

# **Caracterización de los bancos de materiales pétreos para la elaboración de concreto en las ciudades de Tepic y Xalisco, Nayarit, México**

*Characterization of the banks of stone materials for the production of concrete in the cities of Tepic and Xalisco, Nayarit, Mexico*

*Caracterização de bancos de materiais de pedra para a elaboração de concreto nas cidades de Tepic e Xalisco, Nayarit, México*

*Carlos Alberto Hoyos Castellanos<sup>1</sup>, Fernando Treviño Montemayor<sup>2</sup>,  
Fernando Aguirre Camacho<sup>3</sup>*

Recibido: 13/09/2023

Aceptado: 23/10/2023

**Resumen.** - En este artículo se presentan los resultados obtenidos de la ejecución del proyecto denominado “Caracterización de los bancos de materiales pétreos para la elaboración de concreto en las ciudades de Tepic y Xalisco, Nayarit”, desarrollado por el Cuerpo Académico “Educación e Innovación en Ingeniería Civil” del Instituto Tecnológico de Tepic. Este proyecto se desarrolló financiado por el PRODEP en el programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2019.

Se presentan los resultados de los análisis que se realizaron a los bancos de materiales registrados en la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Nayarit, los cuales fueron contactados para invitarlos a participar en el proyecto. Se realizaron análisis a arenas y gravas de  $\frac{3}{4}$ ”, adicionalmente se realizó un diseño de concreto con los resultados obtenidos para comprobar el comportamiento de los materiales en su forma última.

**Palabras clave:** bancos de materiales; análisis de gravas; análisis de arenas; diseño de concreto.

---

<sup>1</sup> Maestro en Ciencias en Ciencias Computacionales. Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Tepic, hoyoscarlos@ittpic.edu.mx, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5965-1375>, autor corresponsal

<sup>2</sup> Maestro en Estructuras. Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Tepic, ftrevino@ittpic.edu.mx, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3924-7660>

<sup>3</sup> Maestro en Ingeniería línea terminal en construcción. Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Tepic, faguirre@ittpic.edu.mx, ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-9277-1002>

**Summary.** - This article presents the results obtained from the execution of the project called "Characterization of stone material banks for the preparation of concrete in the cities of Tepic and Xalisco, Nayarit", developed by the academic group "Education and Innovation in Civil Engineering" of the Instituto Tecnológico de Tepic. This project was developed financed by PRODEP in the 2019 Strengthening of Academic Bodies program.

The results of the analyzes carried out on the material banks registered in the Secretaría de Desarrollo Rural of Nayarit state government are presented, which were contacted to invite them to participate in the project. Analysis of  $\frac{3}{4}$ " sands and gravels were carried out, additionally a concrete design was carried out with the results obtained to verify the behavior of the materials in their final form.

**Keywords:** construction material banks; gravels analysis; sands analysis; concrete design.

**Resumo.** - Neste artigo, os resultados obtidos a partir da execução do projeto chamado "Caracterização de Banks of Stone Materials para a elaboração de concreto nas cidades da Tepic e Xalisco, Nayarit", desenvolvida pelo órgão acadêmico "Educação e Inovação em Engenharia Civil em A engenharia civil é apresentada "do Instituto Tecnológico da TEPIC. Este projeto foi desenvolvido pelo ProDEP no programa de fortalecimento dos órgãos acadêmicos de 2019.

São apresentados os resultados das análises realizadas aos bancos de materiais registrados no Ministério do Desenvolvimento Rural do Estado de Nayarit, que foram contatados para convidá-los a participar do projeto. A análise foi realizada em areias e cascalhos de  $\frac{3}{4}$  ", além de um projeto de concreto com os resultados obtidos para verificar o comportamento dos materiais em sua forma final.

**Palavras-chave:** bancos materiais; Análise de cascalho; Análise de arenas; Projeto de concreto.

**1. Introducción.** – La construcción en general depende de manera básica de un elemento, el concreto. Éste puede tener muchas variantes en sus propiedades físicas y mecánicas, sin embargo, en todo momento debe cumplir los estándares de calidad que marca la normatividad aplicable. De acuerdo con Guzmán Reyes [1], se requiere conocer las características físicas y mecánicas que los materiales de construcción presentan tanto individualmente como formando parte de una masa de concreto o asfalto.

Nuestra investigación plantea realizar un estudio de las características que tienen los agregados pétreos de los diversos bancos de materiales disponibles en las ciudades de Tepic y Xalisco, Nayarit, que conforman la zona metropolitana conurbada en la que se asienta la capital del estado. Su finalidad es determinar las propiedades de los materiales que se generan en los principales bancos de materiales y que se utilizan de manera sistemática en la construcción en dichas ciudades, para comparar los resultados de los diferentes agregados y su comportamiento en la fabricación del concreto.

Para ello, existen una serie de normas y especificaciones que aplican en el tema a tratar, las cuales son expedidas por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C. (ONNCCE). Éstas abarcan la gran mayoría de los temas a tratar en la construcción, y en este artículo nos referiremos a ellas como el modelo a seguir para el cumplimiento de los procedimientos a aplicar a los materiales a estudiar.

**1.1. Justificación.** - Como institución de educación superior, es necesario para el Instituto Tecnológico de Tepic vincularse con el medio en el que se encuentra. En la industria de la construcción los materiales pétreos son insumos primordiales tanto para la fabricación de morteros como para concretos, los cuales son materiales que son de uso común en cualquier construcción.

