

Materiales regionales y su uso en la construcción en una colonia vulnerable de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Regional materials and their use in construction in a vulnerable colony of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i16.269>

NGUYEN MOLINA NARVÁEZ*

Universidad Autónoma de Chiapas, México. ORCID: 0000-0003-2049-4821

Correo electrónico: nguyen.molina@unach.mx

*Autor de correspondencia

EDDY GONZÁLEZ GARCÍA

Universidad Autónoma de Chiapas, México. ORCID: 0000-0002-7207-7600

Correo electrónico: eddy.gonzalez@unach.mx

Recepción: 13 de octubre de 2023 Aceptación: 21 de mayo de 2024

RESUMEN

En este trabajo se presenta la caracterización de los materiales regionales encontrados en la colonia Antorchista, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, por encontrarse en una situación vulnerable. Para ello se realizó un recorrido por la colonia y se determinaron tres bancos de materiales, con muestras de piedra y suelo. Los resultados fueron muy favorables, debido a que las muestras de piedra de todos los bancos cumplen con los requerimientos de la norma NMX-C-536-ONNCCE-2017, por lo cual es factible para su utilización en cimentaciones o en muros. En lo referente al tipo de suelo, se determinó que la muestra del banco número 3 presenta las mejores características, por ser una arena limosa (SM), lo que permitió hacer bloques de suelo (tierra), con la combinación del polvo de grava 5%, que se obtuvo a 3 km de la colonia de estudio, los cuales tuvieron una mejor resistencia a la compresión, a diferencia de otras mezclas (cal y cemento). Entre las limitaciones que se tuvieron estuvo que no se analizaron probetas a los 28 días para saber su resistencia final, debido a que las muestras superaban la resisten-

cia mínima que solicita la norma-Eo80 peruana para el diseño y la construcción de tierra reforzada. Por ello, después de realizada la investigación se concluye que los materiales encontrados en la región pueden ser utilizados en la construcción de viviendas.

Palabra clave: resistencia mecánica, piedra, clasificación de suelo, bloques de tierra, arena limosa

ABSTRACT

This work presents the characterization of the regional materials found in the Antorchista Colony of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, because it is in a vulnerable situation. For which a tour of the colony was carried out and thorasee banks of materials were determined, obtaining stone and soil samples. The results were very favorable because the stone samples from all the benches meet the requirements of the NMX-C-536-ONNCCE-2017 standard, making it feasible for use in foundations or walls. Regarding the type of soil, it is said that the sample from bank number 3 presents the best characteristics because it is a



silty sand (SM), which allowed making blocks of soil (earth), with the combination of gravel dust 5%, which was obtained at 3 km of the study colony, which had a better compressive strength unlike other mixtures (lime and cement). Among the limitations that were had was that specimens were not analyzed after 28 days, to know their final resistance, because the samples exceeded the minimum resistance requested by the Peruvian Standard-Eo80 for the Design and Construction of Reinforced Earth. Therefore, after having carried out the investigation, it is concluded that the materials found in the region can be used in the construction of homes.

Keywords: mechanical resistance, stone, soil classification, earth blocks, silty sand

INTRODUCCIÓN

La información del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2023), que da a conocer los resultados de la medición de la pobreza a escala nacional y por entidad federativa, para 2022, basándose en los lineamientos y criterios generales de la información de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2022, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), señala que en el periodo de 2018 a 2022, a escala nacional, el porcentaje de pobreza pasó del 41.9% al 36.3% de la población, lo que representó un cambio de 51.9 a 46.8 millones de personas a escala nacional y de pobreza extrema de 7.0% a 7.1% personas, que representan de 8.7 a 9.1 millones de personas en el mismo periodo evaluado (figura 1).

FIGURA 1

Porcentaje de la población en situación de pobreza, según la entidad federativa 2022



