



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Clasificación de unidades de albañilería fabricados con materiales de
desecho

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

AUTOR:

Aguilar Veramendi, Jhosep Anthony (ORCID: 0000-0001-8002-6654)

ASESORES:

Dra. Navarro Soto, Fabiola Cruz (ORCID: 0000-0003-2123-8416)

Magtr. Ramírez Rondan, Raúl Neil (ORCID: 0000-0002-5788-472X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

HUARAZ – PERÚ

2020

Índice de contenidos

Carátula	i
Índice de contenidos	ii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras.....	iv
Resumen	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	25
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
IV. CONCLUSIONES	59
V. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS.....	69

Índice de tablas

Tabla 1 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	23
Tabla 2 Limitaciones para el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	24
Tabla 3 Resumen de criterios de búsqueda	29
Tabla 4 Unidades de albañilería cocidas elaborados con nuevos materiales orgánicos.....	36
Tabla 5 Unidades de albañilería cocidas elaboradas con nuevos materiales inorgánicos	42
Tabla 6 Unidades de albañilería no cocidas elaboradas con nuevos materiales ..	49

Índice de figuras

Figura 1. Propiedad de resistencia a la compresión de unidades de albañilería cocidas elaboradas con nuevos materiales orgánicos	33
Figura 2. Propiedad de absorción de agua unidades de albañilería cocidos elaborados con nuevos materiales orgánicos	34
Figura 3. Propiedad de densidad de unidades de albañilería cocidos elaborados con nuevos materiales orgánicos	35
Figura 4. Propiedad de resistencia a la compresión de ladrillos cocidos elaborados con nuevos materiales inorgánicos.....	46
Figura 5. Propiedad de absorción de agua de las unidades de albañilería cocidas elaboradas con nuevos materiales inorgánicos.	47
Figura 6. Propiedad de densidad en unidades de albañilería cocida elaboradas con nuevos materiales inorgánicos.....	48
Figura 7. Propiedad de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería fabricadas con nuevos materiales	57
Figura 8. Propiedad de resistencia a la flexión de las unidades de albañilería fabricadas con nuevos materiales	58
Figura 9. Propiedad de absorción de los ladrillos no cocidos fabricados con nuevos materiales	59
Figura 10. Propiedad de densidad de las unidades de albañilería sin cocer elaborados con nuevos materiales	61

Resumen

Los ladrillos convencionales están hechos de arcilla con alta temperatura de cocción o de hormigón de cemento, pero estos consumen y emiten mucha energía, además tienen deficiencias medioambientales como la generación de gases tóxicos y el agotamiento de las materias primas. Se ha realizado la recopilación de diversas investigaciones sobre varios tipos de materiales de desecho y también de materiales reciclables en la producción de ladrillos para proteger el medio ambiente y contribuir al desarrollo sostenible. Este presente trabajo de investigación da a conocer las nuevas revisiones y estudios en referencia a la utilización de desechos en unidades de albañilería. Esta investigación clasificó dos grupos basados en el método de fabricación: métodos cocidos y no cocidos. El estudio exhaustivo de las fuentes evidenció un importante análisis en cuanto a las utilidades de materiales de desechos en la fabricación de unidades de albañilería, así sustituyendo a la materia prima que las compone; así mismo observando que estos cumplan con las normas vigentes. Se requiere una labor de investigación adicional, no sólo en lo que respecta a las propiedades y las partes económicas, sino también en lo que respecta a la educación y la sensibilización del público acerca de las ventajas de utilizar materiales de desecho en la fabricación de ladrillos, así como en la elaboración de códigos de prácticas y normas.

Palabras clave: Los materiales de desecho, ladrillos cocidos, ladrillos sin quemar, sostenibilidad, contaminación ambiental.

Abstract

Conventional bricks are made of clay with a high firing temperature or of cement concrete, but these consume and emit a lot of energy. They also have environmental deficiencies such as the generation of toxic gases and the depletion of raw materials. Several researches on various types of waste materials and also on recyclable materials in brick production have been collected to protect the environment and contribute to sustainable development. This present research paper presents new reviews and studies in reference to the use of waste in masonry units. This research classified two groups based on the manufacturing method: fired and unfired methods. The exhaustive study of the sources showed an important analysis in terms of the uses of waste materials in the manufacture of masonry units, thus substituting the raw material that composes them; also observing that these comply with current standards. Further research is needed, not only on properties and economic parts, but also on education and public awareness of the benefits of using waste materials in brick manufacture, as well as on the development of codes of practice and standards.

Keywords: Waste materials, fired bricks, unburned bricks, sustainability, environmental pollution

I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los tiempos las grandes empresas, fábricas, industrias y personas no tenemos conciencia adecuada frente al impacto ambiental originado por el mal uso de materiales; sin tener en cuenta que a estos podemos darle una segunda vida útil. Es por ello que en el presente trabajo de investigación se ha considerado las propuestas de nuevos materiales que incluyan la reutilización y el reciclaje de desechos de productos, que muchas veces se derivan y acumulan en botaderos informales, generando un impacto ambiental negativo.

En todo el mundo, el ámbito de la construcción coopera más del 40% de todas las energías en el planeta; así mismo, en relación a los gases de efecto invernadero constituye más del 30 % de las emisiones de este ente contaminante a nuestro ecosistema. Este elevado uso de energía y recursos naturales durante el proceso de la construcción, demolición y demás tareas civiles, son los causantes de los altos índices de contaminación ambiental y emisiones de gases de efecto invernadero. En consecuencia, genera una necesidad de alternativas de solución que resuelvan estos problemas, así mismo evaluando que sean optimas respecto a los factores económicos, ambientales y sociales. (Contreras. et 2016, p.3)

Las unidades de albañilería (ladrillos o bloques) se considera como uno de los múltiples materiales de construcción más viejos, es por ello que las estructuras hechas de ladrillos hasta el momento siguen en servicio; ya que poseen una resistencia acorde a lo establecido a las normas reguladoras de los materiales de construcción de igual manera poseen un bajo costo de construcción y facilidad de fabricación. con el simple uso del suelo, han hecho de la construcción con albañilería una elección popular en el mundo; así mismo, se han utilizado durante mucho tiempo en edificaciones debido a la fácil disponibilidad de la materia prima y a que posee propiedades físico-mecánica, térmica, resistencia a la compresión y durabilidad. Frente a esos indicadores, se dieron a conocer diversos materiales que contribuyen a la fabricación sostenible de unidades de albañilería.

Una forma de reutilizar materiales son las de aquellos provenientes de las colillas de cigarrillos. Anualmente, se producen más de 5,5 billones de cigarrillos en todo el mundo, y se estima que 4,5 billones de colillas de cigarrillos (CB) todavía están siendo arrojadas al ambiente. Hoy en día, el esparcimiento de las colillas de cigarro ha generado que se considere uno de los materiales más contaminantes y riesgosos internacionalmente. (Torkashvand y Farzadkia, 2019, p.1)

Además de estos también tenemos los residuos de construcciones que contribuyen a la contaminación ambiental de diversas zonas.

Los residuos de la demolición de construcciones (RCD) son un problema mundial.

Los residuos vertidos ilegalmente en las zonas urbanas, los arroyos cercanos, las carreteras y otros lugares no preparados, tiene un importante impacto ambiental e impactos económicos que resultan en problemas financieros para la comunidad y la administración pública. (Contreras et al. ,2016, p.1)

Es así que el uso de desechos es un tema muy significativo en las industrias, también de igual forma en las plantas generadoras de la pulpa del papel. Una de las alternativas de solución es en la fabricación de unidades de albañilería utilizando residuos industriales reciclados o reutilizados, ayudando así a disminuir el impacto ambiental que este produce.

Los destinos más importantes de los lodos de papel son: el esparcimiento en la tierra como fertilizante agrícola en campos de cultivos; la quema mezclada en los hornos industriales de fábrica de papel; la elaboración de cenizas de lodo de papel; y la expulsión en un botadero. Frente a ello se plantea la reutilización de este material en la fabricación del ladrillo artesanal que tiene una función como aglomerante. (Goel y Kalamdhad 2017 p,1)

Es por ello que con la creciente demanda de vivienda en el futuro de todo el mundo, el colapso y la disminución de los recursos naturales sería un asunto crítico y significativo por analizar.es así que para poder satisfacer las necesidades de vivienda que los humanos vamos a requerir tenemos que analizar y seleccionar materiales sostenibles al momento de realizar nuestras construcciones.

Al ser un proceso extenso de recursos, la construcción de obras de construcción y consumen aproximadamente el 60% de las materias primas materiales extraídos de la litosfera, se da a conocer también el uso de residuos industriales tales como desperdicios de algodón, y cenizas de cascara de arroz. (Joglekar, Kharkar, Mandavgane y Kulkarni,2018, p.8)

En la actualidad, la construcción está de crecida considerablemente, por lo que en consecuencia se generan residuos y materiales contaminantes al medio ambiente. Por la disposición inadecuada que puedan afectar a factores ambientales (suelo, aire y agua); frente a ello podemos definir que esta problemática no es solo de carácter local sino tiene un enfoque mundial ya que en muchos países adoptado medidas para una buena gestión de materiales contaminantes.

Debido a la crecida de agentes contaminantes, se implementan diversos cambios, estudios e indagaciones hacen referencia al frenado de estos materiales en su impacto. Es por ello que también todos ciudadanos se están integrando a esta medida, desde el uso de vehículos ecológicos hasta la reducción del uso de bolsas provenientes del plástico. En el enfoque del plano de la construcción existen diversos factores que interceden, pero el más importante de ellos es el económico. (Llorente,2019, p.11)

Es por ello, que debemos de tomar en cuenta el gran impacto que genera cada una de las construcciones que vamos a realizar, teniendo en cuenta que al emplear materiales sostenibles y ecológicos vamos a generar impactos ambientales positivos. Frente a esta problemática existen muchas organizaciones mundiales restringen el uso de productos químicos y contaminantes debido a la gran contaminación que estas producen, dentro de ellas encontrándose el ámbito de la construcción que es uno de los entes que emite impactos negativos en el medio ambiente.

El plano de la construcción es uno de los principales consumidores de materiales y energía siendo este crecidamente contaminante en relación a la emisión de CO₂ y un generador de residuos. Es por ello que cuando vamos a construir debemos de tener en cuenta la investigación de los aglomerados de menores de menor consumo de energía y poco impacto ambiental. (Chikhi, Agoudjil, Boudenne y Gherabli ,2013, p.1)

La conciencia de la enorme cantidad de residuos generados por los procesos industriales en un momento de crecientes preocupaciones medioambientales, ha llevado a un creciente interés en la reutilización de los residuos y la investigación dirigida al desarrollo de materiales de construcción amigables con el ambiente.

En los últimos años, múltiples investigaciones han analizado la reutilización de desechos o residuos como una solución significativa a lo que concierne a la producción de ladrillos incorporado con estos materiales. Teniendo entre las técnicas más eficaces el reciclaje de compuestos orgánicos como papel, algodón, hojas de té, arroz, tabaco, serrín, biomasa y el biodiesel que se han analizado y ensayado en laboratorios para incrementar la porosidad de las unidades de albañilería. El efecto de algunos aditivos residuos inorgánicos han sido también estudiado, por ejemplo, material derivado de la piedra natural de procesamiento tal como la perlita, puzolana y FI ceniza, U otro material secundario industriales tales como lodos de aguas residuales, Lodos de cerámica y residuos de lixiviación. (Coletti et al ,2018, p.792).

Así mismo es importante resaltar que durante milenios, los ladrillos de arcilla han sido utilizados como materiales de construcción, gracias a sus excelentes propiedades. Desde ambos puntos de vista ambiental y económico, ladrillos todavía tienen valor, inerte y materiales de construcción eficientes. En las últimas décadas, una amplia investigación se ha realizado sobre la producción industrial de ladrillo, la solución de varios problemas ambientales y mejorar el desarrollo sostenible.

Como trabajos previos, se enfocó la base necesaria antes descrita para la clasificación de nuevos materiales en unidades de albañilería ya existentes. Los materiales sostenibles deben de cumplir con condiciones; entre ellas el ser renovables, de bajo costo, que no sean contaminantes durante su elaboración ni durante su uso, que no consuma demasiada energía, que tenga durabilidad, que puedan tener un prototipo estándar de acuerdo a las normas vigentes. Además, que sus características siempre beneficien al medio ambiente u a otros aspectos sociales. Por estas razones la siguiente clasificación de unidades de albañilería va destinada al uso de materiales y nuevas tecnologías que mitiguen el impacto ambiental actual pero que a la vez cumplan o superen las mismas funciones de una unidad de albañilería tradicional.

Las investigaciones para la incorporación de materiales reutilizables en la fabricación de unidades de albañilería se clasifican según el tipo de método de fabricación como son: ladrillos cocidos y ladrillos no cocidos. Los ladrillos cocidos se han subclasificado en función del tipo de desechos, orgánicos e inorgánicos; Para la fabricación de ladrillos quemados que incorporan materiales de desechos orgánicos se recopiló la siguiente información:

Los residuos de tierras de diatomeas (DER) como un material que va en reemplazo a la arcilla en proporción del 3 y el 10% en peso. La temperatura de disparo a la cual fue cocida fue de 850, 950 y 1050 °C. Al utilizar este material en la elaboración de ladrillos aumento su porosidad en un 37% pero redujo la densidad en un 10 % al compararlos con ladrillos comunes. La resistencia a la tracción si aumento de 7 MPa a 7,8 MPa cuando se incorporó 3% de DER, pero cuando se adiciono el 10% empezó a descender de manera constante hasta 5 MPa. La resistencia a la compresión también aumento de 9,5 y 11,7 MPa cuando se incorporó el 3% de DER a 950°C y 1050 °C de temperatura. Asimismo, la conductividad térmica bajo al aumentar la proporción de DER y al aumentar la temperatura. (Galán, Cotes, Bueno y Martínez,2017, p .2)

Los degradados residuos sólidos de municipalidad (DMSW) en la elaboración de ladrillos en proporción de 5 a 20 % y a una temperatura de cocción de 850 y 900 °C. Al utilizar los DMSW disminuyó la densidad hasta el 16% a comparación de un ladrillo tradicional. Aunque hubo un aumento en el porcentaje de absorción de agua hasta un 11%. También se incrementó la porosidad del ladrillo y hubo una reducción muy considerable con respecto a la resistencia a la compresión que llegó hasta el 78%. (Goel y Kalamdhad ,2017, p.5)

la incorporación de lodos de curtiduría (ST) en la elaboración de ladrillos, en las proporciones de 10, 20, 30 y 40 % de peso en reemplazo a la arcilla. La absorción de agua incremento de 7,2% - 20,9%, la fuerza de compresión, al aumentar el ST y la temperatura, descendió en un 56%. El estudio confirmó que la incorporación de ST en la elaboración de ladrillos puede cumplir con lo normado. (Juel, Mizany Ahmed,2017, p.4)

Las colillas de cigarrillos recicladas (CB) en la elaboración de ladrillos cocidos en proporciones de 2,5%, 5%, 7,5% y 10% en peso. Teniendo un tiempo de secado de 1 día a 105 °C para luego ser cocidos a 1050 °C. (Mohajerani, Kadir y Larobina,2016, p.4)

Al incorporar las CB la densidad descendió hasta en un 30% con respecto a una unidad de albañilería convencional. Además, el porcentaje de absorción aumento hasta en un 20%. No obstante, hubo una mayor cantidad de grietas visibles, así como mayor cantidad de poros. Al incorporar el 10% de CB disminuyó la resistencia a la compresión de 25,65 a 3.00 MPa. La resistencia a la flexión descendió hasta en 50%. Eliche, (Felipe, López e Infantes,2017, p.3)