Es conveniente conocer las características de los materiales disponibles en el mercado de la construcción, ya que depende de ello para el cumplimiento de las normas aplicables y para el correcto diseño, elaboración, colocación, acabado y curado de los morteros y concretos, con la finalidad de poder utilizarlos de manera correcta y asegurar la estabilidad estructural de las construcciones.

Cuando se realizó la investigación, en el año 2019, no había un estudio que asegure que los materiales pétreos disponibles en las ciudades de Tepic y Xalisco, Nayarit, cumplan con la normatividad, ni existe una guía que le indique a los constructores las posibles proporciones que deben utilizar para la fabricación de concreto de acuerdo al banco de materiales de donde hayan obtenido sus insumos. Sólo es posible asumir que, en honor a su ética y profesionalismo, los proveedores de concreto premezclado cuentan con los estudios y análisis correspondientes, los cuales les deben asegurar la calidad con que debe proveer sus productos y servicios.

Esto hace necesario que se desarrolle un estudio que determine las características de los materiales pétreos disponibles en la región, ofreciendo esta información de manera pública para que pueda ser utilizada por las diferentes compañías y constructores en el desarrollo de sus proyectos.

**1.2. Descripción del problema.** - La propuesta de la investigación es la caracterización de los materiales pétreos que proveen los diferentes bancos de materiales de la región, con la finalidad de determinar las características físicas y mecánicas de los materiales y su comportamiento en el diseño del concreto para la construcción de edificaciones e infraestructura.

Se busca generar esta información con la finalidad de cerciorarnos de la calidad de los materiales disponibles en las ciudades de Tepic y Xalisco, Nayarit, y ponerla a disposición del público y en especial del gremio de la construcción para difundir este conocimiento.

**1.3. Objetivo General.** - Realizar un estudio que determine las características de los diferentes materiales pétreos disponibles en las ciudades de Tepic y Xalisco, Nayarit, determinando sus características físicas y mecánicas, así como la verificación de las proporciones adecuadas para la fabricación de concretos y morteros para facilitar el cumplimiento de las especificaciones de construcción de las edificaciones y su seguridad estructural en lo que corresponde a la resistencia de los concretos utilizados.

**2. Marco Teórico.** – Las normas que aplican en la construcción son emitidas por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. Las que aplicaremos en el desarrollo de este proyecto se listan en la tabla 1:

No.	Clave	Título
1	NMX-C-030-ONNCCE-2004	Industria de la Construcción - Agregados – Muestreo [2]
2	NMX-C-073-ONNCCE-2004	Industria de la Construcción – Agregados – Masa Volumétrica – Método de Prueba [3]
3	NMX-C-077-1997-ONNCCE	Industria de la Construcción - Agregados para Concreto - Análisis Granulométrico - Método de Prueba
4	NMX-C-083-ONNCCE-2014	Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes – Método de Ensayo [4]
5	NMX-C-084-ONNCCE-2006	Industria de la Construcción – Agregados para Concreto – Partículas más finas que la criba 0.075 mm (No. 200) – Método de Prueba [5]
6	NMC-C-088-ONNCCE-1997	Industria de la Construcción – Agregados – Determinación de impurezas orgánicas en el agregado fino [6]
7	NMC-C-109-ONNCCE-2013	Industria de la Construcción – Concreto Hidráulico – Cabeceo de Especímenes [7]
8	NMX-C-111-ONNCCE-2014	Industria de la Construcción – Agregados para concreto hidráulico – Especificaciones y Métodos de Ensayo [8]
9	NMX-C-122-ONNCCE-2014	Industria de la Construcción – Agua para concreto – Especificaciones [9]
10	NMX-C-128-ONNCCE-2013	Industria de la Construcción – Concreto sometido a compresión – Determinación del Módulo de Elasticidad Estático y Relación de Poisson [10]
11	NMX-C-156-ONNCCE-2010	Industria de la Construcción – Concreto Hidráulico – Determinación del revenimiento en el concreto fresco [11]
12	NMX-C-159-ONNCCE-2004	Industria de la Construcción – Concreto – Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio [12]
13	NMX-C-161-ONNCCE-2013	Industria de la Construcción – Concreto fresco – Muestreo [13]

No.	Clave	Título
14	NMC-C-164-ONNCCE-2004	Industria de la Construcción – Agregados – Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado grueso [14]
15	NMX-C-165-ONNCCE-2014	Industria de la Construcción – Agregados – Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado fino – Método de ensayo [15]
16	NMX-C-166-ONNCCE-2006	Industria de la Construcción – Agregados – Contenido de agua por secado – Método de prueba [16]
17	NMX-C-170-ONNCCE-1997	Industria de la Construcción – Agregados – Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas [17]
18	NMX-C-196-ONNCCE-2010	Industria de la Construcción – Agregados – Determinación de la resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Angeles [18]

*Tabla 1 - Normatividad empleada en la investigación*

Esta metodología es similar a la que declara Aguilar Rivero [19] en un estudio similar de caracterización de agregados en Valladolid, Yucatán. El procedo consiste en la identificación de los bancos de materiales, realizar la recolección de las muestras de acuerdo con la normativa establecida en NMX-C-030-ONNCCE-2004 [2] y proceder a realizar las diferentes pruebas para la determinación de las propiedades mecánicas de los materiales.