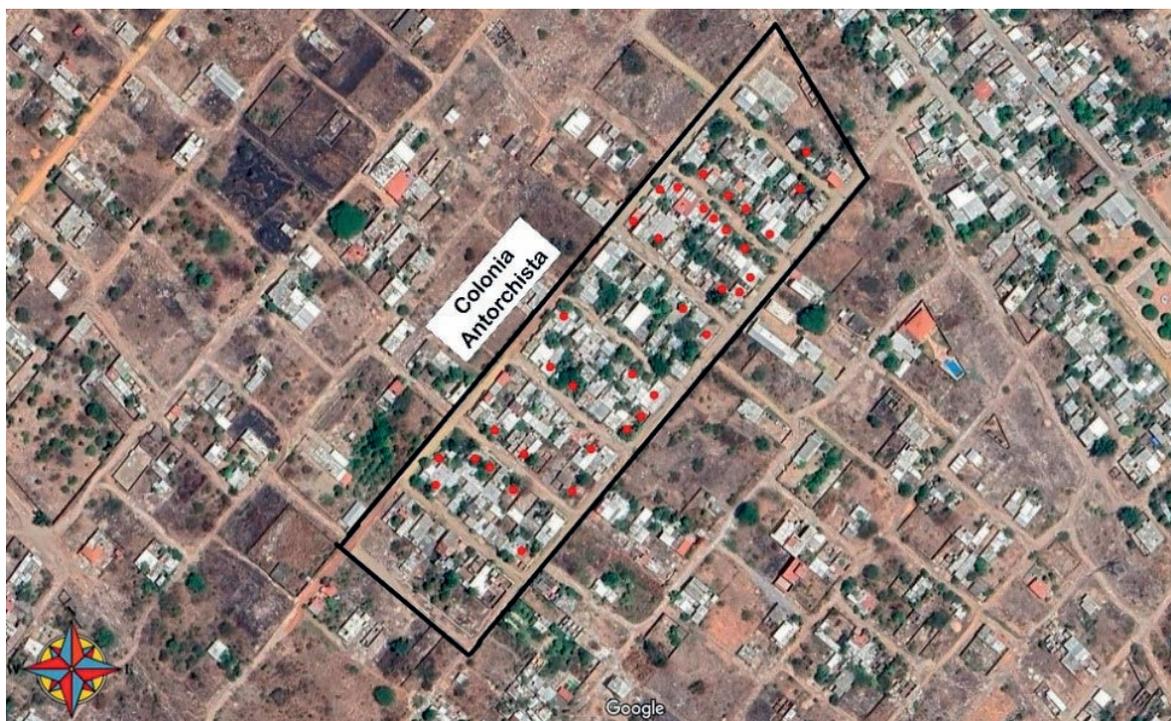
Fuente: Estimaciones del CONEVAL basadas en el ENIGH 2022 del INEGI.

En lo que a la carencia de vivienda se refiere, por calidad o por espacio, el CONEVAL señala que, a escala nacional, dentro del periodo 2018 y 2022 se registró del 11.0% al 9.1%, en términos poblacionales, lo que representa 13.6 y 11.7 millones de personas respectivamente. Las viviendas con hacinamiento son el 5.8% de la población que informó habitar en una vivienda donde habitan más de 2.5 personas por cuarto, lo que representa 7.4 millones de personas en esta situación. Chiapas obtuvo el mayor porcentaje de población en situación de pobreza en 2022, con el 67.4% de su población a escala nacional; en contraste la entidad con menor pobreza del país fue el estado de Baja California Sur con 13.3%. Chiapas ocupa el octavo lugar de viviendas particulares habitadas, con 1,351,023 a escala nacional, de las cuales el 41.8% cuenta con un solo dormitorio, 38.0% con dos, 14.7% con tres, 4.0% con cuatro y el 1.1% con cinco o más dormitorios. Los materiales más

comunes con que están construidas son: con piso de firme o cemento (73.8%), paredes de tabique, ladrillo, bloques, piedra, cemento o concreto (78.3%) y techos de concreto o viguetas con bovedilla (58.5%). En cuanto a los servicios con que cuentan las viviendas en el estado de Chiapas: el 52.4% dispone de agua entubada dentro de la vivienda, el 97.7% cuenta con energía eléctrica, y el 57.3% tiene drenaje conectado a la red, de las viviendas particulares habitadas cuentan con energía eléctrica el 65.9% de los cuales tienen de uno a cinco focos. Por tal motivo, para el desarrollo de este trabajo se tomó como caso de estudio la colonia Antorchista, ubicada en la parte nororiental de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (figura 2), a un costado de la colonia Plan Chiapas, del municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. La colonia fue fundada en 1999; anteriormente tenía el nombre de Otilio Montaña, pero, debido a que ya existía una colonia con ese nombre, hubo que cambiarlo.

FIGURA 2

Ubicación de la colonia Antorchista de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