La posibilidad de incluir a la ceniza de cascarilla de arroz (RHA) y los de ceniza de madera (WA) en la elaboración de ladrillos con una proporción de 10 - 30 % de peso. El ladrillo fue sometido a una temperatura de cocción entre 900 - 1000 °C por un tiempo aproximado de 4 horas. La incorporación de RHA o WA originó un incremento en la absorción de agua de 21,2% para WA y de 32,9% para RHA. La densidad aparente hasta un 25,1% para el RHA y el 9,8% para el WA. La resistencia a la compresión bajo a 13,5 y 17,5 MPa al incorporar el 30% de RHA a una temperatura entre 900 y 1000 °C, además al adicionar el 30 % de WA redujo la

compresión a 34,3 y 42. Resultando como proporción optima 10% y 20% del RHA Y WA respectivamente, de esta manera los ladrillos cumplirían con lo normado. (Eliche, Felipe, López e Infantes,2017, p.3)

Los desechos de karité gastados (SSW) en proporciones de 5 y 20%) para la elaboración de ladrillos, comprimiéndolo y cociendo a una temperatura entre 900-1200°C durante aproximadamente una hora. El porcentaje de absorción de agua aumento en todas las pruebas. La resistencia a la compresión indicó una disminución al incorporar los SSW, por lo que se concluyó en que este material puede ser utilizado en albañilería no portante (tabiquería). (Adazabra, Viruthagiri y Kannan,2017, p.3)

Los residuos de lodos de depuración (SS) en una proporción de 0 -20 wt% que fueron compactados y posteriormente cocidos a una temperatura de 1050 °C. La absorción de agua incremento de 8,22% a 19,69% al adicionar los lodos de aguas residuales. La densidad disminuyo de 1610 a 1204 kg/m³ al igual que la resistencia a la compresión que paso de 27,1 a 2,1 MPa. Concluyendo así en un porcentaje máximo de incorporación de SS no mayor al 5%. (Kadir, Salim, Sarani, Sarani, Rahmat y Abdullah,2017, p.3)

La ceniza de bagazo de caña de azúcar (SBA) y la ceniza de cascarilla de arroz (RHA) en reemplazo de la arcilla en proporción de 5, 10, 15 % del peso, estos fueron comprimidos y cocidos a una temperatura de 800 °C por un tiempo aproximado de 36 horas. Dando como resultado ladrillos con una densidad de 1060 kg/m³ y 1130 kg/m³, para el SBA y el RHA respectivamente. La resistencia a la compresión se redujo a 5,53 MPa, al igual que la resistencia a la flexión, 0,83 MPa, también la conductividad térmica disminuyo a 0,37 W/Mk. Con respecto a la porosidad aumento hasta 40% al incorporar de SBA y RHA. Asimismo, se evidencio un crecimiento en el porcentaje de absorción de agua hasta el 23,86% cuando se compara con un ladrillo convencional. A pesar de eso se demostró que el ladrillo cumple con la normativa. (Kazmi, Munir, Patnaikuni, Wuy Fawad,2018, p.4)

La incorporación de biosólidos (DAP) en una proporción de 5 - 25 % de peso, de la Planta de Tratamiento Occidental de Melbourne Water, para la elaboración de ladrillos, estos fueron cocidos a una temperatura aproximada de 1050 °C durante

un tiempo de 3 h. Los resultados de las pruebas mostraron que la resistencia a la compresión de los ladrillos fabricados se reducía de 29,50 a 10,50 MPa cuando se compara con los tradicionales de 30,50 MPa. Se obtuvo un mayor % de absorción 14,98%. La densidad se redujo de 2024,2 a 1714,3 kg/m³ al adicionar el DAP. La proporción optima termino siendo de un 25% de biosolidos para satisfacer normativas. (Ukwatta y Mohajerani,2017, p.1)

El carbón de desecho para la elaboración de ladrillos cocidos a 1000 °C en una proporción del 30% del peso. Los tipos de residuos utilizados fueron: (a) El residuo de la flotación de carbón (CFW), (b) El lodo de flotación de carbón (CFS), (c) El residuo de concentración de carbón I (CCWI) y (d) El residuo de concentración de carbón II (CCWII). La incorporación de estos materiales causo un aumento de la porosidad. La densidad obtenida clasifica a este ladrillo como ligero entre 1040 a 1250 kg/m³. La resistencia a la compresión se dio a 13,2 MPa, la resistencia a la flexión 3,2 MPa y por ultimo hasta 0,23 W/m °C en la conductividad térmica. (Abdrakhimov y Abdrakhimova,2017, p.23)

La utilización de cenizas volantes (FA) en una proporción de 0 a 25 %, cocidas a 800° C para la elaboración de ladrillos. La incorporación de este material ocasiono una reducción en la resistencia a la compresión, así como el de la resistencia a la flexión a casi la mitad al compararlo con un ladrillo tradicional. La densidad bajo hasta un 18% pero la porosidad y la absorción de agua incremento en 15% y 24% respectivamente, al momento de incorporar mayor porcentaje de FA. Sin embargo, al utilizar la proporción del 20 % de FA si se llega a cumplir con los requisitos de la normativa vigente. (Abbas, Saleem, Kazmi y Munir,2017, p.3)

Los residuos de molinos de aceite (OMW) en proporciones de 0 a 10 wt% en la elaboración de ladrillos de arcilla cocidos a temperaturas de 850, 950 y 1050 °C. La proporción de 10% resulto arrojar una densidad de 1450 Kg/m³. Además, se demostró que al incorporar mayor porcentaje de OMW y subir la temperatura de cocción, la propiedad de absorción aumento hasta un 32.5 % asimismo la porosidad paso de 30.8 a 47 %. Las resistencias a la compresión bajaron de 36.9 a 10.26 MPa. Aun así, se cumplió con la normativa por lo que es un buen recurso para ser usado. (Sutcu, Ozturk, Yalamac y Gencel,2016, p.23)

Las cenizas volantes de combustión (CFA) en proporción de 0 a 100 wt% en reemplazo de la arcilla para la elaboración de ladrillos cocidos a temperaturas de 800, 900 y 1000 °C. Hubo un incremento de la densidad a 2000 kg/m³ al incorporar las CFA a una temperatura 1000 °C. La resistencia a la compresión bajo de 12,5 a 2 MPa. (Leiva et,2016, p.3)

La ceniza de fondo de orujo de oliva (OPBA) para la elaboración de unidades de albañilería en proporción de 10 a 50% del peso, en reemplazo a la arcilla. La densidad tuvo una gran reducción, así como la resistencia a la compresión y la conductividad térmica esto debido a la porosidad. Asimismo, se comprobó que la proporción óptima es del 10 y el 20 % en peso, en donde se alcanza una densidad de 1635 y 1527 kg/m³, una resistencia a la compresión de 33,9 MPa y 14,2 MPa. En estas proporciones se puede garantizar el cumplimiento de los mínimos requisitos. (Eliche y Leite ,2016, p.2)

La leña de sarmientos de vid (KVS) en proporción de 5, 11 y 17 %. El porcentaje de absorción de agua se incrementó de 16,93% a 36,04%, esto debido a la porosidad. La conductividad térmica se redujo de 0,738 W a 0,208 W/m.K además la densidad bajo de 1684 kg/m³ a 1124 kg/m³ esto debido al aumento de KVS. La resistencia a la compresión también se redujo de 38,04 - 1.556 MPa. Por lo que se comprobó que la proporción óptima de utilización de KVS es de 11% así este ladrillo podrá cumplir con lo normado. Velasco, Ortiz, Giró, (Melia y Rehbein ,2015, p.4)

La adición de tres materiales (a) La paja de trigo (WS) en una proporción de 4 y 8 wt%, (b) La torta de semillas de girasol (SSC) en proporción del 4 wt% y (c) La harina de hueso de oliva (OSF) en proporción de 4 y 8 wt%. Se evidenció un aumento en la porosidad, la absorción de agua. Sin embargo, la densidad y las resistencias disminuyeron drásticamente. Optándose por una proporción de 4:4:4 respectivamente, en donde se refleja solo un 23 % de aumento en porosidad y solo una disminución del 17 % en resistencia, con esto se pudo cumplir con los requisitos mínimos. (Bories, Aouba, Vedrenne y Vilarem ,2015, p.4)

Elabono de hongos gastados (SMC) en proporción de 0 a 17 wt% para la elaboración de unidades de albañilería. La disminución del % de peso fue de 12,50% a 14,0%, disminuyendo a la vez la densidad de 1700 kg/m³ a 1500 kg/m³.

Se incrementó el % de porosidad de 27,5% al 33%, la absorción de agua también aumento hasta en un 22,5%. Hubo una drástica reducción de la resistencia a la compresión hasta los 14 MPa. (Velasco, Ortiz, Giro, Castelló y Velasco ,2014, p.4).

Los residuos de cáscara de sagú (SHW) en la elaboración de ladrillos cocidos a una temperatura de 550°C por un tiempo aproximado de dos horas. Hubo una gran disminución en la fuerza de compresión. Sin embargo, se evidencio que a mayor sea la proporción de SHW disminuirá más la densidad llegando hasta 1810 kg/m³. (Ornam, Kimsan y Ngkoimani ,2017, p.4)

La ceniza de cascarilla de arroz (RHA) en proporciones de 0 a 10 wt%, en la elaboración de unidades de albañilería de arcilla. Donde se obtuvo una mejora significativa de la resistencia a la compresión de 3,55 MPa superando a un ladrillo tradicional en más de un 32,7%, asimismo tuvo % de absorción del 19% al adicionar un 4% de RHA. La densidad si disminuyo alcanzando los 1220 kg/m³ con el 10% de incorporación RHA. Por lo que se concluyó que la proporción ideal para adicionar el RHA en reemplazo a la arcilla es del 4%. (Silva y Perera,2018, p.4)

Es así también que damos a conocer las investigaciones hechas en cuanto a la fabricación de ladrillos quemados que incorporan materiales de desechos inorgánicos siendo:

Los lodos de vidrio de desecho (WGS) para la elaboración de ladrillos cocidos a una temperatura de 850°C, en proporciones de 5 a 25 del peso%. La resistencia a la compresión aumento en un 23% al incorporar el 25% WGS en reemplazo a la arcilla asimismo la resistencia a la flexión aumento en 100%. El porcentaje de Absorción disminuyo de 20% a 17%. No hubo muestra de eflorescencia por lo que se concluyó ser un buen material para la elaboración de ladrillos. (Kazmi, Abbas, Nehdi, Saleem y Munir,2017, p.2)

La diatomita y el lodo filtrante de azúcar (SFM) en varias proporciones (0 - 30 wt%) a diferentes temperaturas de cocción (700 - 900 °C). demostrando una disminución de la densidad al aumentar la proporción de SFM y diatomita, aumentando la resistencia a la flexión. Habiendo así un resultado favorable siempre uy cuando las proporciones sean igual a 70 % de diatomita, 20 % de SMF teniendo así resultados

favorables en comparación a la normativa. Man, Gao, Yan, Liu y Hao (2017) utilizaron la

Utilizaron dos materiales (a) La ceniza de cascarilla de arroz (RHA) en proporción de 5 a 20 % del peso y (b) Los residuos de ladrillos (BW) en proporción de 5 a 10 % del peso, como reemplazo a la arcilla. Donde se comprobó la reducción del % contracción en seco desde 5,12 hasta 1,5%, asimismo el % de contracción en cocción desde 4,9 hasta 0,12%. La densidad aparente también disminuyó de 1730 hasta 1530 kg/m^3 y la resistencia a la compresión de 17,5 hasta 12,5 MPa. Siendo en conclusión un buen material para elaboración de ladrillos. (Sorna, Anjum, Ashraf y Haque, 2017, p.57)

El vidrio de desecho (WG) en proporción de 0 hasta 10 % del peso, para la elaboración de ladrillos de arcilla cocida a una temperatura de 900, 950 y 1000 °C, El % absorción de agua aumento de 14,78 a 18,66%, la porosidad disminuyó de 35,17 a 29,71%. La resistencia a la compresión incremento a 19,3 y 24,65 MPa al incorporar la proporción de 5 al 10% WG. Por lo que se señala que este material es bueno para su incorporación en la elaboración de ladrillos. (Phonphuak, Kanyakam y Chindaprasirt 2016, p.4)

Los desechos de lodo galvánico (GSW) en proporción de 5 % cocido una temperatura de 950 °C. Viéndose una disminución de la densidad aparente de 1760 a 1450 kg/m^3 siendo resultado de un aumento en la porosidad. La absorción se redujo de 16,4% a 15,46%, la resistencia a la compresión fue de 86 MPa al incorporar la proporción de 2 a 3% máximo de GSW, aun así, los valores obtenidos de resistencia se mantuvieron por encima de los mínimos normados. (Pérez, Martínez, Carrasco, Eliche, Ureña y Sánchez, 2015, p.3)

Dos tipos de residuos: (a) La ganga en proporción de 60 a 90 % para sustituir al agregado, (b) Las colas en proporción de 10 al 40 %. Para la elaboración de ladrillos cocidos a una temperatura de 1200 °C. Viéndose un aumento en la permeabilidad de 0,085 cm/s y la porosidad de 26,5% al 90 %. La resistencia a la compresión llega a 40 MPa siempre y cuando se dé el 60 de los nuevos materiales, pero disminuye hasta un 22 MPa cuando la proporción aumenta a un 70%. (Zhu, Wang, Liu, Ji y Wang, 2017, p.3)

Emplearon materiales como lodos de desechos de automoción (AWS) hasta en la mitad del peso), residuos de vidrio (GW) en proporción de 10 a 20 % y las cenizas de madera (WA) en proporción del 10 % de peso, para la elaboración de unidades de albañilería. Dando resultados favorables en todas sus temperaturas de cocción. La resistencia a la flexión se incrementó a 6,72 MPa al incorporar 40% de AWS, 10% de GW y 10% de WA a una temperatura de 1000°C. (Wiemes, Pawlowsky y Mymrin,2017, p.3)

Los residuos de la producción de ácido bórico (BG) para la elaboración de ladrillos, en la proporción de 2,5 a 15%. La densidad aumento al incorporar el BG, al igual que el porcentaje de absorción del 19,1% al 22,2%. La resistencia a la compresión bajo de 28 hasta 21 MPa y luego incremento hasta 30 MPa al cambiar la proporción de BG al 10 %. (Abi ,2014, p.2)

Es así que se analizó e investigo diferentes trabajos de investigación y ensayos de laboratorio en referencia a la fabricación unidades de albañilería no cocidas elaboradas con nuevos materiales teniendo como ejemplar los siguientes estudios:

Los residuos de fibra de madera (WFW), ceniza de cascarilla de arroz (RHA), y residuos de polvo de piedra caliza (LPW) en una proporción de 25% de cada material para producir bloques de hormigón ligero. La absorción descendió de 11,8%, a 6,6%, 6,3% y 4,7% al incorporar el 25% de WFW, LWP y RHA, respectivamente. La densidad también bajo considerándose más ligero que un bloque tradicional. (Torkaman, Ashori y Momtazi, A. S,2014, p.4)

La ceniza de combustible pulverizada (PFA) y ceniza de madera de alto contenido en calcio (HCWA)para la elaboración de material cementante. En proporción de 0 a 100%. La resistencia a la compresión y a la flexión aumento a un 60 y 40 % respectivamente, teniendo por resultado resistencias de 30 MPa y 1.55 MPa. Cumpliendo con la normativa (Torkaman, Ashori y Momtazi, A. S,2014, p.3)

El polvo de horno de cemento (CKD) en proporciones de 0%, 30% y 50% para la elaboración de unidades de albañilería. Reduciendo el peso de 1,97 a 2,22 t/m³ además el porcentaje de absorción paso de 1,20 a 5,40% y de 7,80 a 11,40% en proporción de 30% y 50% CKD. La resistencia a la compresión de los ladrillos se redujo. (Sadek y Salah ,2017, p.2)