En nuestra investigación realizamos adicionalmente el diseño de mezclas de concreto para verificar que los productos que generaban los bancos de materiales pétreos pudieran ser usados para la elaboración de concreto y verificar sus resultados.

Otros trabajos similares fueron hechos por García Zenteno [20], quien realizó un estudio de la calidad de la arena de los bancos Acajete, Derrumbadas, La Letra, Thome y Miravalles, cercanas a la ciudad de Puebla. De manera similar a lo mencionado anteriormente, se aplicaron las normativas elaboradas por el ACI y el ONNCCE para la determinación de las características de la arena de dichos bancos de materiales.

En el ámbito internacional, por ejemplo, en Nicaragua se han desarrollado estudios similares como tesis para la obtención de título de Ingeniería Civil, tal como el que realizaron Picado Arce, Amaya Guzmán y Sandoval Fúnez, denominada “Análisis de Calidad de la Arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce Las Marías – Cauce Río Coco” [21]. Ellos aplicaron las normas ASTM, las cuales marcan los lineamientos a nivel internacional y que sirven de base para las usadas en México.

**3. Metodología.** – El proyecto inició con la determinación del padrón de proveedores de materiales para construcción, relacionándolos con los bancos de materiales pétreos que utilicen para su comercialización. Se procedió a realizar una serie de visitas a cada uno de ellos para exponerles el proyecto e invitarlos a participar del proceso de investigación, ofreciéndoles de manera directa y confidencial los resultados de los análisis a los materiales que distribuyen.

Posteriormente se obtuvieron de las pilas de cada banco de materiales participante, las muestras representativas de los agregados grueso y fino, de acuerdo con lo establecido en la norma NMX-C-030-ONNCCE-2004, para ser trasladados al Laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto

Tecnológico de Tepic y posteriormente realizarles las pruebas de laboratorio correspondiente. El análisis de los materiales se realizará con respecto a la arena y la grava, determinando los siguientes datos:

- Reducción de la muestra: consiste en la reducción de la muestra obtenida en campo hasta el tamaño apropiado para la prueba, empleando en cada caso una técnica para minimizar las variaciones en características medibles entre la muestra probada y la muestra de campo. Norma por aplicar: NMX-C-170-ONNCCE-1997. [17]
- Masa volumétrica: es la determinación de la masa del material por unidad de volumen, siendo el volumen el ocupado por el material en un recipiente especificado, de acuerdo con lo especificado en la norma NMX-C-073-ONNCCE-2004 [3]
- Determinación de las partículas más finas de la criba 0.075 mm (No. 200): Las partículas de arcillas y otras que se disgregan por el agua de lavado y las que son solubles en el agua son separadas de esta prueba. Norma a aplicar: NMX-C-084-ONNCCE-2006 [5]
- Determinación de las impurezas en el agregado fino: determinación aproximada de la presencia de materia orgánica dañina en agregados finos que se usan para la fabricación de morteros o concretos de cemento hidráulico. Norma a aplicar NMX-C-088-1997-ONNCCE [6]
- Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado grueso mediante la Norma NMX-C-164-ONNCCE-2014 [14]
- Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado fino de acuerdo a la Norma NMX-C-165-ONNCCE-2014 [15]
- Determinación de contenido de agua por secado de acuerdo a la Norma NMX-C-166-ONNCCE-2006 [16]
- Comparación de las propiedades determinadas mediante las pruebas descritas con las especificaciones de los agregados pétreos de la Norma NMX-C-111-ONNCCE-2014 [8]

Por otra parte, para cada uno de los bancos de materiales, se desarrollaron, utilizando los resultados de las pruebas anteriores, el diseño de las mezclas de acuerdo con el método del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto contenido en su documento proporcionamiento de mezclas. Concreto normal, pesado y masivo ACI 211.1 y con las proporciones para la elaboración de concreto en diferentes resistencias, a saber, 150, 200 y 250 kg/cm<sup>2</sup>, se realizaron las pruebas al concreto en estado fresco, y se colaron especímenes cilíndricos que se curaron en laboratorio para después determinar las resistencias logradas, aplicando los siguientes procedimientos:

- Determinación del revenimiento en el concreto fresco mediante la Norma NMX-C-156-ONNCCE-2010 [11]
- Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio de acuerdo con la Norma NMX-C-159-ONNCCE-2004 [12]
- Cabeceo de especímenes para la prueba de la resistencia a la compresión de acuerdo con la norma NMX-C-109-ONNCCE-2013 [7]
- Determinación de la resistencia a la compresión para especímenes de concreto, de acuerdo con la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014 [4]

Posteriormente se realizaron los análisis de los resultados de las pruebas a compresión de los especímenes de concreto para determinar la factibilidad del uso de los agregados en la construcción. Estos resultados se darán a conocer mediante la participación en congresos académicos y eventos similares, a los bancos de materiales participantes, además de la publicación de resultados en artículos de revistas afines al tema. También se darán a conocer los resultados al

Colegio de Ingenieros Civiles y al Colegio de Arquitectos del Estado de Nayarit, así como a la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, para su conocimiento y posterior toma de decisiones en el desarrollo de sus proyectos.

**3. Resultados.** – Se contactó a la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Nayarit para solicitar el padrón de bancos de materiales registrados, de donde se obtuvieron los nombres de los concesionarios de las minas y los datos de contacto. De las 23 minas registradas, algunas no estaban produciendo materiales, estaban temporalmente cerradas o bien se enfocaban a la explotación de otro tipo de materiales, como minas de jal. Al contactarlas directamente, se obtuvo la aceptación de 4 productores de materiales pétreos para su participación en el proyecto.