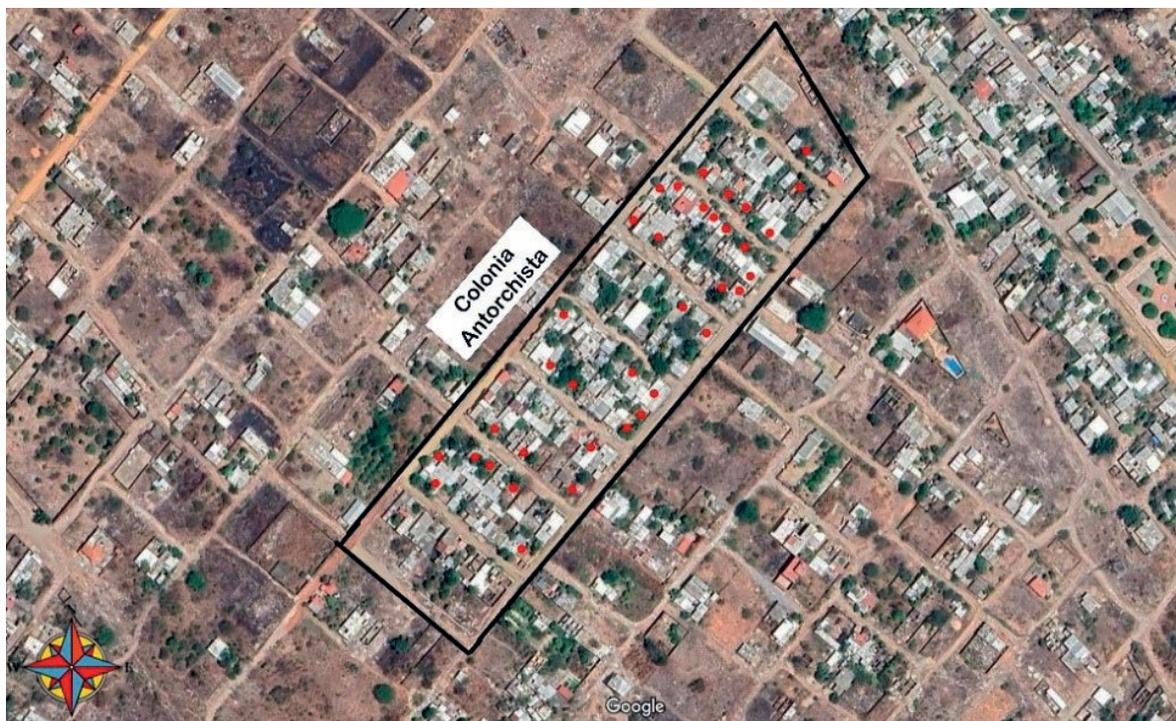
Fuente: Google earth, 2023.

La colonia Antorchista se sitúa en la periferia de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; surgió cuando un grupo de campesinos originarios de diversos municipios del estado se unieron y formaron la Organización Campesina Obrero Magisterial Popular Estudiantil (OCOMPE), del municipio de Chiapa de Corzo, con la intención de que las personas que no tuvieran donde vivir se asentaran en la colonia Otilio Montaña de Chiapa de Corzo. Sin embargo, surgieron conflictos entre los pobladores, hasta el grado de separarse cien familias, las que pidieron apoyo al representante estatal de Antorcha Campesina; después de varios meses, el gobierno les ofreció el recurso para la compra de un terreno, con la condición de que ellas lo buscaran. El terreno comprado tiene una extensión territorial de tres hectáreas, y el uso de suelo es ejidal. Según el censo de población realizado por el INEGI en 2020, la colonia cuenta con una población de 363 personas, de

las cuales el 47.66% es femenino y el 52.34% es masculino. En lo que a las viviendas se refiere, se tienen registradas 108, de las cuales 99 se encuentran habitadas y tres no lo están. De las 99 viviendas habitadas, el 7.07% cuenta con tres o más ocupantes por cuarto; el 98.99% de las viviendas cuenta con energía eléctrica y drenaje, y el 96.97% con servicio sanitario; el 6.06% tiene piso de tierra. Se cuenta con transporte público; según la imagen satelital del inventario nacional de vivienda, se contabilizaron 36 viviendas (figura 3) construidas con materiales precarios o mal construidos, como láminas de cartón o zinc, tablas de madera, materiales de reúso, etc., y el techo de lámina (figuras 4 a 6). Las calles son de terracería lo que provoca el difícil acceso en alguna de ellas, tanto para los vehículos como para los peatones, debido a que las piedras que se encuentran en el camino dificultan su tránsito.

FIGURA 3

Ubicación de viviendas precarias



Fuente: Elaboración propia a partir de la imagen de Google earth 2023.

FIGURAS 4 A 6
Viviendas precarias



Fuente: Elaboración propia 2023.