Un ladrillo ecológico incorporando polvo de vidrio (GP, 20 - 35 % en peso) y cenizas volantes de aceite de palma (POFA, 20 - 35 % en peso) como reemplazo parcial del cemento y utilizando fibras de palma de aceite (0,5 - 1% en peso de aglutinante) y cal como aglutinante. El ladrillo ecológico desarrollado tenía una correlación diversa de porosidad (19 - 27%) y densidad aparente (1628 - 1338,7 kg. m^3). La absorción de agua exhibió la misma tendencia que la porosidad, pero aún está dentro del límite prescrito en la norma ASTM C67. Además, a medida que la proporción de fibra de palma aceitera aumenta la tasa inicial de absorción (0,2 - 5 kg/m²). Los resultados revelaron que la utilización del contenido de fibra, como aglutinante disminuyó la resistencia a la compresión (15,39 MPa - 7,21 MPa) del ladrillo fabricado. También se puede observar que la resistencia a la compresión aumenta con el aumento del contenido de polvo de vidrio en el mismo contenido de fibra. Por otra parte, la resistencia a la flexión (1,12 - 1.625 MPa) aumenta con el aumento del contenido de fibras en los ladrillos de nuevo desarrollo, por lo que la mayor resistencia a la flexión se obtuvo con la mezcla del 35% de polvo de vidrio, el 35% de cenizas volantes de aceite de palma y el 15% de polvo triturado con el 0,75% de 34 fibras de palma de aceite. Por lo tanto, se puede interpretar que el polvo de vidrio es más sustancial que las cenizas volantes de aceite de palma para el aumento de la resistencia. (Raut y Gomez ,2017, p.54)

La utilización exploratoria de los desechos de las minas de hierro (MSW, 30 -50% de peso) y el polvo de las canteras (40 -62% de peso), como reemplazo de la arena, y la cal (2% de peso) como reemplazo parcial del cemento en la producción de bloques de tierra estabilizada comprimida (CSEB). Los bloques fueron moldeados y prensados por el mecanismo de palanca inferior y se sometieron a un curado húmedo durante 1 mes. Los resultados revelaron que la óptima resistencia a la compresión y a la flexión y la absorción de agua se alcanzaron con un 30% del contenido de residuos de la mina, un 60% de polvo de cantera y un 2% de cal, por lo que se encontraron 5 MPa, 1,12 MPa y un 12%, respectivamente a los seis meses de edad. (Nagaraj y Shreyasvi ,2017, p.4)

La factibilidad de utilizar materiales por producto para producir una unidad de mampostería de hormigón más ecológica. Se utilizó aserrín (SD, 5 -20 vol%) como sustituto parcial de la arena y luego el cemento se sustituyó parcialmente por barro

de cal (LM, 5 -15 vol%) y ceniza de madera (WA, 5 -15 vol%). La densidad de todos los especímenes se obtuvo para estar en el rango de 1380 kg/m^3 a 2080 kg/m^3 , sin embargo, el aumento de las proporciones de aserrín y ceniza de madera redujo la densidad y aumentó la absorción de agua (aserrín/ (11,5 - 24%), ceniza de madera/ (11,5 - 17,1%)). Por otra parte, la incorporación de lodo de cal en los especímenes redujo la absorción de agua (11,5 - 10%) y aumentó ligeramente la densidad en el porcentaje óptimo de 6,1% del contenido de cemento. La incorporación de aserrín y ceniza de madera redujo la resistencia a la compresión hasta un 86% y un 17,7%, respectivamente, mientras que la incorporación de barro de cal aumentó la resistencia a la compresión en un 23,2% en comparación con los especímenes de control. En conclusión, se encontró que el porcentaje óptimo de reemplazo de aserrín, ceniza de madera y barro de cal era de 0%, 10% y 15%, respectivamente, para producir unidades de mampostería de hormigón que cumplieran con los requisitos de los muros de carga. (Madrid, Orbe, Rojí y Cuadrado,2017, p.4)

La utilización de goma de miga (CR, 10-40 vol%) como sustitución parcial del agregado fino para fabricar bloques y ladrillos huecos largos engomados utilizando una máquina autocompactora con un porcentaje variado de relación w/c (0,7-0,9). Los resultados mostraron que la densidad seca de los especímenes engomados disminuyó hasta un 16% a medida que aumentaba el caucho de miga, por lo que la densidad alcanzada osciló entre 2042 kg/m^3 y 1724 kg/m^3 . Por lo tanto, la resistencia a la compresión exhibió una drástica reducción en la relación de 0,8 w/c con un aumento del contenido de caucho (19,24-7,56 MPa) a los 28 días de curado, en particular la incorporación de más del 20% de la goma de migas. El estudio recomendó el porcentaje óptimo de miga de goma no debe ser más del 20% para una relación de peso de 0,9. (Sodupe, Fraile, Ferreiro y Sanz,2016, p.3)

El aserrín como material cementante en la elaboración de unidades de albañilería (15-60% de cenizas volantes (FA) y 5% de humo de sílice (SF)). En donde se evidenció un incremento en la resistencia a la compresión de los ladrillos de 10,43 MPa. Además, el resultado de la absorción de agua fue del 10%, lo que supera el porcentaje mínimo normado. Así se confirma la viabilidad del uso de estos nuevos materiales en la elaboración de unidades de albañilería. (Mohammed y Aswin,2016, p.3)

La escoria de acero (SS) y la escoria de alto horno (BFS) para sustituir el cemento y la arena respectivamente. Se incrementó la densidad a 2545 kg/m^3 , dando como resultado un mayor porcentaje de absorción 6,7%. La resistencia a la compresión fue de 23,6 MPa. Este ladrillo es considerado ecológico y sostenible, además que no hay desperdicio alguno. (Mahoutian y Shao,2016, p.26)

La incorporación de reciclado de agregado fino de residuos de pared (RFA, 25-100 wt%) en sustitución de la arena. Comprobando la reducción de la densidad (hasta el 3,5%) pero cuando se utilizaba 50% de RFA, se visualizó una densidad 1,7% mayor que la del ladrillo de control. Hubo evidencia de aumento en la resistencia a la compresión al incorporar el RFA al 50% (20,98 MPa). Con esas proporciones la resistencia a la flexión fue de 5,35 MPa, Además la absorción de agua también se incrementó (9,53 a 11,46 %). Concluyendo en que el RFA es un nuevo material que puede ser utilizada en la sustitución de arena para la elaboración de unidades de albañilería. (Ismail, Anas y Zaiton,2016, p.45)

La incorporación de cenizas de fondo de incinerador (BA, 0-100 wt%) para los agregados en la elaboración de unidades de albañilería. la resistencia a la compresión, a la flexión y la densidad se redujeron de 10,7-4,0 MPa, de 2,3-1,0 Mpa y de $2214\text{-}2009 \text{ kg/m}^3$, respectivamente, al incorporar la BA, sin embargo, la permeabilidad del agua se incrementó al adicionar BA, (7,0% al 20,4%). (Holmes, O'Malley, Cribbin, Mullen y Keane,2016, p.46)

Todo municipal de los residuos de una planta de tratamiento de agua (WTPW, hasta 5 wt%) en la fabricación de unidades de albañilería de cemento del suelo. La reducción de la resistencia a la compresión de los ladrillos de cemento para suelos que incorporaban los desechos mencionados anteriormente se redujo con el aumento del contenido de los desechos. La resistencia fue de 4,25 MPa con un 5% WTPW mayor a lo normado. Los resultados revelaron que la densidad aparente de los ladrillos innovadores disminuyó ligeramente con el aumento del contenido de residuos hasta 1925 kg/m^3 , mientras que su absorción de agua aumentó hasta el 21,7%. (Rodrigues y Holanda ,2015. p.12)

Cenizas volantes (FA) además de cenizas de fondo (BA) para sustituir el cementante. La resistencia a la compresión creció desde 7,13 MPa a 17,36 MPa siendo la relación 1:1:0,45. La resistencia a la flexión paso de 1,21 a 2,34 MPa, además la densidad llego hasta 1340 kg/m^3 . Descendió la absorción de agua en un 15.2%. Siendo este un gran material sostenible para la elaboración de unidades de albañilería. (Naganathan, Mohamed y Mustapha,2015, p.4)

La elaboración de unidades de albañilería no cocida, incorporando la ceniza de ostra calcinada (OSA) en lugar de la cal (0-20 % en peso). Al adicionar la OSA 15% y la cal hasta el 5% incremento la resistencia a la compresión y a la flexión, pero disminuyo en resistencia mecánica. Además, OSA aumentan la fuerza y la durabilidad de las unidades de albañilería. Produciendo ladrillos que satisfacen las propiedades mínimas normadas. (Li, Xu, Chen, Fan y Xiong ,2015, p.6)

Las cenizas volantes y ceniza de cascara de arroz como agregado en la elaboración de unidades de albañilería sin cocer en proporción de 10 a 20 %. Al adicionara los nuevos materiales se visualizó un incremento en la resistencia a la compresión y a la flexión de 16,10 a 22,10 MPa y de 2,80 a 3,50 MPa. Al mismo tiempo, la absorción de agua de los ladrillos producidos aumentó hasta alcanzar el 14,8%, lo que está dentro de los límites estándar vietnamitas [91, 92]. Se registró una notable reducción de la densidad aparente de los ladrillos de construcción sin cocer incorporados con cenizas volantes y cenizas de cáscara de arroz, que fue superior a 1600 kg/m^3 , lo que clasificó a los ladrillos producidos como ladrillos de construcción sólidos. (Hwang y Huynh,2015, p.65)

Las cenizas volantes (FA) en proporción del 88 wt% asimismo la cal en proporción de 12 wt%. Las resistencias a la compresión alcanzo 7,5 MPa y la flexión fue de 0,55 MPa, por lo que cumplieron con la normativa. (Çiçek y Çinçin,2015, p.54)

Los residuos finos de cantera (FQW) como substitución del cemento (0- 50 wt%). Hallándose una reducción de la densidad en un 20% de substitución de cemento por polvo de la cantera con 2220 kg/m^3 . Además, los resultados revelaron un alto reducción de la resistencia a la compresión con el aumento del polvo fino de la cantera que oscilaban entre 25 MPa y 9 MPa a la edad de 28 días. (Teerajetgul y Sinthaworn,2014, p.8)

La ceniza combustible de aceite de palma en proporción de 0 hasta 60 % en peso. La resistencia a la compresión paso de 16 a 7,5 MPa) y la densidad de 2120 a $1980\text{kg}/\text{m}^3$ de la unidad de albañilería utilizando la ceniza combustible de aceite de palma. Cumpliendo con lo mínimo normado. La durabilidad, la absorción de agua (0,1% superior a la muestra de control) de la unidad de albañilería cumplió con lo normado en la ASTM C55-11. (Rahman, Boon, Muntohar, Tanim y Pakrashi,2014, p.4)

Las propiedades mecánicas se reducen en las unidades de albañilería elaboradas con cáscara de almendra de palma aceitera (PKS). La densidad baja en un 31% respecto a las muestras normadas. Además, la densidad aparente varía entre $1800\text{kg}/\text{m}^3$ y $1300\text{kg}/\text{m}^3$ en la proporción de mezcla de 1 cemento: 1 arena: 1 PKS y 1 cemento: 1 arena: 3 PKS, con un tamaño que fluctúa PKS (2,36-4,75 mm). Además de esto la absorción de agua aumentó del 40% 1:1:1 a 90% en 1:1:3 siendo el tamaño mínimo de 2,36mm. Los resultados también demostraron características notables para las muestras con un tamaño pequeño de PKS (2,36 mm), en las que la proporción de mezcla de 1:1:2 producía la máxima resistencia a la compresión (17 MPa) si se comparaba con las proporciones de mezcla de 1:1:1 y 1:1:3 que producían una resistencia a la compresión de 15 MPa y 7 MPa, respectivamente. La resistencia a la flexión descendió con el aumento de este nuevo material empleado, en el que la resistencia a la flexión óptima (2,22 MPa) en la proporción 1:1:1. (Muntohar y Rahman,2014, p.6)

Las cenizas volantes (FA) y los residuos de polvo de ladrillo (BPW). La densidad llego de 1657 hasta $1756\text{kg}/\text{m}^3$. La resistencia a la compresión y a la flexión de las unidades de albañilería con las cenizas volantes y el polvo de ladrillo mostraron incrementos reveladores en todas las edades. (Rovnaník, Řezník y Rovnaníková, 2016, p.4)

Estudiaron el óxido de magnesio (Mgo) para la elaboración de ladrillos. Logrando mayor durabilidad, la resistencia fue de 9,9 MPa en 15% de Mgo y cal. Todas las demás propiedades mostraron resultados beneficiosos. (Espuelas,Omer, Marcelino, Echeverria y Seco 2017,p.87)

Los efectos de la cal en una proporción de 4%, 8%, 10% también el de las cenizas volantes de carbón en un 10%, 12%, 16% y de los agregados de la madera en un 1,5%, 3% en las propiedades de ingeniería de los ladrillos de tierra sin cocer (UEB). Las propiedades de resistencia a la compresión aumentaron significativamente con de estos nuevos materiales, con excepción de los agregados de madera que no adicionaron ningún beneficio a la resistencia. Los valores de densidad varían en las UEBs, pero todos satisfacen los rangos normados. (Masuka, Gwenzi y Rukuni ,2018, p.5)

Como teorías relacionadas al tema dentro del presente capítulo se describió a las unidades de albañilería convencionales, así como las opciones sostenibles de materia prima para luego con estos materiales poder elaborar ladrillos eco amigables.

Los ladrillos son considerados uno de los tantos materiales de construcción más remoto.

Se estima que se han utilizado desde el año 5000 a 4000 AC y están clasificados en el grupo de la cerámica tradicional. A pesar de su edad, siguen teniendo una gran demanda y están clasificados entre los materiales de construcción más importantes por sus muchas ventajas tales como: estética, fuerza, durabilidad, bajo costo y aislamiento. Hoy en día, la producción de ladrillos de arcilla cocida es practicada en todo el mundo, desde la pequeña escala hasta la escala industrial. Cualquiera que sea el método de producción, se emplean en todas las construcciones necesarias para la construcción de muros; es por ello que es muy útil, no sólo por dominar la fuerza y la durabilidad de tales productos, sino también porque se puede predecir su comportamiento en condiciones extremas como la exposición al fuego. (Bidoung, Pliya, Meukam, Noumowé y Beda,2016, p.1)

Las unidades de albañilería siguen demostrando ser una de las más versátiles al momento de apreciar sus propiedades y utilidades a través del tiempo. Fernández, A pesar de que el ladrillo ha sufrido varios cambios de uso, forma y fabricación durante miles de años de la evolución, la simplicidad de uso permanece; numerosos edificios construidos con ladrillos de arcilla prevalecieron hasta al siglo XXI, lo que demuestra la fuerza de este material a lo largo de siglos a tormentas de lluvia, nieve,

ciclos de helado, altas temperaturas, contaminación y deterioro inducida por el hombre.

Los ladrillos de cerámica sólida se obtienen de la arcilla cocida, la materia prima disponible en grandes cantidades en La Tierra. Su amplio uso demostró que era un material de una construcción eficiente que resista las condiciones más duras clima y proporciona un aislamiento térmico adecuado. Las propiedades de la mampostería de ladrillos dependen esencialmente de las propiedades de los ladrillos individuales, que dependen de la calidad de las materias primas utilizadas y del proceso de fabricación. (Lourenço y Castro ,2016, p.1)

Estudios arqueológicos demostraron que los primeros individuos desarrollaron importantes avances en la fabricación del ladrillo.