Posteriormente se procedió a realizar la visita de obtención de muestras, previa cita, mediante la cual se obtuvo el material necesario para poder realizar las pruebas a las arenas y a las gravas. Posteriormente se realizó el diseño del concreto para confirmar el comportamiento de los materiales en la producción de concreto.

Las gráficas muestran los límites inferior y superior que son aceptables de acuerdo con la normatividad aplicable, en cada una de ellas se agrega la línea que corresponde a los resultados del análisis de los materiales de arena y grava según corresponde, pudiendo observar las desviaciones que surgen del análisis de los materiales recolectados en los bancos de materiales.

A continuación, se presentan los resultados de las granulometrías de arenas y gravas, así como los resultados de las pruebas de concreto.

### Banco de materiales “La Bendición”

**Prueba granulométrica de arena**

Fecha: 07/10/2020  
Masa inicial de la muestra: 506.7

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	0	0.00%	0%	100%
#4	11.7	2.32%	2%	98%
#8	139.05	27.52%	30%	70%
#16	121.1	23.97%	54%	46%
#30	56.3	11.14%	65%	35%
#50	47.3	9.36%	74%	26%
#100	52.8	10.45%	85%	15%
Charola	77	15.24%	100%	0%
<b>Suma:</b>	505.25			
<b>Error:</b>	1.45	0.286%		

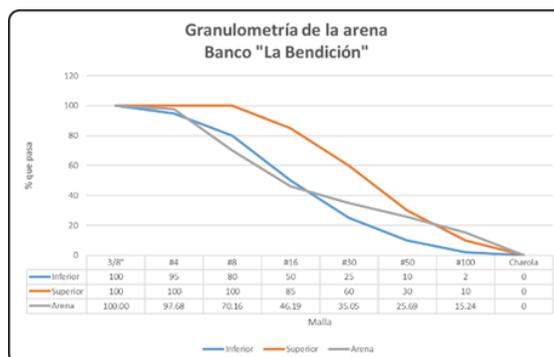


Figura I. Resultados de la prueba granulométrica de arena del banco La Bendición.

**Prueba granulométrica de grava**

Fecha: 07/10/2020  
 Masa inicial de la muestra: 6615

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
1"	35	0.53%	1%	99%
3/4"	235	3.57%	4%	96%
1/2"	2680	40.70%	44%	56%
3/8"	1205	18.30%	63%	37%
1/4"	1815	27.56%	90%	10%
#4	160	2.43%	93%	7%
Charola	455	6.91%	99%	1%

Suma: 6585  
 Error: 30 0.454%

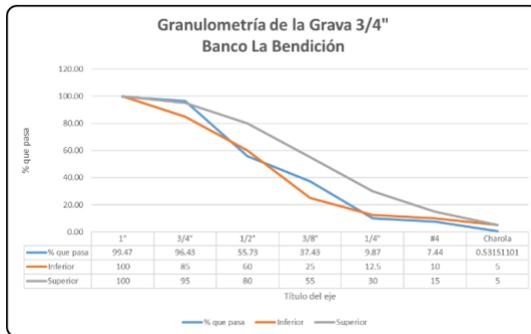


Figura II. Resultados de la prueba granulométrica de grava 3/4'' del banco La Bendición.

Se observa que los resultados de la granulometría de la arena están un poco fuera de rango con mayor contenido de finos de los que establece la norma. La granulometría de la grava está muy próxima a la establecida por la norma, habiendo pocas diferencias en algunos puntos, pero con una granulometría aceptable.

Para el análisis del comportamiento de los materiales al ser usados como agregados en la fabricación del concreto, se realizó el diseño de una mezcla de concreto con valor de  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup>, y se realizó el análisis del comportamiento de los cilindros de muestras obtenidos, cuyos resultados se muestran en las gráficas correspondientes, así como la interpretación de los resultados.

Fecha de Colado 20/10/2020  
 Fecha de desmoldado 21/10/2020  
 Revenimiento 19  
 Área cilindro 176.715

No Pieza	Fecha prueba	Días	Carga en Kilos	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	17/11/2020	28	23,190	131.23
2	17/11/2020	28	23,820	134.79
3	17/11/2020	28	22,200	125.63
4	17/11/2020	28	25,160	142.38
5	03/11/2020	14	20,340	115.10
6	03/11/2020	14	18,380	104.01
7	27/10/2020	7	16,140	91.33
8	27/10/2020	7	15,200	86.01
9	23/10/2020	3	9,780	55.34
10	23/10/2020	3	8,780	49.68

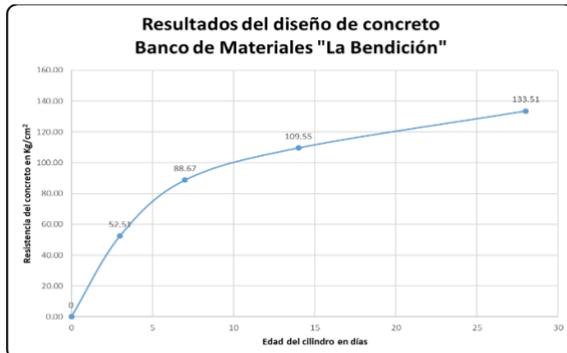


Figura III. Resultados de la prueba de concretos del banco La Bendición.