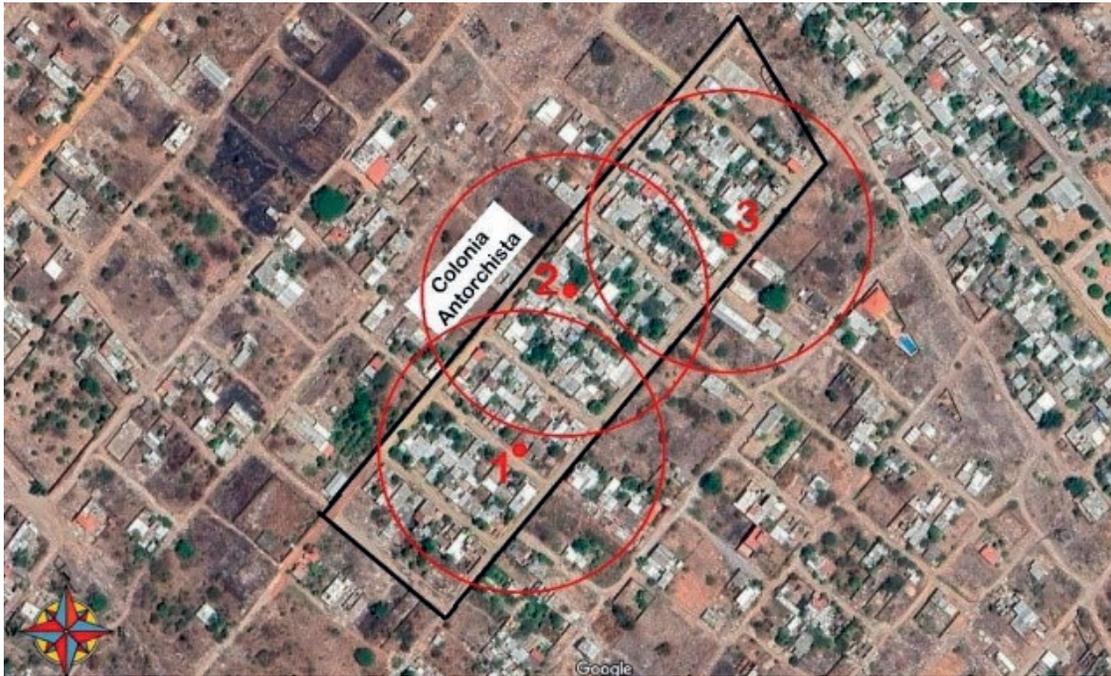
En cuanto a los materiales regionales, se puede decir que son aquellos que se encuentran localmente en la región donde se llevará a cabo la construcción; son un reflejo de las características propias del lugar. Los materiales más comunes son: madera, piedra, suelo, fibras vegetales, entre otros. Ramírez Ponce (2008) señala que la arquitectura regional considera tres aspectos importantes, el respeto a la regionalidad cultural y la social, la adaptación que se realice de las obras por medio de la regionalización, y por último la forma y los materiales con que son construidas las obras arquitectónicas. También indica que existen dos tipos de arquitectura la vernácula y la apropiada, que actualmente es llamada arquitectura sustentable, cuya principal característica radica en la utilización racional de los recursos naturales, en especial los energéticos, con el fin de tener una conservación con vistas al futuro. Acosta (2019) indica que hay que diseñar bien desde el inicio; esto también se refiere a la propuesta de materiales. En ese sentido, los de menor impacto ambiental y económico son pre-

cisamente los materiales de la región. Además, Bedoya (2022) indica que “La arquitectura debe vestir del lugar”; es decir, que desde el diseño arquitectónico se deben proponer materiales que existen en el lugar de construcción o sus alrededores para mitigar el impacto ambiental por el uso de transporte. El Código de edificación de Vivienda (2017), recomendando el uso de materiales que sean abundantes, renovables y de impacto mínimo en el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colonia Antorchista tiene una extensión territorial de 3 ha, por lo cual se determinó ubicar tres bancos de materiales donde se pudieran extraer los recursos materiales sin que se afectara a los colonos, con el fin de determinar cuáles de ellos tienen las mejores cualidades físicas y mecánicas para poder ser utilizadas en la construcción de viviendas. De cada banco se extrajeron tres muestras de piedra y 50 kg de suelo (figura 7).

Figura 7
Ubicación de los 3 bancos de la colonia Antorchista de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Fuente: Elaboración propia a partir de la imagen de Google earth 2023.

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PIEDRAS

En lo que se refiere a las piedras, se extrajeron tres muestras de cada banco, de aproximadamente de 50 cm de diámetro; se limpiaron con un cepillo de cerdas metálicas para quitarles las impurezas que pudiera tener, y posteriormente se cortaron en forma de cubo de 10 cm (figura 8), como in-

dica la norma NMX-C-536-ONNCCE-2017; de cada espécimen se obtuvieron dos piezas; es decir, que de cada banco se adquirieron seis especímenes, tres de ellos para ser analizados paralelamente a sus ejes de formación y tres perpendicularmente, y para saber su resistencia a la compresión, así como para realizar las pruebas de porcentaje de absorción y densidad del espécimen.

FIGURA 8

Muestras de piedra cortada del banco número 1 para ser analizadas paralelamente a sus ejes de formación



Fuente: Elaboración propia.

El equipo usado para cortar las piedras fue una sierra de mampostería CC500MKL-II, de la marca Diamond Products, eléctrica de 1 PH, de 14" de diámetro (figura 9), y para las pruebas de resistencia a la compresión se empleó la prensa eléctrica digital con marco de compresión y flexión marca Elvec, modelo E 668-2 serial: 070824, equipada con bomba de válvula regulable de aplicación de carga y manómetro con resolución desde 1 kgf, unidades de medición en lbf, kN y kgf, configuración del tipo de muestra, con alcance de medición de 120,000 kgf (figura 10).

FIGURA 9

Sierra de mampostería



Fuente: Propia.