En las ruinas de Babilonia y Nínive se descubrieron ladrillos comunes y esmaltados de apariencia común y en perfecta conservación. Se tiene el conocimiento de que en la época griega se construyó muchos de sus monumentos a base de este material, así también fueron empleados en la época de los emperadores en Roma. En España también se observan las construcciones de término alhambra que proviene del árabe además del museo de Córdoba en donde se visualizan los muros de ladrillo. A inicio de la Edad Media el manejo de este material decayó siendo solo empleado en la construcción de arcos y de algunas criptas, mientras que en la época del renacimiento estuvo presente a través de la creación de murallas. Su máximo apogeo se dio durante la época industrial en el siglo IX desde acá su gran evolución en el mundo siendo de los materiales más preferidos y dinámicos en la construcción. (Ceppi ,1892, pp.2 - 3)

Desde entonces, aunque con diferentes usos, podemos utilizar al ladrillo como uno de los principales materiales de construcción de diferentes períodos históricos, pero especialmente durante la época de renacimiento e industrial.

Las unidades de albañilería destacan por sus propiedades, así como por su fabricación que han ido desarrollándose dependiendo de su uso y de las nuevas tecnologías.

Esta evolución es pronto visible en las dimensiones de los ladrillos, cuya forma era inicialmente una losa relativamente gruesa de dimensiones muy variables (30-40)

× (25-40) × (4-6) cm, diseñado para ser hecho en el sitio y manejado por dos hombres, habiendo evolucionado a rectángulos más pequeños (25-35) × (10-20) × (3.5-4) cm y culminando con las actuales medidas de 22×11×7 cm, que son un ladrillo que es fácil de manejar para un solo hombre. Estas dimensiones también cambiaron dependiendo del tipo de elemento estructural que iba a ser construido. Los antiguos ladrillos existentes han sido alterados por mecanismos de erosión climática (precipitaciones, viento), el envejecimiento y otros efectos a largo plazo, la que influye en las propiedades que muestran actualmente y no representan sus propiedades originales. (Fernández, Lourenço y Castro, 2016, p.2)

La forma de una unidad de albañilería es la de un prisma rectangular de dimensiones diferentes dependiendo de los tiempos y lo países

Las unidades de albañilería en las antiguas ciudades eran de forma cuadrada con unas dimensiones de 0.315 m por lado. Los ladrillos hallados en la rivera de Éufrates que también fueron del templo de Bélus midieron 0.35 x 0.32x 0.072 m mientras que en Roma las dimensiones serian de 0.445 x 0.05 y de espesor 0.021. (Ceppi,1892, p.8)

El ladrillo es una unidad de albañilería normada es por ello que tendremos diferentes parámetros y características que describiremos en siguiente.

Actualmente la denominación de ladrillo es de aquella unidad que por sus dimensiones y peso puede ser manipulada utilizando una mano. Así mismo se define al bloque como aquella unidad que por sus dimensiones y peso se requiere de las dos manos para su manipulación. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares y tubulares además consiguen ser producidas de manera artesanal y de manera industrial. (El RNE,2017, p.433)

En relación a la unidad de albañilería también este reglamento nos da a conocer la clasificación para fines estructurales de la unidad de albañilería, conociendo estas características en la siguiente tabla:

Tabla 1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f' mínimo en MPa b (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Así mismo este documento nos da conocer las limitaciones en su aplicación, mencionando que el uso de cada unidad de albañilería está condicionado a lo que se indica en la norma de Diseño Sismo resistente E.030 del RNE, como se muestra en la siguiente figura.

Tabla 2. limitaciones para el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	muro portante en edificios de 4 pisos a mas	muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	muro portante en todo edificio
solido artesanal	no	si, hasta dos pisos	si
solido industrial	si	si	si
alveolar	si celdas totalmente rellenas con grout	si celdas parcialmente rellenas con grout	si celdas parcialmente rellenas con grout
hueca	no	no	si
tubular	no	no	si, hasta 2 pisos

Es por ello que las dimensiones vigentes de las unidades de albañilería han sido estandarizadas,

Para los fabricantes de ladrillos se tienen unas dimensiones establecidas, para la soga será de 31.5 cm para el tizón 24,0 cm y como dimensión mayor el grueso será de 6.5 cm (Sánchez,2014: p.1)

El material cotidiano a utilizar en la elaboración de unidades de albañilería es la arcilla,

Como Materia prima se tiene: (a) Arcilla: considerado el agregado mineral terroso que tiene en su composición silicato de aluminio hidratados. Es plástica en un estado pulverizado, es rígida cuando tiene un estado seco, además es vidriosa cuando se hornean a 100°C (b) Esquisto arcilloso: Aquella arcilla estratificada,

sedimentadas y consolidadas (c) Arcilla superficial: Aquella arcilla estratificada no consolidada que está en la superficie. (Normas Técnicas,1978, p.1)

Para las propiedades se consideran aquellas que afecten su comportamiento, así como su calidad.

Sus Principales Propiedades son las siguientes: (a) Resistencia a la Compresión: Esta es la una de las propiedades más importantes y significantes. Ya que nos da a conocer su calidad estructural y su resistencia a la intemperie y/o al deterioro. (b) Densidad: Mientras mayor sea la densidad del ladrillo mayores serán sus propiedades a la resistencia (c) Modulo de ruptura: Aquella medida de la resistencia a la tracción del ladrillo, está estrechamente relacionada con la resistencia a la compresión y es necesaria sobre todo en caso de ladrillos tipo IV y V. (d) Absorción Máxima: Esta es la medida de su impermeabilidad y es muy efectiva en caso se desee utilizar un ladrillo en zonas con mucho contacto con el agua. (e) Coeficiente De Saturación: Es aquella relación entre la absorción del ladrillo y la absorción máxima del ladrillo. Mientras mayor sea este coeficiente mayor será la cantidad de agua que podría absorber. (f) Eflorescencia: Es la medida del afloramiento de las sales que contiene el ladrillo cuando a este se ha humedecido. El fin de la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería además de las rajaduras. (Normas Técnicas,1978, p.5)

Por todo lo expuesto se realizó la **formulación del problema** en base de realidad problemática presentada se planteó el siguiente **problema general** de investigación: El problema general de la investigación fue la falta de clasificación de unidades de albañilería producidos con materiales de desecho.

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes: (a) no existen clasificación de materiales de desecho; (b) no existen la clasificación por método de producción en las unidades de albañilería; (c) no se evidencia resultados en cuanto a las resistencias normadas. Frente a estos parámetros antes mencionados también se formularon el **objetivo general** siendo, clasificar las unidades de albañilería fabricados con materiales de desecho. De la misma forma disgregando este objetivo general en **objetivos específicos** tales como: (a)

clasificar las unidades de albañilería según el tipo de elaboración, (b) clasificar las unidades de albañilería según su origen de procedencia, (c) clasificar las unidades de albañilería según sus propiedades físico- mecánicas.

El motivo por el cual fue seleccionado el tema de estudio en relación a nuevos materiales en unidades de albañilería fue por la curiosidad y las ansias de conocer en referencia a nuevos sistemas constructivos, tecnologías y materiales que pueden darle a la ingeniería un valor agregado en cuando a la fabricación de unidades de albañilería. Es por ello que también damos a conocer propuestas de reciclaje y también de uso de desechos generando así un mínimo impacto ambiental frente a nuestro medio ambiente, siendo este un tema muy delicado hoy en día.

Tomamos como material de estudio al ladrillo ya que es de lo más utilizados en la construcción su vigencia hace que sea de los preferidos, además de esto hoy en día los desechos se pueden incorporar muchas veces fácilmente en la elaboración de este, por lo que nos brinda una oportunidad de considerarlo como un material de construcción versátil e incluso eco amigable ya que sus mismos escombros hoy en día pueden ser reutilizados.

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

Esta investigación se realizó de carácter descriptivo y ha empleado el enfoque cualitativo en concordancia a las opiniones y resultados vertidos por los diferentes autores de artículos y libros encontrados.

El análisis cualitativo es un mecanismo dinámico y creativo que tiene como objeto de estudio la experiencia directa de los investigadores en los contextos estudiados, es así el motivo por el cual esta etapa no se puede delegar. Los datos tienen la característica de heterogeneidad y derivan tanto de entrevistas (individuales y grupales) como de revisiones directas, de escritos públicos o privados, de notas metodológicas, etc., cuya relación en la integración es necesario para recomponer una visión de conjunto. (Amezcuca y Gálvez,2002: p.9)

2.2 Escenario de estudio

En el presente trabajo de investigación se estudiará el ámbito de trabajo de la clasificación de unidades de albañilería fabricados con materiales de desecho.

2.3 Participantes

“Clasificación de unidades de albañilería fabricados con materiales de desecho”

En referencia a la población de este trabajo de investigación está conformada por el total de normas técnicas de unidades de albañilería, así mismo se realizó un tipo de muestreo por conveniencia debido a la importancia de cada unidad de albañilería incorporada con material de desecho. Se incluirán las características físico-mecánicas, del mismo modo el tipo de fabricación de cada uno de estos ejemplares.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este trabajo de investigación con diseño cualitativa de la narrativa se desarrolla un muestreo de escritos tales como: trabajos de investigación de múltiples institutos estadísticos públicos, libros, capítulos de libros, artículos de revistas indexadas, etc. Teniendo en consideración las búsquedas en diferentes sitios web que contengan una importante base de datos como EBSCO, ProQuest, Google Scholar, etc., así mismo teniendo en atención de que el tiempo de

antigüedad no supere los 5 años de igual manera haciendo uso de las palabras clave en inglés, portugués, español, etc. Analizando la magnitud de investigación que se está realizando puede realizarse un cuadro de resumen de documentos utilizados en la elaboración del presente trabajo de investigación.

El análisis cualitativo, tiene como labor fundamental realizar el tratamiento analítico y de esta manera buscar generar las posibilidades de interpretación. Es por ello, el análisis involucra una re-construcción de sentido, pone de manifiesto un sentido latente. Los antecedentes son vistos, entonces estos documentos son herramientas necesarias para poder realizar un trabajo de calidad y de elevada importancia para luego así someterlos a la aplicación de una organización unitaria que permite diferenciar sus componentes. (Echeberria,2017: p.9)

Es por ello que el documento empleado se puede recopilar en una tabla que a la vez nos informara por cada criterio las características de cada uno de los artículos ya antes investigados, tal como se da a conocer en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resumen de criterios de búsqueda

Tipo de Documento	Documentos referido a	Cantidad	Palabras clave buscar	criterios de inclusión	criterios de exclusión
Artículo científico	Definición de las variables, el enfoque y el tipo de Investigación de cualitativa	2	La investigación cualitativa, evaluación cualitativa, Evaluación qualitative	Investigación cualitativa	Investigación cuantitativa
Artículo científico	Normas y documentos	3	Normas ISO, Normas chinas, Normas rusas, Normas norteamericanas	Normal mundiales de edificación	
Artículo científico	Fabricación de ladrillos quemados que incorporan materiales de desechos orgánicos	20	Ladrillos, cocción de ladrillos, desechos orgánicos	ecoamigables	No biodegradables

Tipo de Documento	Documentos referido a	Cantidad	Palabras clave buscar	criterios de inclusión	criterios de exclusión
Artículo científico	Fabricación de ladrillos cocidos que incorporan materiales de desechos inorgánicos	10	Ladrillo, cocción, desechos inorgánicos, sostenibilidad	ecoamigables	Contaminantes, biodegradables
Artículo científico	Fabricación de ladrillos no cocidos que incorporan materiales de desecho	27	Ladrillo, no cocción, desechos inorgánicos, sostenibilidad	ecoamigables	contaminantes
Artículo científico	Teorías relacionadas	12	Nuevos materiales, construcción, albañilería, sostenibilidad, desechos	ecoamigables	contaminantes

2.5 Procedimiento

Para desarrollar este proyecto de investigación se realizó los siguientes pasos: (a) recopilación de información en cuanto a nuevos ladrillos fabricados con materiales de desecho,(b) recopilar estudios previos, en los que vamos a tener ensayos realizados en laboratorio hecho por diferentes autores , (c) identificar los criterios de clasificación de los nuevos ladrillos fabricados con materiales de desecho empleando criterios como el tipo de material, método de producción, tipo de fabricación, tamaño de la unidad, características físico-mecánicas , densidad a granel, absorción y algunas otras propiedades que se describen en los cuadros de resultados; (d) elaboración de matrices de clasificación de las unidades de albañilería, (e) realizar un análisis crítico, (f) realizar una discusión, (g) elaborar las conclusiones, (g) elaborar las recomendaciones para futuras investigaciones.

2.6 Método de análisis de información

El método de análisis de información fue en clasificar las unidades de albañilería fabricados con materiales de desecho de acuerdo al tipo de fabricación siendo cocidos y no cocidos, así mismo dentro de los cocidos analizaremos de acuerdo al tipo de proveniencia del material ya sea orgánico o inorgánico.

2.7. Aspectos éticos

Es común que durante el desarrollo de la investigación cualitativa nos cuestionemos el cómo garantizar el rigor científico y de qué manera se juzgara. Según Salgado (2007) los criterios mayormente utilizados son (a) la dependencia, (b) la credibilidad, (c) la auditabilidad y (d) la transferibilidad. (p.2)

En primer lugar, la dependencia la realizamos recolectando diferentes artículos con los mismos tipos de elaboración, así como el mismo tipo de materia, al referirnos a los desechos incorporados, por lo que generamos resultados equivalentes. Se recolecto datos de investigadores que generaron resultados con los mismos materiales por lo que nuestra dependencia se considerara interna, de esta manera garantizamos la sistematización en la recolección y el análisis cualitativo.

En segundo lugar, la credibilidad la obtenemos gracias a los resultados obtenidos de nuestra investigación cualitativa que se plantearon a base de los artículos y libros recopilados, obteniendo resultados verídicos.

En tercer lugar, la auditabilidad está presente a través del seguimiento de clasificaciones similares con respecto a nuevos materiales por los investigadores a estudiar, esta estrategia nos permitió el tener conocimiento de los datos y conclusiones similares a las nuestra, ayudándonos a guiar nuestra investigación.

Por último, la transferibilidad de esta investigación se avala ya que esta puede adaptarse a otros contextos, es aplicable y considerable para otro tipo de clasificaciones, además de esto consideramos que se pueda aun recolectar mayor información por lo que esta clasificación puede tener resultados aún más extensos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación se centra en la evaluación del comportamiento de la propiedad de ladrillo cuando se incorpora en su elaboración nuevos materiales respectivamente.