El concreto diseñado muestra un corto cumplimiento a lo esperado, se requieren mayor cantidad de pruebas para validar si los materiales son aceptables para la elaboración de concretos.

**Banco de Materiales “Santa Rita”**

**Prueba granulométrica de arena**  
 Fecha: 07/10/2020  
 Masa inicial de la muestra: 550

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	0	0.00%	0%	100%
#4	9.3	1.70%	2%	98%
#8	145.4	26.58%	28%	72%
#16	125.7	22.98%	51%	49%
#30	62.6	11.44%	63%	37%
#50	54.8	10.02%	73%	27%
#100	64	11.70%	84%	16%
Charola	85.2	15.58%	100%	0%
Suma:	547			
Error:	3	0.545%		

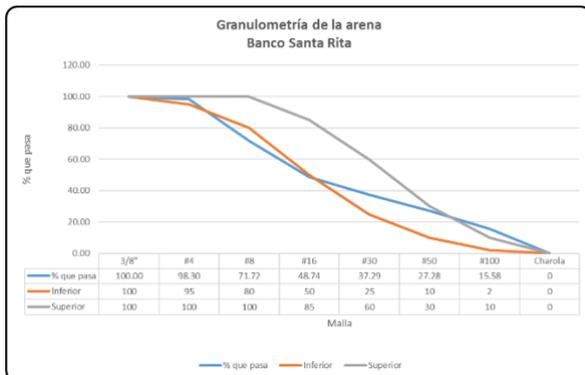


Figura IV. Resultados de la prueba granulométrica de arena del banco Santa Rita.

La arena recolectada de este banco muestra una composición granulométrica que no se apega por completo a lo especificado por la norma aplicable. Las partículas gruesas están un poco debajo de lo que marca la norma y las partículas finas sobrepasan dichos límites deseables. Se requeriría una revisión del proceso de producción para la mejora del material y que se apegue con mayor eficacia a lo esperado.

**Prueba granulométrica de grava**  
 Fecha: 12/10/2020  
 Masa inicial de la muestra: 6735

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
1"	0	0.00%	0%	100%
3/4"	595	8.84%	9%	91%
1/2"	3465	51.49%	60%	40%
3/8"	1025	15.23%	76%	24%
1/4"	1200	17.83%	93%	7%
#4	170	2.53%	96%	4%
Charola	275	4.09%	100%	0%
Suma:	6730			
Error:	5	0.074%		

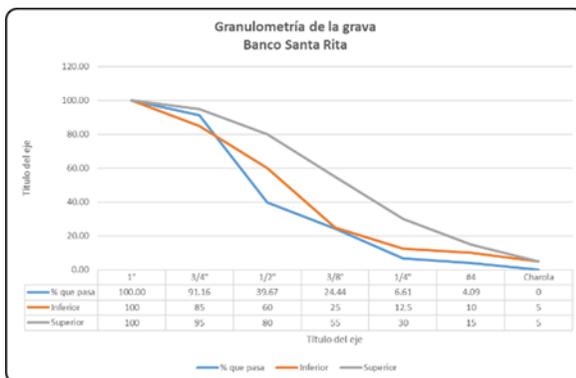


Figura V. Resultados de la prueba granulométrica de grava 3/4" del banco Santa Rita.

En el caso de la grava, la distribución de las partículas que la componen se encuentran en su gran mayoría por debajo de los límites que marca la norma, lo que indica que es necesaria una revisión a detalle del proceso de fabricación y de trituración del material para mejorar su calidad

Fecha de Colado	27/10/2020	
Fecha de desmoldado	28/10/2020	
Revenimiento	14	
Área cilindro	176.715	

No Pieza	Fecha prueba	Días	Carga en Kilos	F'c (Kg/cm2)
11	24/11/2020	28	41000	232.01
12	24/11/2020	28	41000	232.01
13	24/11/2020	28	41250	233.43
14	10/11/2020	14	30330	171.63
15	10/11/2020	14	28880	163.43
16	24/11/2020	28	42500	240.50
17	03/11/2020	7	27390	155.00
18	03/11/2020	7	24230	137.11
19	30/10/2020	3	19930	112.78
20	30/10/2020	3	16370	92.64

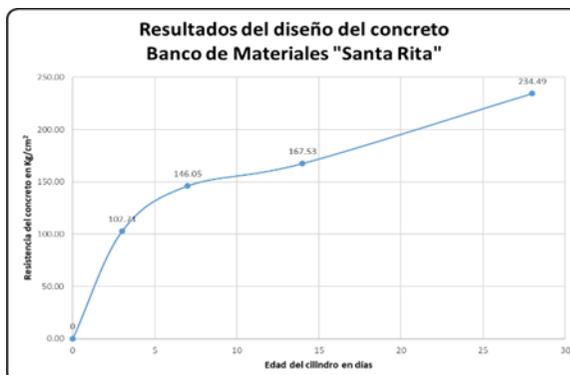


Figura VI. Resultados de la prueba de concretos del banco Santa Rita.

La granulometría de la arena es aceptable, aunque tiene una cantidad de finos un poco mayor a lo recomendable. Sus gravas no se encuentran bien graduadas por lo que se requerirían ajustes en su producción. El concreto contó con muy buen desempeño en los resultados de su diseño y elaboración.