FIGURA 10

Prensa eléctrica digital



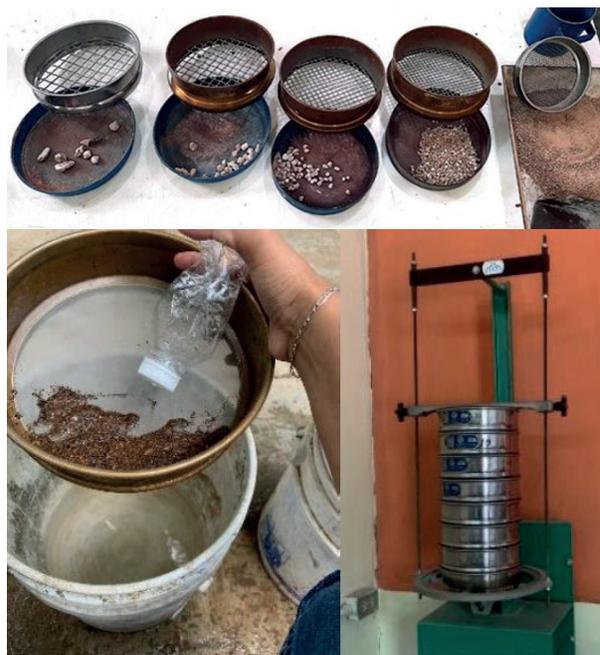
Fuente: Propia.

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DEL SUELO

La clasificación de suelos se realizó sobre la base del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) mediante el manual M-MMP-1-02/03, para clasificación de fragmentos de rocas y suelos, donde se especifica que los suelos tienen partículas menores de 7,5 cm (3"), y se determinan por su composición granulométrica, indicada en el manual M-MMP-1-06/03 (figura 11), y sus características de plasticidad, los cuales son obtenidos por los límites de consistencia determinado por el manual M-MMP-1-07/07 (figura 12).

FIGURA 11

Prueba de granulometría



Fuente: Propia.

FIGURA 12

Prueba de límites de consistencia



Fuente: Propia.

Para la clasificación de suelos se analizaron tres muestras de suelo de diferentes bancos dentro de la colonia, con el fin de determinar cuál de ellos presenta las mejores características y determinar la tecnología constructiva a utilizar en la propuesta de vivienda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó un total de dieciocho especímenes; de cada banco se obtuvieron seis piezas, y de ellas la mitad fue para estudiar su resistencia conforme a los ejes de formación, y la otra mitad paralela a ellas tal como lo indica la Norma NMX-C-536-ONNCCCE-2017. De acuerdo con la información que se presenta en las tablas 1 y 2, las piedras recolectadas en los tres bancos de materiales cumplen con la resistencia mínima especificada en la norma.

TABLA 1

Resultado de la resistencia a la compresión paralela, a los ejes de formación de tres bancos de piedra

No. banco	Muestra	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	NMX-C-536-ONNCCCE-2017 Resistencia mínima a compresión paralela, a los planos de formación (kg/cm ²)
1	1a	514.00	100
2	2a	449.67	
3	3a	554.73	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 2

Resultado de la resistencia a la compresión perpendicular, a los ejes de formación de tres bancos de piedra

No. banco	Muestra	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	NMX-C-536-ONNCCCE-2017 Resistencia mínima a compresión perpendicular, a los planos de formación (kg/cm ²)
1	1b	535.00	150
2	2b	541.75	
3	3b	568.34	

Fuente: Elaboración propia.

Otro de los aspectos a analizar es la capacidad de absorción y densidad, ya que estos parámetros se relacionan con las propiedades de resistencia y durabilidad de los materiales, lo cual está ligado a la porosidad y los niveles de absorción y transpiración de las piedras; como se aprecia en

la tabla 3, los porcentajes de absorción son mínimos, debido a la alta resistencia a compresión que tuvieron las muestras, así como en la tabla 4, donde se aprecia el peso volumétrico y la densidad de ellas, lo que, según la norma NMX-C-536-ONNCCE-2017, todos los bancos cumplen.

TABLA 3

Absorción de agua a las 24 horas de los especímenes de tres bancos de piedra

No. banco	Muestra	Absorción de agua (%)	NMX-C-536-ONNCCE-2017, Absorción%, máximo.
1	1a	0.14	4
	1b	0.74	
	Promedio	0.44	
2	2a	0.27	
	2b	0.56	
	Promedio	0.42	
3	3a	0.00	
	3b	0.19	
	Promedio	0.10	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4

Peso volumétrico y densidad mínima de los especímenes de tres bancos de piedra

No. banco	Muestra	Peso volumétrico (kg/m³)	Densidad (g/cm³)	NMX-C-536-ONNCCE-2017, Densidad, mínima.
1	1a	2837	2.62	2.3
	1b	2744	2.65	
	Promedio	2790.5	2.64	
2	2a	2617	2.62	
	2b	2852	2.58	
	Promedio	2734.5	2.60	
3	3a	2880	2.66	
	3b	2753	2.74	
	Promedio	2816.5	2.70	

Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que las piedras analizadas son de muy buena calidad en cuanto a la durabilidad, en comparación con piedras localizadas en otras regiones del país, como es el caso del estado de Oaxaca, ya que el estudio que presentan Gómez Barranco *et al.* (2019) concuerda con

que los valores de absorción y peso volumétrico están relacionados con las propiedades de resistencia y durabilidad de los materiales, debido a una correlación entre la porosidad del material y la transpiración de la humedad. Los resultados que ellos obtuvieron se localizan en la tabla 5.