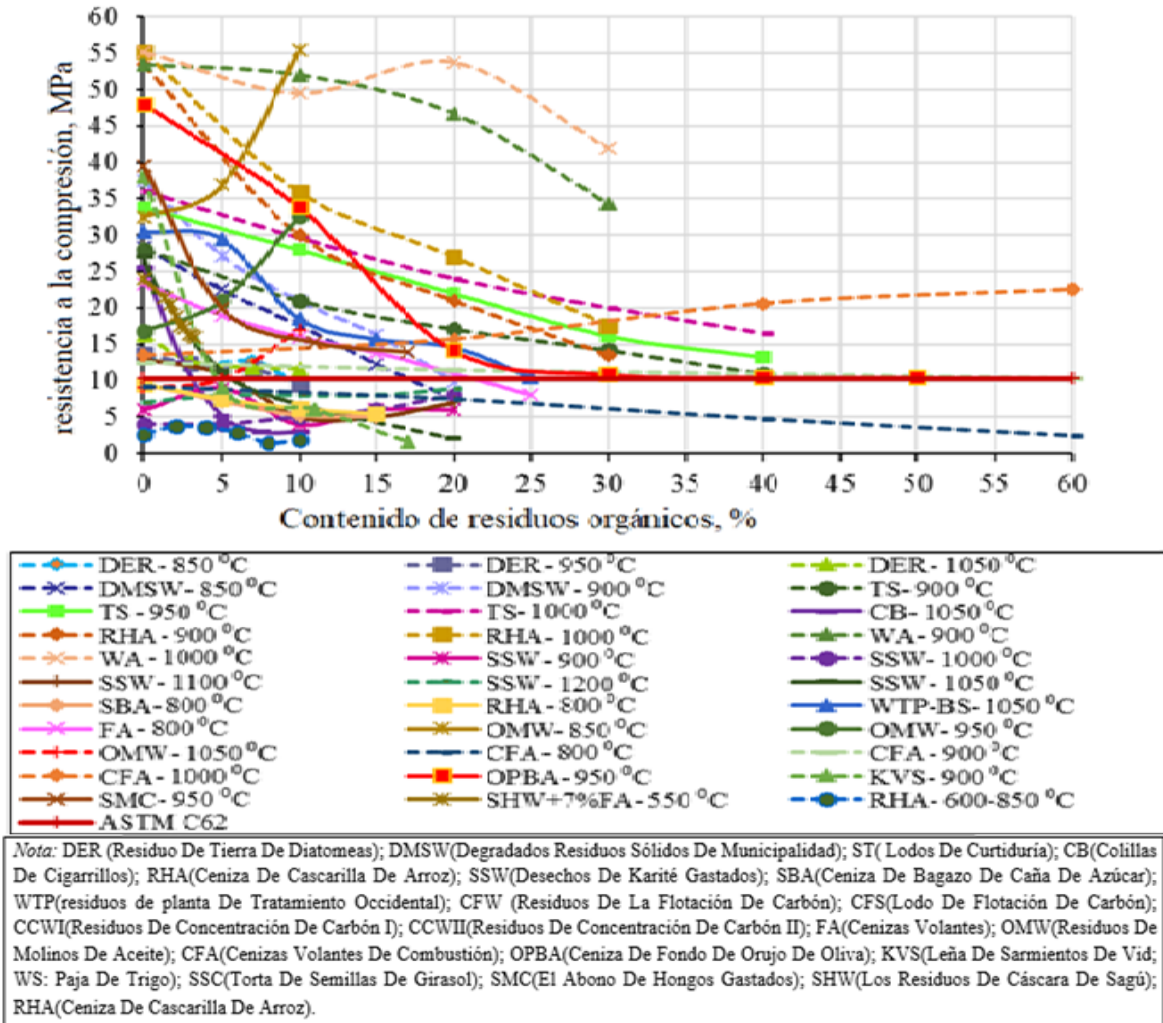


Figura 01. Propiedad de resistencia a la compresión de unidades de albañilería cocidas elaboradas con nuevos materiales orgánicos

La Figura 01 muestra la incorporación de materiales hasta el 60%, de la mayoría de los nuevos materiales orgánicos reduce la propiedad de resistencia a la compresión. Pero en otros casos al adicionar la proporción de nuevos materiales orgánicos aumenta la resistencia, aunque estén dentro del mínimo requerido.

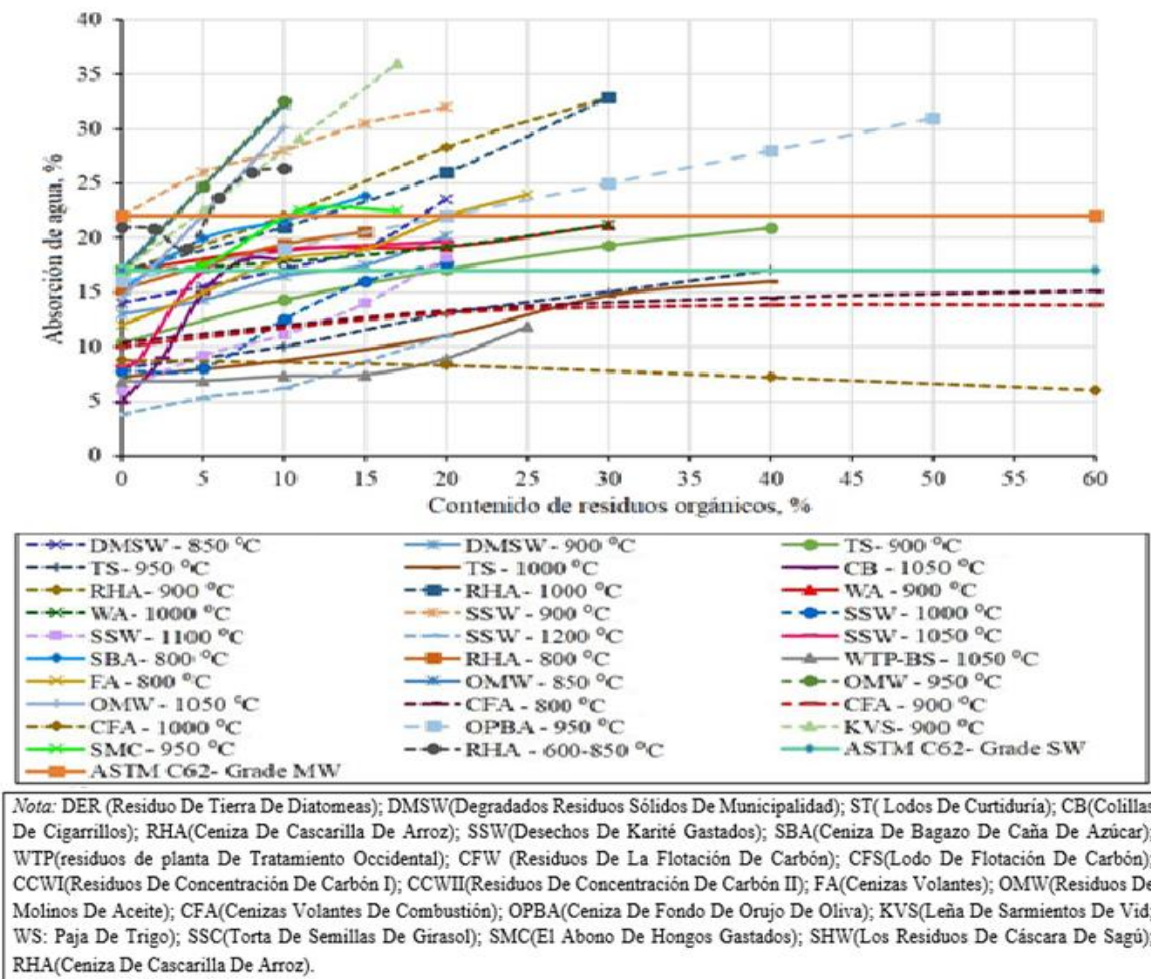


Figura 02. Propiedad de absorción de agua unidades de albañilería cocidos elaborados con nuevos materiales orgánicos.

La Figura 02 ilustra la absorción de agua de los ladrillos quemados, en cantidades de hasta el 60% de diversos desechos, a una temperatura de cocción que oscila entre 600 °C y 1200 °C. Todos los ladrillos desarrollados mostraron un aumento en la absorción de agua con el aumento del contenido de residuos orgánicos, excepto las cenizas volantes de la combustión (CFA) disparadas a 1000 °C, donde disminuyeron. Los resultados concluyen que la utilización de desechos orgánicos llevó a categorizar la absorción de agua de los ladrillos fabricados en los mismos límites de grado prescritos en la norma ASTM C62, donde los grados SW (Intemperismo severo), MW (Intemperismo moderado) y NW (Intemperismo insignificante), deben presentar niveles de absorción de agua inferiores al 17%, 22% y ningún límite, respectivamente.

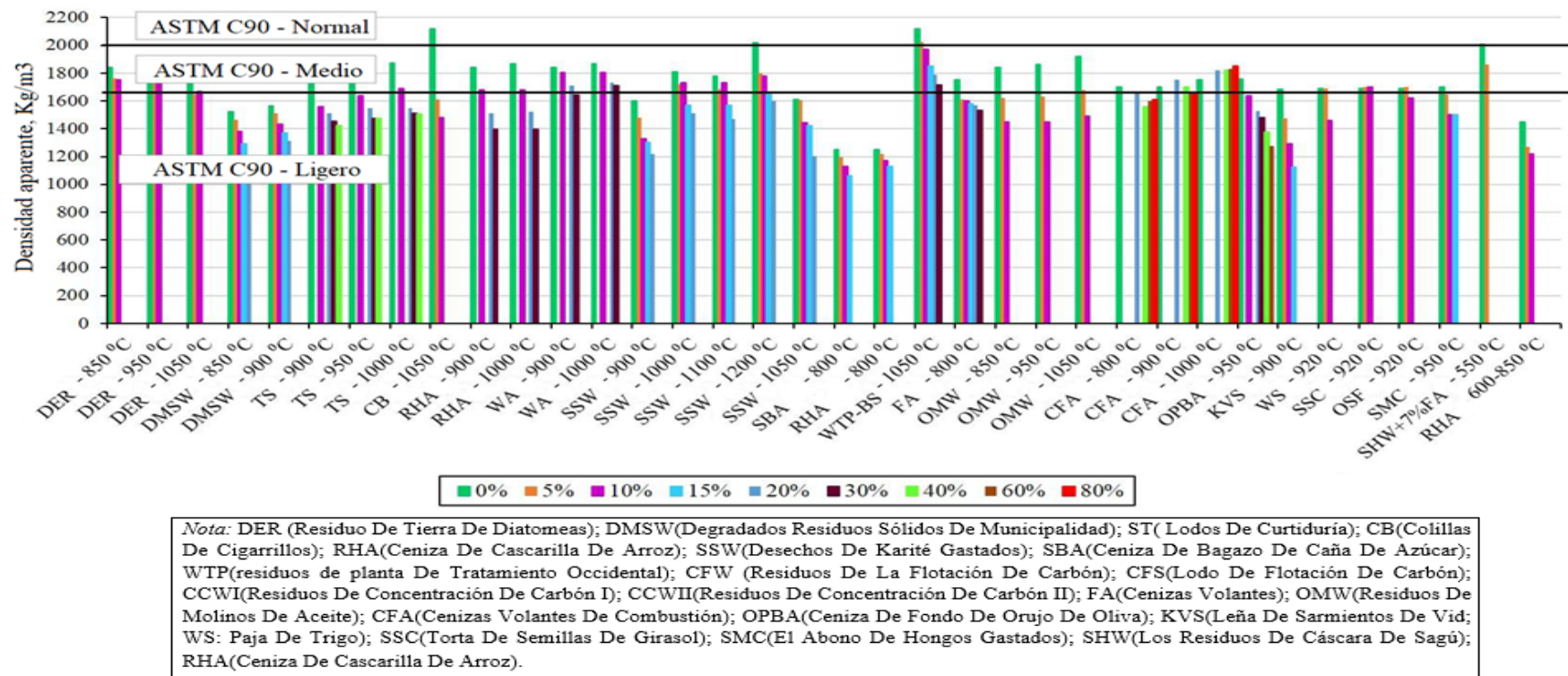


Figura 03. Propiedad de densidad de las unidades de albañilería cocidos elaborados con nuevos materiales orgánicos

Figura 03 presenta la comparación de la densidad aparente de diferentes ladrillos fabricados con diversos materiales orgánicos, con un contenido de hasta el 80%, a una temperatura de cocción entre 550 °C y 1200 °C. El incluir los nuevos materiales orgánicos en la elaboración de las unidades de albañilería evidencia un resultado positivo en cuanto su densidad. Los resultados ilustran que la incorporación de contenidos crecientes de desechos orgánicos (5% y más) dio lugar a la producción de ladrillos ligeros según los requisitos de la norma americana ASTM C90 que se muestra.

Tabla 4. Unidades de albañilería cocidas elaborados con nuevos materiales orgánicos

Número	Residuos de contenido de material y (% en peso)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad de masa (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	La absorción de agua (WA) y Porosidad	Otras propiedades	Ref.
1	Residuos de tierra de diatomeas (3 - 10%)	Moldeado y quemado bajo 850, 950 y 1050 °C de temperatura de disparo.	120 x 28 x 18	1770 - 1670	El CS se situó entre 12,7 y 9,5 MPa El FS se situó entre 7,8 y 5,0 MPa	La porosidad aumentó en un 37%.	La conductividad térmica disminuyó	Galán, Cortes, Bueno y Martínez, 2017, p 327-337.
2	Residuos sólidos municipales (MSW) (5 - 20%)	Moldeado + secado en horno (105 °C) y luego quemado bajo 850, 900 °C de temperatura de cocción.	61 x 29 x 19	1511 - 1211	El CS se situó entre 27,2 y 9,96 MPa	WA aumentó un 9% y 8% en el suelo laterítico y un 11% de arena 10% en el suelo aluvial	No hay grietas visibles, no hay eflorescencia y la parte inferior contracción lineal	Goel, kalamdhad, 2017, p 259-266.
3	Lodos de curtiduría (10 - 40%)	Sujetar la mano, luego 24 horas de secado natural, 48 horas de secado en el horno (105 °C) y calentado a 900, 950 y 1000 °C	120 x 60 x 35	1850 - 1400	CS: oscilaba entre 10,98 y 29,61 MPa	WA: aumentó de 7,2% - 20,9%	La contracción del fuego disminuyó y no hubo eflorescencia.	Juel y Mizan, 2017, p 259-269

Número	Residuos de contenido de material y (% en peso)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad de masa (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS) MPa	La absorción de agua (WA) y Porosidad	Otras propiedades	Ref.
4	Colillas de cigarrillos recicladas (2,5, 5, 7,5 y 10 %)	Secado en el horno durante 24 horas a 105 °C y luego quemado a 1050 °C de temperatura de cocción.	300 x 100 x 50	1941 - 1482	CS: rango de 12.57 - 3.0 MPa FS: rango de 2.48 - 1.24 MPa	WA: varió entre el 9% y el 18%. Porosidad: aumentó	Disparando la energía ahorrada hasta un 58%	Mohajerani, Kadir y Larobina, 2016, p 228-244
5	Cáscara de arroz (10 - 30%), residuos de cenizas de madera (10 - 30%)	Comprimido a 54,5 MPa y disparado a 900 o 1000 °C durante 4 horas	-	1839 – 1394	El CS osciló entre 53,4 y 13,5 MPa.	La WA aumentó hasta el 21,2% y el 32,9% La porosidad aumentó hasta el 10,8 vol% y el 7,3 vol%	Conductividad térmica (hasta 0,68 W/mK/ 15-30% de reducción)	Eliche, Felipe, López e Infantes, 2017, p 463-475.
6	Desechos de karité gastados (5- 20%)	el molde se comprimó y luego se disparó a 900 o 1200 °C durante 1 hora	-	1800 - 1220	El CS se situó entre 11 y 4 MPa	La WA aumentó hasta el 32%	-	Adazabra, Viruthagiri y Shanmugam, 2017; p 66-74, 286-304, 166-177

Número	Residuos de contenido de material y (% en peso)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad de masa (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	La absorción de agua (WA) y Porosidad	Otras propiedades	Ref.
7	Residuos de lodos de depuradora (0 - 20%)	Secado al aire durante 24 horas y luego secado en el horno a 105 °C durante 24 horas, compactado y luego cocido a 1050 °C.	-	1610 - 1204	El CS se situó entre 27,1 y 2,1 MPa	WA aumentó de 8,22% a 19,69%.	La contracción lineal aumentó del 1,63% al 6,18%.	Kadir, Salim, Sarani, Rahmat y Abdullah, 2017, p 20150.
8	Ceniza de bagazo de caña de azúcar (5-15%), ceniza de cáscara de arroz (5 - 15%), y cal (3 - 18%)	10 días de secado al sol y luego 36 horas de cocción en el horno a 800 °C	228 x 114 x 76	1220 – 1060	El CS osciló entre 5,53 y 7,18 MPa El FS osciló entre 0,83 y 1,27 MPa	La WA varió entre 23.8 - 17.5% La porosidad aumentó de 36% a 44%	El IRA osciló entre 0,55 y 0,805 g/cm ² /min. No hay eflorescencia El contenido óptimo de humedad aumentó de 13.1 – 18.3%	Kazmi, Munir, Patnaikuni y Fawad, 2017, p 3001.
9	Biosólidos (5- 25%)	Secado a temperatura ambiente durante 48 horas, secado en horno a 105 °C durante 24 horas, quemado a 1050 °C durante 3 horas.	Cilindro 105 x 55	2024 – 1714	El CS se situó entre 29,5 y 10,5 MPa	WA aumentó del 11,8% al 14,98%.	La contracción inicial y la contracción volumétrica aumentaron	Ukwatta y Mohajerani, 2017, p 11-22.