### Banco de Materiales “Cladimaco”

**Prueba granulométrica de arena**

Fecha: 07/10/2020  
Masa inicial de la muestra: 555

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	0	0.00%	0%	100%
#4	0	0.00%	0%	100%
#8	95.5	17.26%	17%	83%
#16	121.6	21.98%	39%	61%
#30	99	17.89%	57%	43%
#50	61.3	11.08%	68%	32%
#100	78	14.10%	82%	18%
Charola	97.9	17.69%	100%	0%

Suma: 553.3  
Error: 1.7 0.306%

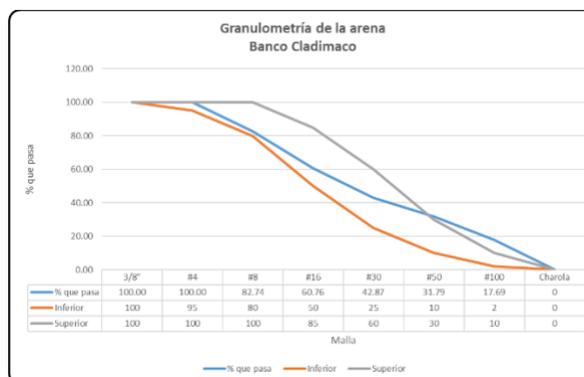


Figura VII. Resultados de la prueba granulométrica de arena del banco “Cladimaco”.

El material de arena que produce este banco tiene una buena distribución de sus partículas, pudiendo mejorar un poco en lo que se refiere a los materiales finos de la misma, que se encuentran un poco por arriba de lo recomendado.

**Prueba granulométrica de grava**

Fecha: 12/10/2020  
 Masa inicial de la muestra: 5100

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
1"	80	1.57%	2%	98%
3/4"	825	16.22%	16%	84%
1/2"	2340	46.02%	62%	38%
3/8"	950	18.68%	81%	19%
1/4"	710	13.96%	95%	5%
#4	70	1.38%	96%	4%
Charola	110	2.16%	98%	2%

Suma: 5085  
 Error: 15 0.294%

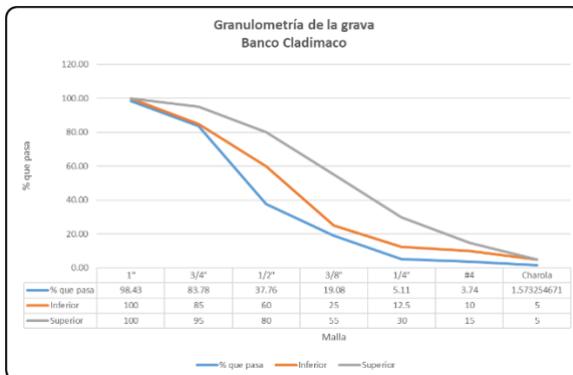


Figura VIII. Resultados de la prueba granulométrica de grava 3/4" del banco "Cladimaco".

El material de la grava se encuentra definitivamente por debajo de la distribución deseable, lo que indica que se requiere una revisión del proceso de producción.

Fecha de Colado: 09/11/2020  
 Fecha de desmoldado: 10/11/2020  
 Revenimiento: 14  
 Área cilindro: 176.715

No Pieza	Fecha prueba	Días	Carga en Kilos	F'c (Kg/cm2)
21	08/12/2020	29	29340	166.03
22	08/12/2020	29	29990	169.71
23	08/12/2020	29	27810	157.37
24	08/12/2020	29	28500	161.28
25	24/11/2020	15	25660	145.21
26	24/11/2020	15	22820	129.13
27	17/11/2020	8	18700	105.82
28	17/11/2020	8	19820	112.16
29	12/11/2020	3	11010	62.30
30	12/11/2020	3	10480	59.30

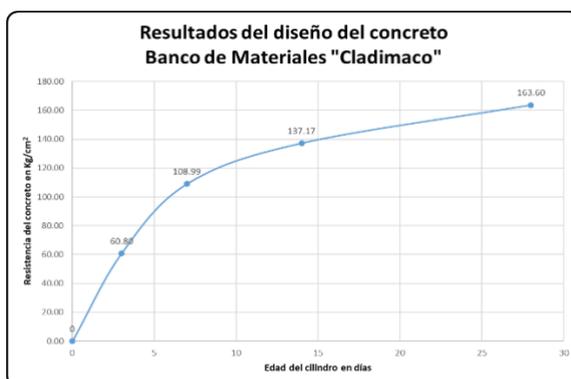


Figura IX. Resultados de la prueba de concretos del banco "Cladimaco".

Es el banco que da mejores resultados en la arena, aunque sus gravas están un poco debajo de los niveles recomendados. El concreto diseñado dio baja resistencia por lo que se requieren estudios para realizar ajustes en este tipo de materiales.

