Investigación de la Universidad De La Salle Bajío, 28.
4. Terracerías, Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías. Normatividad, Instituto Mexicano del Transporte (IMT), 14.
5. (SCT), S. d. (2007). Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, Suelos y Materiales para Terracerías, Límites de Consistencia. Normatividad, Instituto Mexicano del Transporte, 09.
6. López, D., Martínez, E., & Torres, F. (2020). Calidad de los materiales utilizados en la fabricación de bloques de concreto en diversas regiones de México.
7. Martínez, J., Ramírez, K., & Soto, L. (2022). Influencia de la composición de materiales en la plasticidad de los bloques de concreto.
8. Hernández, A., & Ramírez, B. (2018). Importancia de la normatividad en la industria de la construcción.