Número	Residuos de contenido de material y (% en peso)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad de masa (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	La absorción de agua (WA) y Porosidad	Otras propiedades	Ref.
10	residuos de carbón (hasta el 30 %)	Secado al aire, disparado a una temperatura de disparo de 1000 °C.	250 x 120 x 65	1040 - 1250	El CS se situó entre 11,8 y 13,2 MPa El FS se situó entre 2,7 y 3,1 MPa	La porosidad aumentó	La contracción osciló entre el 7,3% y el 7,5% La conductividad térmica osciló entre 0,19 y 0,23 W/ (m °C)	Abdrakhimov y Abdrakhimova, 2017, p 788-794.
11	Cenizas volantes (0 - 25%)	Secado al sol durante 4-5 d, cocido a 800 °C en el horno durante 3 d	225 x 112 x 75	1610 - 1530	El CS se situó entre 19 - 8,0 MPa El FS se situó entre 5,7 - 3,0 MPa	WA aumentó del 15% al 24% La porosidad aumentó	La eflorescencia disminuyó en un 3,6% de la superficie	Abbas, Saleem, Kazmi y Munir, 2017, p 7-14.
12	Desechos de molinos de aceitunas (0, 5 y 10%)	Comprimido a 20 MPa, secado en horno a 40 °C durante 12 hr y 110 °C durante 24 hr, disparado a 850.950, y 1050 °C durante 2 hr	20 mm (diámetro)	1920 - 1450	El CS se situó entre 36,9 y 10,26 MPa	La WA osciló entre el 14,5% y el 32,5% La porosidad aumentó del 30,8% al 47,0%	La conductividad térmica disminuyó de 0,638 a 0,436 W/mK	Sutcu, Ozturk, Yalamac, Gencel, 2016, p 185-192.

Número	Residuos de contenido de material y (% en peso)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad de masa (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	La absorción de agua (WA) y Porosidad	Otras propiedades	Ref.
13	Cenizas volantes de combustión (0 - 100%)	Comprimido a 10 MPa, secado en horno a 60 °C, cocido a 800, 900 y 1000 °C en horno.	Cilindro 32.5 x 50	1500 - 2000	El CS disminuyó (12,5-2,0 MPa) y a 1000 °C aumentó de 13,5 - 47 MPa	La WA osciló entre el 5,9% y el 18,2%	Menor contracción (<4%)	Leiva, Arenas, Alonso, Vilches, Peceño, Rodríguez y Baena, 2016, p114-118.
14	Cenizas de fondo de orujo de oliva (10, 20, 30, 40 y 50%)	Moldeado y prensado a 54,5 MPa, quemado a 950 °C durante 4 horas	60 x 30 x 10	1635 - 1278	La WA osciló entre el 19% y el 31,5% La porosidad osciló entre el 28,2% y el 39%	WA varió de 19% a 31,5% de porosidad osciló 28,2% a 39%	La conductividad térmica se redujo de 0,143 o 0,166 W/mK	Quesada, Costa, 2016, p 323-333.
15	Leña de sarmientos (5, 11, y 17%)	Secado a 25 °C y 90% de humedad, secado de nuevo a 100 °C y 5% de humedad, disparado a 900 °C	-	1684 - 1124	El CS se situó entre 38,04 y 1.556 MPa	WA aumentó de 16,93% a 36,04% La porosidad aumentó	La conductividad térmica disminuyó de 0,738 a 0,208 W/m. K	Velasco, Ortiz, Giró, Melia, Rehbein, 2015, p 156-164.

Número	Residuos de contenido de material y (% en peso)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad de masa (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	La absorción de agua (WA) y Porosidad	Otras propiedades	Ref.
16	Paja de trigo, harina de hueso de oliva (4% y 8%), y torta de semillas de girasol (4%)	Secado hasta 105 °C, disparado hasta 920 °C durante 1 hora	175 x 79 x 17	1700 - 1460	El FS se situó entre 5,3 y 10,9 MPa	La WA se situó entre el 17,8% y el 30% La porosidad aumentó del 25,6% al 43,5%	La contracción lineal disminuyó del 5,8% al 3,3% La conductividad térmica se redujo hasta el 61%	Bories, Aouba, Vedrenne y Vilarem, 2015, p 158-163.
17	Compost de champiñones gastado (0, 5, 11, y 17%)	Secado al horno a 110 °C, disparado a 950 °C en un horno de túnel	300 x 300 x (20-30)	1700 - 1500	El CS se situó entre 39,5 y 12,5 MPa	WA aumentó hasta el 22,5% La porosidad aumentó del 27,5% al 33%	La contracción lineal aumentó del 5,50% al 6,40%.	Velasco, Ortiz, Giro, Castelló, Velasco, 2014, p 17-22.
18	Cáscara de sagú (1.3, 1.7, 2, 2.3, 2.6, 2.9, 3.1, y 3.3%)	Moldeado, secado al sol, y luego quemado a unos 550 °C por la placa de zinc de la estufa y el papel de aluminio	200 x 110 x 40	1810 - 2010	El CS se situó entre 21,4 y 16 MPa	-	La tasa de absorción inicial varió de 0,014 gr/mm ² /minuto a 0,028 gr/mm ² /minuto.	Ornam, Kimsan, Ngkoimani, Santi, 2017, p 420-426.
19	Cenizas de cáscara de arroz (0, 2, 4, 8, 6, 10%) en peso	Moldeado y cocido en un horno a escala industrial (600-850 °C)	195 x 95 x 50	1450 - 1220	El CS se situó entre 3,7 y 1,9 MPa	WA alcanzó el 19% con un 4% de RHA	Mejora de las propiedades térmicas y acústicas	De Silva, Perera, 2018, p252

Tabla 5. Unidades de albañilería cocidas elaboradas con nuevos materiales inorgánicos

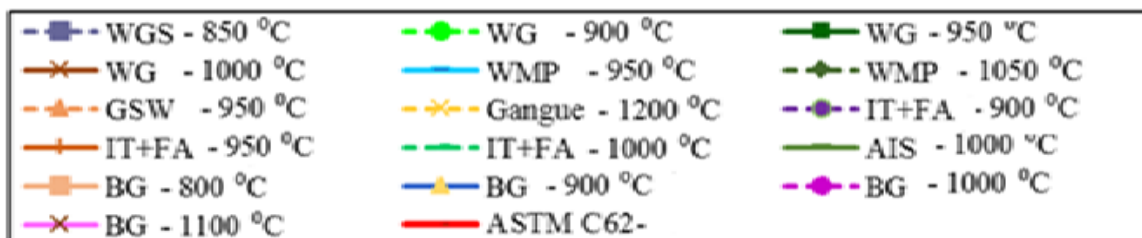
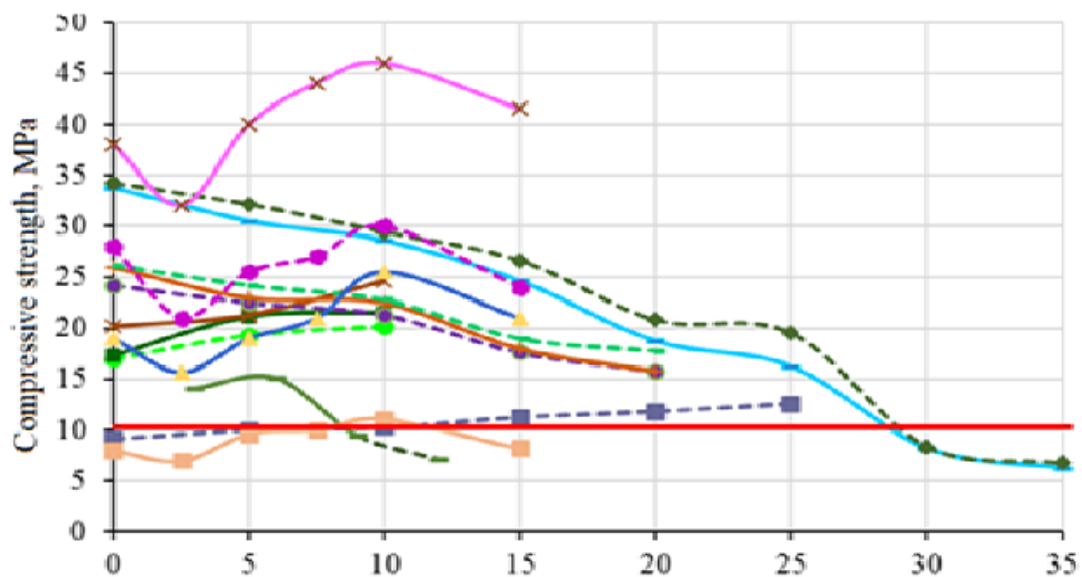
Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
1	Lodo de vidrio de desecho (5 - 25%)	Secado al sol durante 3 d y luego quemado en un horno a 850 °C durante 36 horas.	228 x 114 x 76	1350- 1375	El CS osciló entre 10.0 - 12.56 MPa El FS osciló entre 1.09 - 2.07 MPa	La WA varió de 19.8 a 17% La porosidad disminuyó (46 - 39%)	IRA- 0.3 g/cm ² /min La UPV de no eflorescencia aumentó de 1.643- 1.809 m/s	Kazmi, Abbas Nehdi, Saleen Munir, 2017, : 1867-1880.
2	Diatomita (6%) y lodo de filtro de azúcar (30-0%)	Prensado a 15 MPa, secado en horno a 100 °C durante 12 horas, y luego cocido a 700, 800 y 900 °C en horno durante 2 horas	Forma cúbica 60 x 8 x 6	1375 - 1010	El FS aumentó hasta 12,9 Mpa	La porosidad aumentó hasta el 50,39%.	-	Man, Gao, Yan, Liu, Hao, 2017, p 1035-1042.
3	Cenizas de cascarilla de arroz (5, 10, 15 y 20 vol.), desechos de ladrillos (5, 10, 15 y 20 vol.),	Secado al sol durante 5- 6 d, secado al horno a 120 °C durante 6 horas, cocido a 800 °C en el horno durante 4 horas	77 x 38 x 26	1730 - 1530	El CS se situó entre 17,5 y 12,5 MPa	La porosidad aumentó	Reducción de la contracción en seco (5,12- 1,5%), y de la contracción por cocción (4,9- 1,12%),	Sorna, Anjum, Ashraf, Haque, 2016, p 81-86.

Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
4	Residuos de vidrio de 4 (0, 5, y 10%)	Secado al aire durante 24 horas, secado en horno a 110 °C durante 24 horas, disparado a 900.950, y 1000 °C durante 1 hora Semi-presionado a presión	140 x 65 x 40	1700 - 1760	El CS se situó entre 19,3 y 24,65 MPa	WA disminuyó del 18,66% al 14,78% La porosidad disminuyó	La contracción reducida de 4,34% a 3,41%	Phonphuak, Kanyakam, Chindaprasirt, 2016, p 3057-3062.
5	Polvo de mármol (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, y 35%)	secado al aire durante 24 horas, secado en horno a 40 °C durante 12 horas y 110 °C durante 24 horas, cocido a 950, y 1050 °C durante 2 horas	Cilindro 20 x 10	2050 - 1590	El CS se situó entre 34,2 y 8,2 MPa	La WA se extendió del 10,9% al 26,9% La porosidad aumentó del 22,0% al 42,8%	La conductividad térmica disminuyó de 0,97 a 0,40 W/mK.	Sutcu, Alptekin, Erdogmus, Gencil, 2015, p 1-8.
6	Residuos de lodo galvánico (1, 2, 3, 4 y 5%)	Secado en horno a 110 °C durante 24 horas, cocido a 950 °C durante 1 hora	60 x 30 x 10	1760 - 1450	El CS se situó entre 65,2 y 86 MPa	WA se redujo del 16,4% al 15,46% La porosidad se redujo de 28,86 vol% a 22,43 vol%	La contracción lineal se redujo de -0,265 a -0,485%.	Pérez, Martínez, Carrasco, Eliche, Ureña, Sánchez, 2015, p 89-99.

Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
7	ganga (60 - 90%)	Presionado bajo una presión de 2 MPa, secado en horno a 100 °C durante 12 horas, quemado a 1100 - 1200 °C durante 45 minutos	100 x 200 x 50	-	El CS aumentó a 40 MPa y luego disminuyó a 5 MPa	La WA aumentó hasta el 12,5% La porosidad aumentó hasta el 26,5%	La permeabilidad del agua aumentó hasta 0,085 cm/s	Zhu, Wang, Liu, Wang, 2017, p 484-491.
8	Lodos de residuos de automoción (0-50%), residuos de vidrio (10 - 20%), y cenizas de madera (0 - 10%)	Comprimido a 3 MPa, secado en horno a 100 °C, quemado a 800-1000 °C durante 6 horas	60 x 20 x 10	-	La FS osciló entre 4,07 y 8,14 MPa	-	La contracción del fuego aumentó al 14,8%	Wiemes, Pawlowsky, Mymrin, 2017, p 69-77.
9	Relaves de hierro (100 y 80%), cenizas volantes (0% y 20%)	Secado en horno a 35 °C durante 12 horas, y luego a 105 °C durante 8 horas, disparado a 900, 950 y 1000 °C	-	2060 - 1860	El CS se situó entre 26.0 - 15.8 MPa	La porosidad de la WA aumentó del 16% al 17,2% aumentó del 28,5% al 32,3%	Baja contracción de la cocción (del 0,76% al 1,60%)	Yang, Cui, Qin, Cui, 2014, p 36-42.

Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
10	Lodos de hierro arsénico (3, 6, 9 y 12%)	Secado en horno a 105 °C durante 2 d, cocido a 1000 °C en un horno durante 12 horas	250 x 125 x 75	-	El CS se situó entre 15,1 y 7,1 MPa	WA aumentó del 15% al 20%	-	Hassan, Fukushi, Turikuzzaman, Moniruzzaman, 2014, p 1072.
11	Borogypsum (0, 2,5, 5, 7,5, 10 y 15%)	Secado en horno a 105 °C para, cocido a 800, 900, 1000 y 1100 °C en un horno eléctrico durante 2 horas	-	2100 - 1540	El CS se situó entre 46,0 y 7,0 MPa	WA aumento de del 19,1% al 22,2% a 1000 °C Porosidad aumento de	-	Emrullahoglu, 2014, p 195-203.

Nota: Se visualiza la utilización de materiales de desecho inorgánicos en la fabricación de ladrillos afectaba principalmente a la resistencia a la compresión, la absorción de agua y la densidad aparente.



Nota: WGS (Lodos De Vidrio De Desecho), SFM (Lodo Filtrante De Azúcar), RHA (Ceniza De Cascarilla De Arroz), WG (Vidrio de Desecho), WMP (Polvo De Mármol De Desecho), GSW (Desechos De Lodo Galvánico), GANGA (Ganga Residuos Minero), AWS (Lodos De Desechos De Automoción), IT (Los Residuos De Hierro), AIS (Lodos De Hierro Arsénico), BG (Residuos De La Producción De Ácido Bórico).

Figura 04. Propiedad de resistencia a la compresión de ladrillos cocidos elaborados con nuevos materiales inorgánicos

La resistencia a la compresión de ladrillos cocidos elaborados con nuevos materiales inorgánicos, en proporciones de hasta el 35% y con una temperatura de cocción de entre 800 y 1200 °C. La mayoría de los resultados mostraron una disminución de la resistencia con un aumento del contenido de residuos inorgánicos, donde, en algunos casos, el aumento del contenido de residuos inorgánicos, hasta un 10%, mejoró la resistencia a la compresión de los ladrillos como WG y BG. Sin embargo, la inclusión del 25% de desechos inorgánicos produjo ladrillos quemados que cumplen con la resistencia mínima a la compresión establecida en ASTM C62, como se muestra.