TABLA 5

Resultado de la caracterización de las propiedades físicas de cinco tipos de piedras del estado de Oaxaca

Nomenclatura	Densidad * kg/m ³	Absorción *	Resistencia a la compresión * (kg/cm ²)
VMA	1595	15.5	201
CVS	1701	8.9	272
CRM	2249	5.7	349
RSE	1607	13.6	147
CAM	1535	16	184

* Valor promedio de cinco especímenes (réplicas) probadas en condiciones similares.

Fuente: Gómez Barranco *et al.* (2019).

Los resultados del análisis de los tres bancos de suelo ubicados en la colonia Antorchista se presentan en la tabla 6.

TABLA 6

Resultados de las tres muestras de suelo de distintos bancos

PRUEBAS	NÚMERO DE MUESTRAS		
	1	2	3
Peso volumétrico seco suelto, kg/m ³ :	1155.83	1104.23	1080
Densidad (g/cm ³):	2.00	0.00	0.00
Absorción (%):	5.60	0.00	0.00
Granulometría			
% de grava	61.00	7.00	24.00
% de arena	49.00	36.00	47.00
% de finos	12.00	57.00	29.00
Límites			
Límite líquido,%	32.08	34.72	38.68
Límite plástico,%	23.6	33.17	30.96
Índice plástico,%	8.48	1.55	7.72
Contracción lineal,%	3.54	4.23	3.09
Zona de la carta de plasticidad	CL	ML	ML
Resultado			
Clasificación del suelo	Grava con finos arcillosos (GC)	Limos inorgánicos y arenas muy finas (ML)	Arena limosa (SM)

Fuente: Elaboración propia.

Después de tener los resultados de laboratorio de los suelos y analizar sus características físicas, se determinó que el banco 3 presenta las mejores características para realizar las muestras de blo-

ques de suelo (tierra), debido a que cuenta con las características granulométricas adecuadas para ser utilizadas, y los resultados en las pruebas de límites de consistencia fueron favorables, especialmente en la prueba de contracción lineal.

PROPUESTA TECNOLÓGICA

En lo referente a la piedra, y de acuerdo con los resultados obtenidos en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura de la UNACH, es un material excelente para poder ser utilizados como zapatas corridas con mampostería de piedra. También para sobre cimientos, incluso como muros de mampostería simple, si así lo requiere el proyecto arquitectónico.

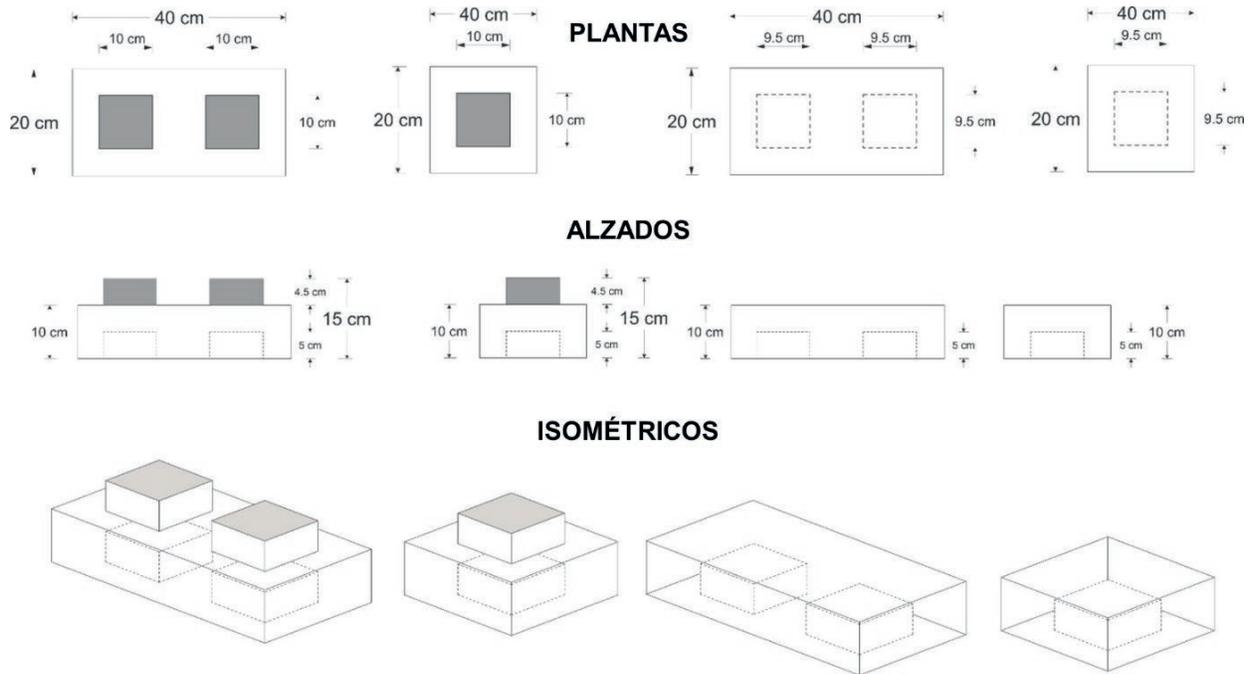
En cuanto al tipo de suelos encontrados y analizados, el banco 3 cuenta con las mejores características físicas para ser utilizado como material de construcción, por ser un suelo tipo SM (arena limosa), ya que se propone realizar bloques de suelo como muros divisorios, por lo cual se requiere determinar el material adecuado para tener la resistencia que pide la norma-Eo80 peruana Diseño y Construcción de Tierra Reforzada, la cual nos pide una resistencia a la compresión de 1 Mpa (10.2 kg/cm²), por lo cual se propone hacer diferentes dosificaciones con tres materiales diferentes, para comprobar el comportamiento de los materiales con el tipo de suelo seleccionado.