**Banco de Materiales "La Repisa"**

**Prueba granulométrica de arena**

Fecha: 04/11/2020  
 Masa inicial de la muestra: 610

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	0	0.00%	0%	100%
#4	77.5	12.73%	13%	87%
#8	172.1	28.27%	41%	59%
#16	118.5	19.47%	60%	40%
#30	50.4	8.28%	69%	31%
#50	79	12.98%	82%	18%
#100	47.2	7.75%	89%	11%
Charola	64	10.51%	100%	0%

Suma: 608.7  
 Error: 1.3 0.213%

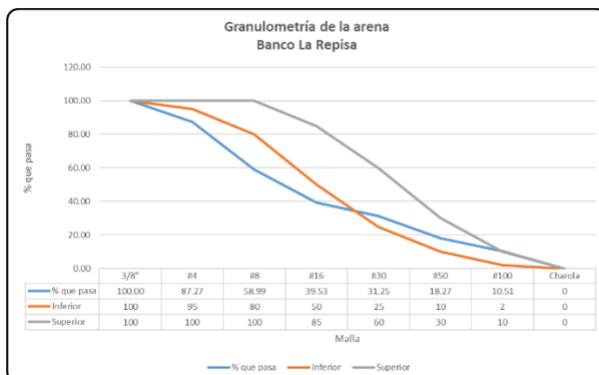


Figura X. Resultados de la prueba granulométrica de arena del banco "La Repisa".

Las partículas gruesas de la arena del banco “La Repisa” son bajas, y las partículas finas se pegan bien a lo que marca la normatividad. Es una arena que puede ser mejorada pero es de las que se puede esperar un mejor comportamiento en el uso común de la fabricación de concreto.

**Prueba granulométrica de grava**

Fecha: 12/10/2020  
Masa inicial de la muestra: 6095

Malla	Retenido Gramos	Retenido %	Retenido Acumulado	% que pasa
1"	555	9.12%	9%	91%
3/4"	785	12.90%	13%	87%
1/2"	1710	28.10%	41%	59%
3/8"	835	13.72%	55%	45%
1/4"	1180	19.39%	74%	26%
#4	375	6.16%	80%	20%
Charola	645	10.60%	91%	9%
<b>Suma:</b>	<b>6085</b>			
<b>Error:</b>	<b>10</b>	<b>0.164%</b>		

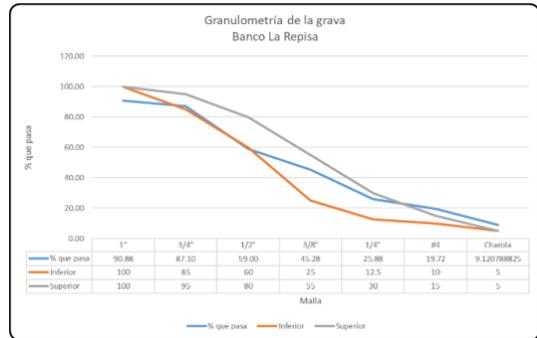


Figura XI. Resultados de la prueba granulométrica de grava 3/4" del banco “La Repisa”.

Las gravas que produce este banco de materiales se apegan bastante bien a lo esperado, por lo que se puede determinar que su método de producción da buenos resultados.

Fecha de Colado: 09/11/2020  
Fecha de desmoldado: 10/11/2020  
Revenimiento: 12  
Área cilindro: 176.715

No Pieza	Fecha prueba	Días	Carga en Kilos	F'c (Kg/cm2)
31	08/12/2020	29	24,320	137.62
32	08/12/2020	29	26,970	152.62
33	08/12/2020	29	26,620	150.64
34	08/12/2020	29	24,220	137.06
35	24/11/2020	15	21,170	119.80
36	24/11/2020	15	20,360	115.21
37	17/11/2020	8	12,150	68.75
38	17/11/2020	8	14,580	82.51
39	12/11/2020	3	8,330	47.14
40	12/11/2020	3	8,810	49.85

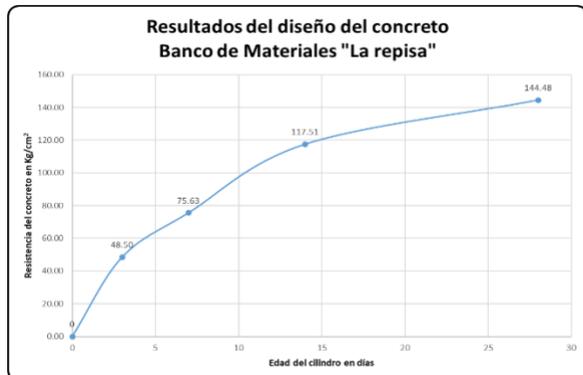


Figura XII. Resultados de la prueba granulométrica de concreto del banco “La Repisa”.

Se aprecian materiales con una graduación aceptable, sin embargo, los resultados del concreto son deficientes, lo que hace ver que se requieren más estudios para establecer su comportamiento como materiales para concreto. Cabe mencionar que el mayor giro de este banco es la producción para materiales para concreto asfáltico.

Las comparaciones de los resultados de las pruebas de concreto se muestran en la figura XIII, donde se aprecian los resultados obtenidos en los diseños con los diferentes materiales.

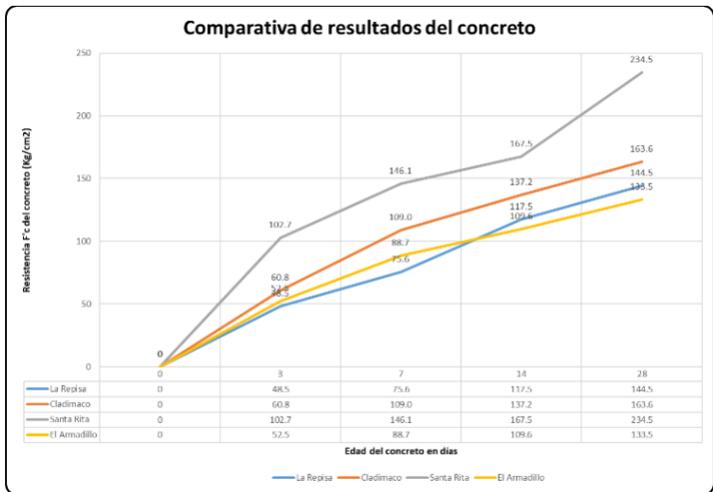


Figura XIII. Gráfica comparativa de los resultados de las pruebas de concreto con los materiales de los diferentes bancos.