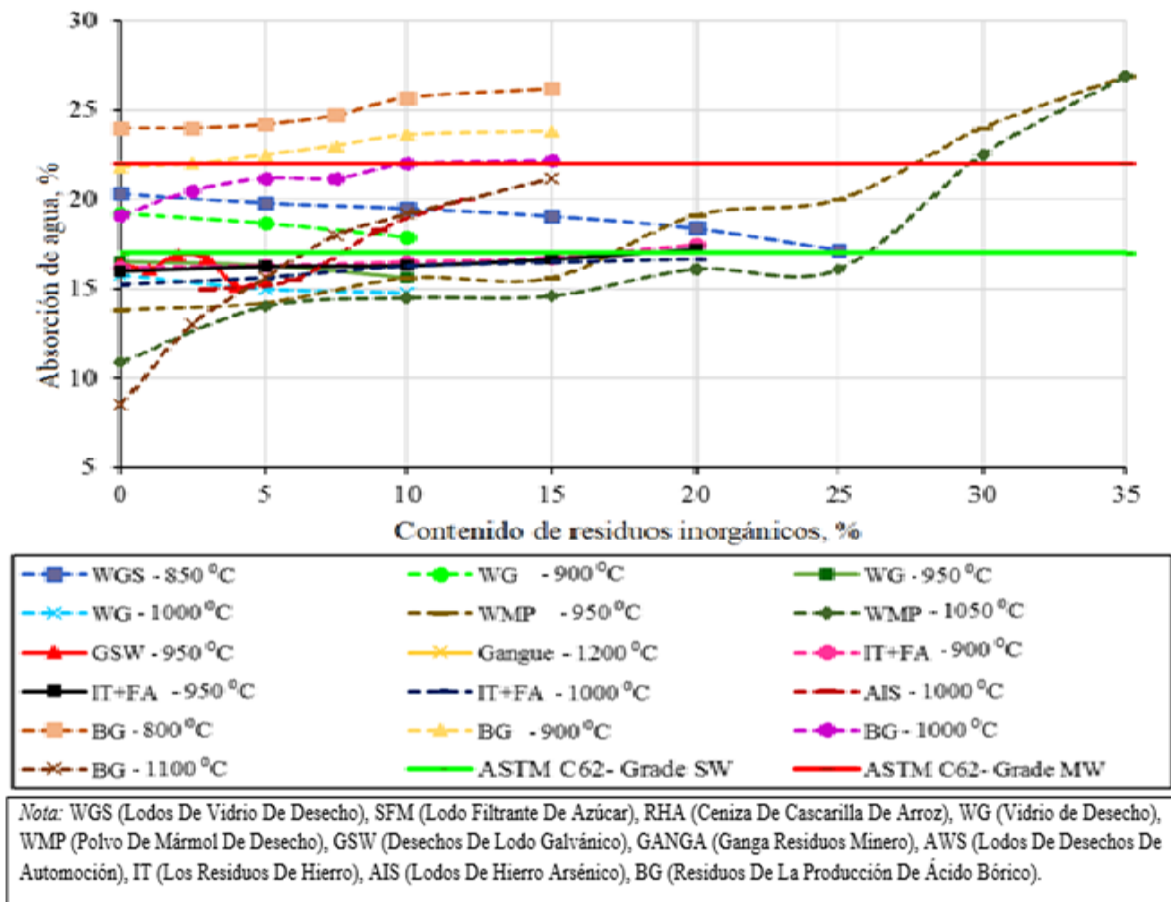
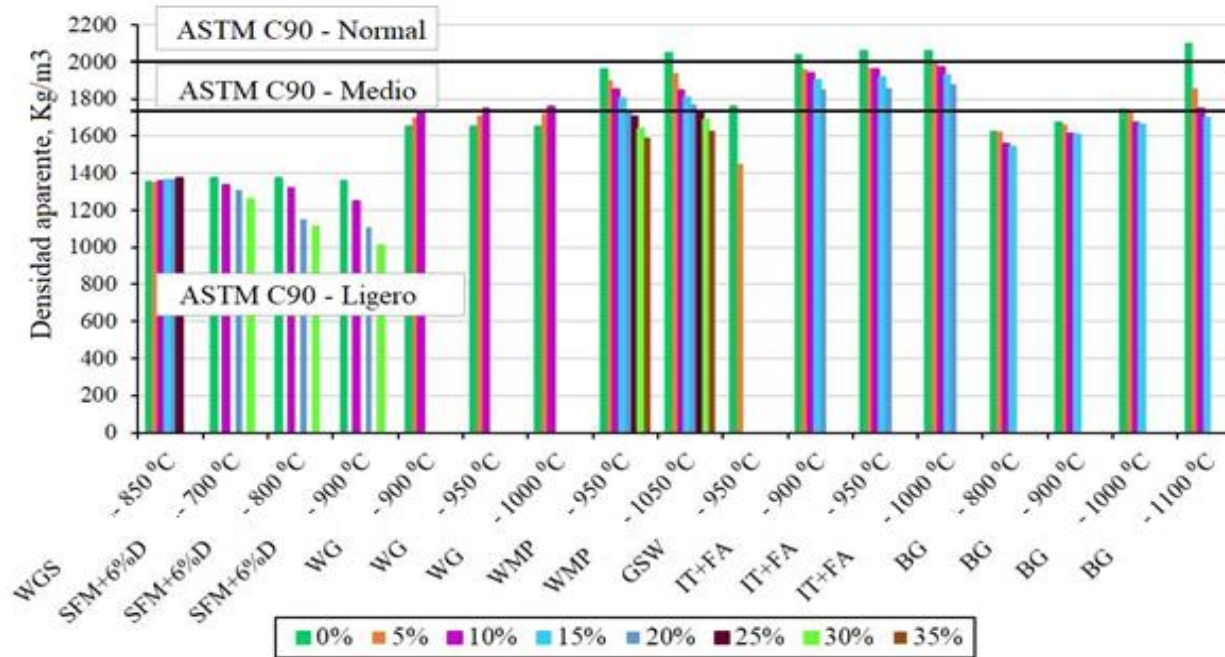


Figura 05. Propiedad de absorción de agua de las unidades de albañilería cocidas elaboradas con nuevos materiales inorgánicos.

La Figura 05 muestra los resultados de absorción de agua de varias muestras de diversos estudios que contienen un contenido creciente de desechos inorgánicos (0 - 35%) y están sujetos a temperaturas de cocción (800 °C a 1200 °C). Se concluye que es factible la producción de unidades de albañilería con nuevos materiales inorgánicos con niveles de absorción de agua similares al de grado SW Y MW.



Nota: WGS (Lodos De Vidrio De Desecho), SFM (Lodo Filtrante De Azúcar), RHA (Ceniza De Cascarella De Arroz), WG (Vidrio de Desecho), WMP (Polvo De Mármol De Desecho), GSW (Desechos De Lodo Galvánico), GANGA (Ganga Residuos Minero), AWS (Lodos De Desechos De Automoción), IT (Los Residuos De Hierro), AIS (Lodos De Hierro Arsénico), BG (Residuos De La Producción De Ácido Bórico).

Figura 06. Propiedad de densidad en unidades de albañilería cocida elaboradas con nuevos materiales inorgánicos

De los resultados obtenidos en los diversos estudios se observa que la densidad aparente de los desechos inorgánicos que contienen ladrillos mejoró en general al aumentar los porcentajes de reposición y, por lo tanto, al disminuir la temperatura de cocción entre 800 y 900 °C, como se muestra en la figura 06.

Tabla 6. Unidades de albañilería no cocidas elaborados con nuevos materiales orgánicos

Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
1	Fibra de madera, ceniza de cáscara de arroz y polvo de piedra caliza (25%)	Moldeado y vibrado durante 1 min, prensado, y luego curado a 25 ± °C y 65 ± 5% RH durante 28 d	150 x 150 x 150	2200 - 1400	El CS disminuyó de 6,29 MPa a 1,61, 1,43 y 2,87 MPa	WA disminuyó a 6,6, 6,3 y 4,7%.	-	Torkaman, Ashori y Momtazi, A. S.,2014, pp. 432-436
2	Pulverizado cenizas de combustible, y alto calcio ceniza de madera (0-100%)	Presionado, secado al aire durante 24 horas a 28 ± 5 °C y el 80 ± 5% RH, y luego curado por 7, 28, 90, 280, 360 d	290 x 140 x 100	Peso normal	El CS se extendió... de 2,5 a 30 MPa El FS se extendió de 0,2 a 1,55 MPa	WA disminuido	Ultrasónico velocidad de pulso (UPV) aumentó	Cheah, Part y Ramli ,2017, pp. 522-536
3	Concreto reciclado agregado (50 - 100%), y mezclado reciclado agregado (50 -100%)	Presionado por vibrocompresor con 4000 r.p.m, curado por el vapor de agua durante 1 hora, y luego se curó en cámara de agua.	400 x 200 x 200	2045 - 1856, y 1891- 1816	El CS se extendió... de (13,83 -- 18.81) MPa, y (14.01 – 17.28)	WA aumento de (7,79% a 10.05%), y (7,65 a 11.81%)	Adecuada durabilidad contra congelación-descongelación y la sal cristalización	Martin, Cuenca, Valverde y Valverde ,2017
4	Cenizas de biomasa (100- 50%), y filtro de polvo (0 - 50%)	Moldeado, presionado a 10 MPa, secado al aire durante un día, curado en la habitación temperatura para 28 d., y luego secado en el horno a 105 °C hasta masa constante.	60 x 30 x 15	1471 - 1346	CS variado de 17.3 - 5,9 MPa	WA aumento de del 19,8% al 27,5% Porosidad aumento de del 29,4% al 37,9%	La conductividad térmica disminuyó de 0,655 a 0,42 W/mK	Eliche, Sánchez, Felipe e Infantes ,2019, pp. 417-431

Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
5	Polvo de horno de cemento (0%, 30% y 50%) con 150 kg/m ³ de PC	Secado al aire durante 1 día, y luego curado por pulverización de agua dos veces al día durante 28 d	250 x 120 x 60	2220 - 1970	El CS varió de 26,5 a 17,4 MPa	La absorción de agua aumentó en porcentaje del 1,2% al 11,4%.	Ahorro de costos hasta el 30%	El, Sadek y Salah ,2017, pp. 506-515
6	Polvo de ladrillo (70%) y agregado fino de concreto reciclado (30%)	Seco, cubierto por bolsas de yute mojadas, y luego curado por agua de rezo durante 28 d	190 × 90 × 90	1758 - 1875	El CS varió de 6,6 a 4,38 MPa	La WA variaba entre el 9,7% y el 16,5%	-	Kumar, Ananthan y Balaji ,2017, pp. 80-88
7	Cenizas de caldera (70%)	Curado en agua a 30 °C por 28 d	230 x 100 x 65	1360	CS variado de 11 MPa a 15 MPa	-	-	Poinot, Laracy, Aponte, Jennings, Ochsendorf y Olivetti ,2018, p. 1-10
8	polvo de Vidrio (20 - 35%) y mosca del aceite de palma ceniza (20 - 35%)	Moldeado, se secó al aire durante un par de d, y a continuación se curó durante 28 d.	210 x 100 x 100	1628 – 1338.7	El CS osciló entre 15,39 y 7,21 MPa El FS osciló de 1.12 - 1.625 MPa	WA se extendió entre 11.48% - 18.5% Porosidad aumento de del 19% al 27%	la conductividad térmica se redució hasta 0,39 W/mK	Raut y Gomez, 2017, p. 275-284

Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
9	Los desechos de las minas de hierro (30 - 50%), el polvo de la cantera (40 -62%), y la cal (2%)	Presionado, cubierto por bolsas de artillería y rociado por 28 d	230 x 110 x 75	-	El CS se situó entre 3,5 y 5,4 MPa El FS se situó entre 0,74 y 1,12 MPa	WA se extendió desde (12.0 - 14.7%), (15.9 - 49.9%), y (14.8 - 4.5%)	-	Nagaraj y Shreyasvi ,2017, pp. 1203-1212
10	Aserrín (5 - 20 vol%), ceniza de madera (5 -15 vol%), y barro de cal (5 -15 vol%)	Curado a 20 °C por 28 d	Varios	2080 - 1380	El CS variaba de 0,83 MPa a 7,56 MPa	WA aumentó del 11,5% al 24%	La conductividad térmica varió de 0,55 a 1,12 W/mK	Madrid, Orbe, Roji y Cuadrado ,2017, p.117-128
11	Goma de miga (10 - 40 vol%)	Presionado a 69 kPa durante 5 s, y luego curado con agua el sistema de bandejas automatizadas a temperatura ambiente durante 28 d.	Varios	2042 - 1742	El CS se situó entre 19,24 y 7,56 MPa	WA aumentó	-	Sodupe, Fraile, Ferreiro y Sanz, 2016, p. 305-316
12	Bio-ceniza de briquetas (5 - 55%)	Prensado a 14 millas por 7 d, y luego el sol secando durante 7 d.	230 x 100 x 85	1470 - 1170	El CS se extendió... de 3.64 - 4,19 MPa	WA aumento de del 13% al 25%	la conductividad térmica bajó en 59 y 52% en comparación con la arcilla y el Ladrillo de ceniza	Sakhare y Ralegaonkar,2016, p. 684-689

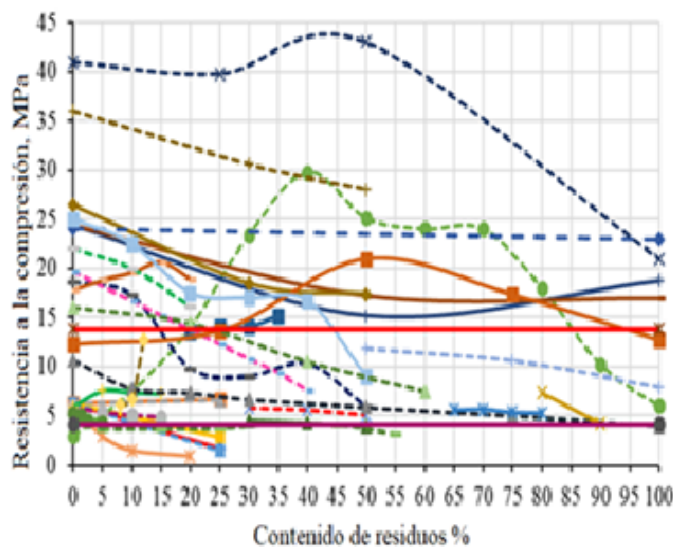
Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
13	Aserrín (10-100 vol%)	Añadido un 60% de mosca ceniza y el 5% humo de sílice como cementicio	-	-	CS hasta 10,43 MPa FS oscilado entre 0,00107 MPa a 0,02128 Mpa	WA alcanzó el 10%	La tasa de absorción inicial aumentó hasta el 6,55 g/cm ² por minuto	Mohammed y Aswin ,2016, p. 437-442
14	Escoria de acero y escoria de alto horno (100%)	Moldeado y prensado a 12,5 MPa, colocado en la activación de la carbonatación durante 2 o 24 horas	Varios	2255 – 2545	El CS se situó entre 4,1 y 35,9 MPa El FS se situó entre 0,5 y 8,9 MPa	WA aumentó del 5,5% al 6,7%.	Un producto limpio y económico	Mahoutian y Shao, 2016, p. 1339-1346
15	Agregado fino reciclado (25-100%)	Prensado a 140 N/mm ² , secado durante 24 horas, curado por pulverización de agua, y luego secado al aire libre durante 28 d.	216 x 97 x 68	1968 – 1962	El CS se situó entre 12,75 y 20,98 MPa El FS se situó entre 2,11 y 5,35 MPa	WA aumentó de 9,33 a 11,46%.	La conductividad térmica disminuyó hasta 0,82 W/mK	Ismail, Anas y Zaiton ,2016, p. 112-116
16	Cenizas de fondo de incinerador (0-100%)	Moldeado, colocado en una lámina de polietileno durante 24 horas, desmoldado y luego curado en un tanque de agua a 20 °C durante 28 d.	440 x 215 x 100	2214 – 2009	El CS se situó entre 10,7 y 4,0 MPa El FS se situó entre 2,3 y 1,0 MPa	WA aumentó del 7,0% al 20,4%	-	Holmes, O'Malley, Cribbin, Mullen y Keane, 2016, p 14-19