Se tomarán como referencia algunas dosificaciones realizadas por Roux Gutiérrez, R. S. y Espuna Mujica, J. A. (2012), porque se tiene en común el tipo de suelo SM, y proponen la estabilización con cal en proporciones del 3%, 5% y 7%, así como Meza López, J. M. (2017), quien señala que para estabilizar los suelos con cemento se debe emplear por lo menos el 3% en masa. Cabe señalar que en la comunidad se encontró paja en el recorrido; sin embargo, ya no fue utilizada en el experimento, debido a que, de acuerdo con las características del suelo, su contracción es del 3%, por lo cual no representa problema alguno, además que de acuerdo con lo investigado por Gernot Minke en su libro *Manual de construc-*

ción de tierra (2005), existe una reducción de la resistencia a la compresión del suelo cuando se añade paja cortada (5 cm) a las mezclas de suelo, y mientras más tenga menor será la resistencia. Otra de las propuestas es la utilización de los residuos de la grava triturada (gravilla que comprende entre 2 mm y 64 mm), ya que cerca de la colonia se localiza una planta trituradora de materiales, la cual desecha ese material, y este puede ser empleado para la estabilización de las muestras. Es importante señalar que dicha planta se encuentra a 3 km de la colonia, por lo cual aparte de ser un material que es de desperdicio para la empresa, también es considerado un material regional, según lo establecido por el Código de Edificación de la Vivienda (CONAVI, 2017), que establece que los materiales regionales tienen el objetivo de reducir la emisión de CO₂, las cuales están relacionadas con el transporte de los materiales y con fortalecer la economía regional, por lo que se debe usar y comprar materiales de construcción dentro de un radio de 800 km, siempre y cuando el proyecto así lo permita.

Para esta propuesta se tomaron muestras de bloques de suelo (tierra) con diferentes materiales, entre los cuales se usaron polvo de piedra, cal y cemento por separado, en proporciones de 1%, 3% y 5% en peso cada uno. Las piezas que se diseñaron fueron en forma de lego (macho-hembra), con el fin de no utilizar un mortero para su colocación, para que se embone por sí solos; las medidas se retomaron del proporcionamiento de Baden, el cual ha comprobado que debe existir una relación de 4:2:1 en cuanto largo, ancho y alto, con lo que se logra mayor rendimiento y estabilidad del módulo (SCMITT, 2009). La dimensión nominal del módulo propuesto es de 40 x 20 x 10 cm (proporción 4:2:1); en la parte inferior tiene dos aberturas tipo hembra de 10 x 10 x 5 cm (largo, ancho y alto) y en la parte superior dos machos de 9,5 x 9,5 x 4,5 cm (largo, ancho y alto). Se dejó una tolerancia de 0,5 cm para que los módulos ensamblen de una mejor manera, y de esta forma evitar desperdicios. Se hicieron cuatro tipos de piezas diferentes, con el fin de evitar desperdicios en obra (figura 13).

Figura 13
Propuesta de cuatro módulos



Fuente: Propia.

Para el trabajo experimental se realizaron diez piezas de bloques de suelo de las diferentes proporciones, de las cuales la mitad fue analizada

a los siete días y la otra a los catorce días de su elaboración, como se muestra en la tabla 7.