**4. Conclusiones.** - Cada uno de los bancos analizados cuentan con una producción de materiales que requieren ser continuamente revisados para asegurar que cumplan con la normatividad aplicable para cada tipo de material.

Se hace notoria la necesidad de que se establezcan mejores controles de calidad en la producción de materiales pétreos, con la finalidad de que sus productos se apeguen a la normatividad aplicable. A partir de esta investigación, se puede proponer a los diferentes bancos un servicio de apoyo independiente para incrementar sus controles de producción, por lo que se entregarán reportes a cada uno de los bancos que amablemente participaron en el desarrollo de esta investigación para realizar la propuesta correspondiente, una vez que las condiciones de la pandemia lo permitan.

En cuanto a las metas propuestas con relación a la producción académica, se logró la participación de 6 alumnos con la realización de su Residencia Profesional, lo cual hará que esta investigación incida en una mejor preparación para dichos alumnos en el área de análisis de laboratorios de la carrera de Ingeniería Civil.

## 5. Referencias

- [1] A. R. Guzmán Reyes, M. V. Zambrano Gómez y M. d. J. Zaval de Gómez, «Análisis de Calidad Físico y Mecánico de los agregados pétreos para concreto, de los principales bancos de materiales de la zona oriental de El Salvador,» Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria Oriental, 2014.
- [2] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción, S.C., *NMX-C-030-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción - Agregados - Muestreo*, México: ONNCCE, 2004.
- [3] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-073-ONNCCE-2004*, 2004.
- [4] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-083-ONNCCE-2014 Industria de la Construcción - Concreto - Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes - Método de Ensayo*, 2014.
- [5] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-084-ONNCCE-2006 Industria de la Construcción - Agregados para concreto - Partículas más finas que la criba 0.075 mm (No. 200) por medio de lavado - Método de Prueba*, 2006.
- [6] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-088-1997-ONNCCE Industria de la Construcción - Agregados - Dterminación de impurezas orgánicas en el agregado fino*, México, 1997.
- [7] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-109-ONNCCE-2013 Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Cabeceo de especímenes*, México, 2013.
- [8] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-111-ONNCCE-2014 Industria de la Construcción - Agregados para concreto hidráulico - Especificaciones y Métodos de Ensayo*, México, 2014.
- [9] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-122-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción - Agua para concreto - Especificaciones*, México, 2004.
- [10] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-128-ONNCCE-2013 Industria de la Construcción - Concreto sometido a compresión - Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson*, México, 2013.
- [11] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-156-ONNCCE-2010 Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Determinación del revenimiento en el concreto fresco*, México, 2010.
- [12] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-159-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción - Concreto - Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio*, México, 2004.
- [13] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-161-ONNCCE-2013 Industria de la construcción - Concreto fresco - Muestreo*, México, 2013.
- [14] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-164-ONNCCE-2014 Industria de la Construcción - Agregados - Determinación de la densidad relativa y absorción del agua del agregado grueso*, México, 2014.
- [15] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-165-ONNCCE-2014 Industria de la CONstrucción - Agregados - Determinación de la densidad relativa y absorción del agua del agregado fino - Método de Ensayo*, México, 2014.
- [16] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-166-ONNCCE-2006 Industria de la Construcción - Agregados - Contenido de agua por secado - Método de prueba*, México, 2006.

- [17] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-170-1997-ONNCCE Industria de la Construcción - Agregados - Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas*, México, 1997.
- [18] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C., *NMX-C-196-ONNCCE-2010 Industria de la Construcción - Agregados - Determinación de la resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de Los Ángeles*, México, 2010.
- [19] L. G. Aguilar Rivero, D. A. Loria Arjona y S. G. Kaul Uc, «Caracterización de agregados calizos para la elaboración de concreto en Valladolid, Yucatán,» *Ava Cient*, vol. VII, n° 2, pp. 115-123, Diciembre 2019.
- [20] E. García Zenteno, *Calidad de Arena para Concreto hidráulico en cinco bancos de materiales del municipio de Puebla*, Febrero, Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2020.
- [21] E. A. Picado Arce, J. G. Amaya Guzmán y O. R. Sandoval Fúnez, *ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA ARENA PARA CONCRETO DE LOS BANCOS DE MATERIALES CERRO MOTASTEPE - CAUCE LAS MARIAS - CAUCE RÍO COCO. PERIODO JULIO A DICIEMBRE DE 2022*, León: Universidad e Ciencias Comerciales, Coordinación de Ingenierías, 2022.

**Nota contribución de los autores:**

1. Concepción y diseño del estudio
2. Adquisición de datos
3. Análisis de datos
4. Discusión de los resultados
5. Redacción del manuscrito
6. Aprobación de la versión final del manuscrito

CAHC ha contribuido en: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

FTM ha contribuido en: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

FAC ha contribuido en: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

**Nota de aceptación:** Este artículo fue aprobado por los editores de la revista Dr. Rafael Sotelo y Mag. Ing. Fernando A. Hernández Goberti.