TABLA 7
Resultados de las tres muestras de suelo

Material	Muestra	Porcentaje (%)	Resistencia a la compresión a los 7 días (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión a los 14 días (kg/cm ²)	Norma-E080 peruana:
Polvo de piedra	1	1	10.80	12.17	Resistencia a la compresión de 1 MPa (10.2 kg/cm ²)
	2	3	11.25	13.19	
	3	5	11.68	14.55	
Cal	4	1	6.86	5.90	
	5	3	5.50	4.38	
	6	5	8.24	5.67	
Cemento	7	1	6.04	2.74	
	8	3	8.06	5.45	
	9	5	12.95	13.19	

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Este trabajo se enfocó en analizar los materiales regionales factibles de ser utilizados en la construcción de viviendas, principalmente en muros, que sean durables, asequibles, económicos. Por ello, después de haber analizado los dieciocho especímenes de piedra natural, se determinó que las piedras de la localidad son aptas para ser empleadas en la construcción de las viviendas, ya que cumplieron con los parámetros que marca la normatividad en todas las muestras analizadas, en cuanto a resistencia, absorción y densidad, por lo que es confiable su uso en cualquiera de los tres bancos analizados; pueden ser utilizadas en cimentaciones, así como en los muros de las viviendas, por ser un material del cual se puede disponer en la región, y que no requieren ser labradas para su utilización. Es importante evitar en lo posible el uso de piedras de cantos rodados, formas redondeadas y que por lo menos el 70% de su volumen esté construido por piedras con un peso mínimo de 30 kg, cada una tal como señalan las normas técnicas complementarias 2017, y los morteros que se empleen para su pegue deberán de ser de al menos tipo II, cuya resistencia mínima es de 75 kg/cm², según lo especifica la norma NMX-C-061-ONNCCE-2010. En lo que se refiere a los suelos analizados, se determinó que el del banco 3, presenta mejores cualidades para el uso que se desea dar, que es la elaboración de bloques de suelo (tierra), por lo que, después de haber mezclado paja y polvo de piedra, cal y cemento, se determinó que el mejor material a utilizar es la combinación de polvo de piedra adicionándole el 5% de la misma, teniendo una resistencia de 14,55 kg/cm² a los catorce días, la cual cumple la norma-Eo80 peruana Diseño y Construcción de Tierra Reforzada.

REFERENCIAS

- Acosta, D. (2019). Diseñar en el antropoceno. Baruta (Baruta), Venezuela: Editemos.
- Bedoya, M. (2022, 23 de octubre). Arquitectura y urbanismo en el contexto de cambio climático, en

- el marco del 10° Congreso Nacional en Investigación y Cambio Climático. Conferencia magistral: “Materiales, energía, agua y su impacto en el cambio climático”. Tuxtla Gutiérrez, México.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2023). Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2022.aspx
- Comisión Nacional de Vivienda (2017). Código de Edificación de Vivienda. CONAVI.
- Gómez Barranco, H., López Calvo, H. Z., Alonso Guzmán, E. M. y Arellano Sosa, P. M. (2019). Análisis de las características mineralógicas y petrográficas de piedra “cantera” de Oaxaca, México, y su relación con sus propiedades de resistencia y durabilidad. *Academia XXII*, 10(20), 58-71. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2019.20.72313>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Meza López, J. M. (2017). Evaluación en ensayos de erosión acelerada aplicados a ladrillos de tierra comprimida, para la construcción de muros perimétricos en Huancayo. [Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro de Perú Huancayo]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4697/Meza%20Lopez.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Minke, G. (2005). Manual de construcción en tierra (Segunda) [Impreso]. Fin de Siglo. (Obra original publicada en 1994). Disponible en: https://d1.capsf.ar/wp-content/uploads/sites/3/2021/10/Manual_de_construccion_en_tierra_-_Gernot_Minke_-1.pdf
- M-MMP-1-02/03 Métodos de muestreo y pruebas de materiales. Parte: 1. Suelos y materiales para terracerías, título: 2. Clasificación de fragmentos de roca y suelos. Disponible en: <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#02>
- M-MMP-1-06/03 Métodos de muestreo y pruebas de materiales. Parte: 1. Suelos y materiales para terracerías, título: 6. Granulometría de materiales compactables para terracerías. Disponible en: <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#>
- M-MMP-1-07/07 Métodos de muestreo y pruebas de materiales. Parte: 1. Suelos y materiales para

- terracerías, título: 7 Límites de Consistencia. Disponible en: <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#07>
- NMX-C-061-ONNCCE-2010 Industria de la construcción – Cementos hidráulicos- Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos.
- NMX-C-536-ONNCCE-2017 Industria de la construcción - Mampostería - Piedra natural para construcción de mampostería - Especificaciones y métodos de ensayo.
- Norma Eo8o. (2017). Norma E.o8o. Perú: El Peruano. Disponible en: https://procurementnotices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376. Consultado: 26 de abril de 2022.
- Ramírez Ponce, J. A. (2008). Arquitectura regional y sustentable. *Arquitextos*, 095.04(08), 1-14. Disponible en: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.095/150/es>
- Roux Gutiérrez, R. S. y Espuna Mujica, J. A. (2012). El hidróxido de calcio y los bloques de tierra comprimida, alternativa sostenible de construcción. *Nova Scientia*, 5(9), 176-202. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203324683011.pdf>
- Schmitt, H. y Heene, A. (2009). *Tratado de construcción*. 8ª ed. España. Gustavo Gili.