Numero	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
17	Residuos de construcción y demolición (65 - 90%)	Compactado con una prensa hidráulica uniaxial, y luego curado durante 21 d.	-	1720 – 1850	El CS osciló entre 4,12 y 7,73 MPa	La WA varió del 19,09% al 13,60%.	-	Contreras et al, 2016, p 594-600
18	Lodo municipal (WTPW, 0- 5%)	Presionado por una presión uniaxial de 18 MPa, curado a 24 °C y 95% RH por 28 d	-	1965 – 1925	El CS se situó entre 5,23 y 4,25 MPa	WA aumentó hasta el 21,7%	-	Rodrigues y Holanda ,2015, p 197-202
19	cenizas volantes y cenizas de fondo (0 - 75%)	Moldeado, cubierto con ropa húmeda durante 2 d en temperatura de laboratorio, desmoldado y luego curado parcialmente en el tanque de agua a 22 °C y 95% RH	200 x 90 x 60	1665 – 1340	El CS osciló entre 7,13 y 17,36 MP El FS osciló entre 1,21 y 2,34 MPa	La WA variaba entre el 12,6% y el 29,2%.	La velocidad del pulso ultrasónico varió entre 2,2 y 2,96 km/s. El IRS aumentó de 0,83 a 1,8 kg/mm ² min	Naganathan, Mohamed y Mustapha,2015, p. 576-580
20	Ceniza de conchas de ostras recicladas y calcinadas (0-20%)	Compactado, curado a 80 °C y 95% RH para 7d, y luego colocado en el aire a 24 °C para 14, 28, y 108 d.	240 x 115 x 53	2127 – 2189	El CS se situó entre 6,2 y 25,3 MPa El FS aumentó en un 23%	WA variaba entre el 8,3% y el 11,7%	-	Li, Xu, Chen, Fan y Xiong ,2015, pp. 279-287

Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
21	Cenizas volantes (0-15%) y cenizas de cáscara de arroz (10-20%)	Moldeado y compactado a 35 MPa y luego curado durante 28 d.	220 x 105 x 60	1950 - 1725	El CS se situó entre 16,10 y 22,10 MPa El FS se situó entre 2,80 y 3,50 MPa,	La WA varió entre el 9,2% y el 14,8%	-	Hwang y Huynh ,2015, pp. 588-592
22	Cenizas volantes (88%) y cal (12%)	Formado por una prensa hidráulica a 6,13 MPa y luego curado durante 7 horas en autoclave	Varios	970	CS 7,5 MPa FS: 0,55 MPa	La WA tiene un índice de 60,87%	-	Çiçek y Çinçin ,2015, pp. 521-527
23	Residuos finos de cantera (0, 10, 20, 30, 40 y 50%)	Compactado, almacenado durante 24 horas, curado en un tanque de agua durante 28 hasta 100 d, y luego secado al aire durante 1 d	Cúbico 50 x 50 x 50	2370 - 2220	El CS se extendió de 25 MPa a 9 MPa	-	-	Teerajetgul y Sinthaworn ,2014, pp. 2348-2353
24	Cenizas de combustible de aceite de palma (0-60%)	Moldeado, prensado por la máquina de compactación, y luego curado en la sala de control durante 28 d a 56 d	200 x 100 x 70	2120 - 1980	CS reducido de 16-7.5 MPa	La WA fue 0,1% más alta que la muestra de control	No hay eflorescencia	Rahman, Boon, Muntohar, Tanim y Pakrashi ,2014, p. 195-201

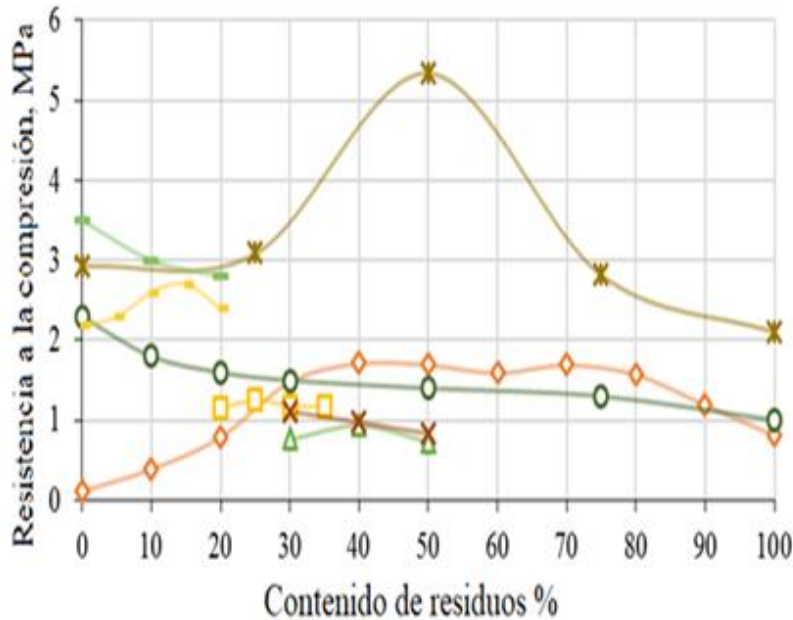
Número	Material de desecho y contenido (wt%)	Método de producción	Tamaño de la unidad (mm)	Densidad a granel (BD), kg/m ³	Fuerza de compresión (CS) y fuerza de flexión (FS)	Absorción de agua (WA) y porosidad	Otras propiedades	Ref.
25	La cáscara de la almendra de la palma de aceite	Moldeado, compactado por una máquina de gato hidráulico, y luego curado durante 28 d en la sala de humedad	220 x 110 x 80	1800 – 1300	El CS osciló entre - 22 MPa	-	-	
26	Cenizas volantes (0 - 100%) Polvo de ladrillo (0 - 100%)	fundido y curado durante 7, 28 y 90 d a una HR del 50%.	100 x 20 x 20	1657 – 1756	CS en el rango 21- 43 MPa FS en el rango 1.8 -10.5 MPa	La WA varió de 38 a 110 kg/m ³	La contracción varió entre el 1.1.9 y el 5.7%	Muntohar y Rahman, 2014, pp. 477-484
27	Polvo de horno rico en MgO (3 - 18%), y Cal (3 - 18%)	Moldeado en un molde cilíndrico, y luego curado en un tanque de agua durante 28 y 90 d	-	1890 - 2000 y 1890 - 1800	A una dosis de 90 d y 15%, el CS es de 9.9 MPa	La WA óptima a 28 d osciló entre el 12% y el 14%.	El contenido óptimo de humedad aumentó de 12,6 a 15,7% y de 13,1 a 18,3%,	Rovnaník, Řezník y Rovnaníková ,2016, pp. 477-484
28	Cal (4%, 8%, 10%) cenizas volantes de carbón (10%, 12%, 16%) y agregado de madera (1,5%, 3%)	Moldeado y luego curado a temperatura ambiente (unos 21,5 °C durante 28 d.	Cilíndrico de 60 mm de diámetro y 85 mm de altura	1600 - 1620	El CS variaba entre 7,6 y 8,2 MPa	La WA osciló entre el 11% y el 16%	-	Masuka, Gwenzi y Rukuni ,2018, pp. 312-320

La información principal resumida en la tabla 6, concluye que la incorporación de materiales de desecho afecta a las propiedades de los ladrillos sin cocer fabricados, como la resistencia a la compresión y la flexión, la absorción de agua y la densidad aparente. Los resultados mostraron mientras mayor sea la incorporación de nuevos materiales menor es la resistencia a la compresión, como se muestra en la figura 9. Sin embargo, en algunos casos, la resistencia aumenta hasta un 50%, también se mostraron los límites de resistencia a la compresión de la carga y la no carga de acuerdo con las normas ASTM C90 y ASTM C129, respectivamente. Los ladrillos portadores y no portadores deben presentar una resistencia a la compresión mayor o igual a 13,8 MPa y 4,14 MPa, respectivamente.



WFW (Residuos De Fibra De Madera), RHA (Ceniza De Cascarrilla De Arroz), LPW (Residuos De Polvo De Piedra Caliza), PFA (Ceniza De Combustible Pulverizada), HCWA (Ceniza De Madera De Alto Contenido En Calcio), RA (Agregados Recicladados), CHB (Bloques Huecos De Hormigón), MRA (Agregado Reciclado De Concreto), BA (Ceniza De Biomasa), DFGD (Filtro De Polvo De La Purificación De Gases), CKD (Polvo De Horno De Cemento), CSMB (Bloques De Mampostería Estabilizados Con Cemento), GGBS (escoria De Alto Horno Granulada Molida), BA (Ceniza De Caldera), GP (Polvo De Vidrio), PQFA (Cenizas Volantes De Aceite De Palma), MSW (Desechos De Las Minas De Hierro), SD (Aserrín), LM (Barro De Cal), CR (goma de miga), BBA (Ceniza De Bio-Boqueta), SD (Aserrín), FA (Cenizas Volantes), SF (Humo De Silice), SS (Escoria De Acero), RFA (Agregado Fino Reciclado), BA (Cenizas De Fondo De Incinerador), RCD (Residuos De La Construcción Y La Demolición), WTPW (Residuos De Una Planta De Tratamiento De Agua), FA (Cenizas Volantes), BA (Cenizas De Fondo), OSA (Ceniza De Ostras Calcinada Reciclada), RHA (Ceniza De Cascarrilla De Arroz), FA (Cenizas Volantes), FQW (Residuos Finos De Cantera), PKS (Cáscara De Almendra De Palma Aceitera), FA (Las Cenizas Volantes), BPW (Los Residuos De Polvo De Ladrillo), MgO (Subproducto Del Óxido De Magnesio).

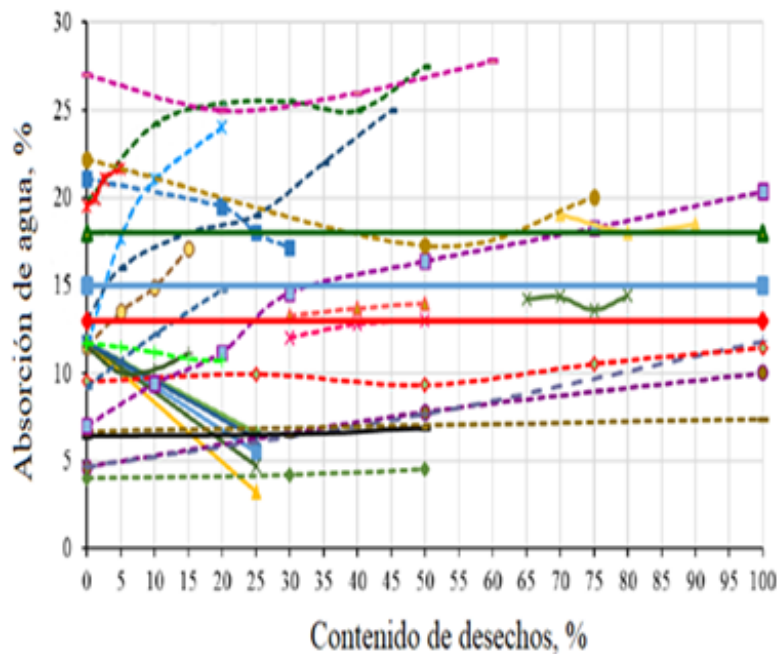
Figura 7. Propiedad de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería no cocidos fabricados con nuevos materiales



WFW (Residuos De Fibra De Madera), RHA (Ceniza De Cascarilla De Arroz), LPW (Residuos De Polvo De Piedra Caliza), PFA (Ceniza De Combustible Pulverizada), HCWA (Ceniza De Madera De Alto Contenido En Calcio), RA (Agregados Recicladados), CHB (Bloques Huecos De Hormigón), MRA (Agregado Reciclado De Concreto), BA (Ceniza De Biomasa), DFGD (Filtro De Polvo De La Purificación De Gases), CKD (Polvo De Horno De Cemento), CSMB (Bloques De Mampostería Estabilizados Con Cemento), GGBS (escoria De Alto Horno Granulada Molida), BA (Ceniza De Caldera), GP (Polvo De Vidrio), POFA (Cenizas Volantes De Aceite De Palma), MSW (Desechos De Las Minas De Hierro), SD (Aserrín), LM (Barro De Cal), CR (goma de miga), BBA (Ceniza De Bio-Boqueta), SD (Aserrín), FA (Cenizas Volantes), SF (Humo De Sílice), SS (Escoria De Acero), RFA (Agregado Fino Reciclado), BA (Cenizas De Fondo De Incinerador), RCD (Residuos De La Construcción Y La Demolición), WTPW (Residuos De Una Planta De Tratamiento De Agua), FA (Cenizas Volantes), BA (Cenizas De Fondo), OSA (Ceniza De Ostras Calcinada Reciclada), RHA (Ceniza De Cascarilla De Arroz), FA (Cenizas Volantes), FQW (Residuos Finos De Cantería), PKS (Cáscara De Almendra De Palma Aceitera), FA (Las Cenizas Volantes), BPW (Los Residuos De Polvo De Ladrillo), Mgo (Subproducto Del Óxido De Magnesio).

Figura 8. Propiedad de resistencia a la flexión de las unidades de albañilería no cocidos fabricados con nuevos materiales

La figura 8, que ilustra la resistencia a la flexión de varios ladrillos sin quemar que incorporan cada vez más materiales de desecho, con un contenido de hasta el 100%, sugiere que la inclusión del contenido de desechos de hasta el 40% conduce a mejorar la resistencia a la flexión. En algunos casos, la propiedad de resistencia a la flexión de las unidades de albañilería elaboradas con materiales nuevos disminuye al aumentar la proporción de estos materiales.



WFW (Residuos De Fibra De Madera), RHA (Ceniza De Cascarilla De Arroz), LPW (Residuos De Polvo De Piedra Caliza), PFA (Ceniza De Combustible Pulverizada), HCWA (Ceniza De Madera De Alto Contenido En Calcio), RA (Agregados Reciclados), CHB (Bloques Huecos De Hormigón), MRA (Agregado Reciclado De Concreto), BA (Ceniza De Biomasa), DFGD (Filtro De Polvo De La Purificación De Gases),CKD (Polvo De Horno De Cemento), CSMB (Bloques De Mampostería Estabilizados Con Cemento), GGBS (escoria De Alto Horno Granulada Molida), BA (Ceniza De Caldera), GP (Polvo De Vidrio), POFA (Cenizas Volantes De Aceite De Palma), MSW (Desechos De Las Minas De Hierro), SD (Aserrín), LM (Barro De Cal), CR (goma de miga), BBA (Ceniza De Bio-Boqueta), SD (Aserrín), FA (Cenizas Volantes), SF (Humo De Silice),SS (Escoria De Acero), RFA (Agregado Fino Reciclado), BA (Cenizas De Fondo De Incinerador), RCD (Residuos De La Construcción Y La Demolición),WTPW (Residuos De Una Planta De Tratamiento De Agua), FA (Cenizas Volantes), BA (Cenizas De Fondo), OSA (Ceniza De Ostras Calcinada Reciclada), RHA (Ceniza De Cascarilla De Arroz),FA (Cenizas Volantes),FQW (Residuos Finos De Cantera), PKS (Cáscara De Almendra De Palma Aceitera), FA (Las Cenizas Volantes), BPW (Los Residuos De Polvo De Ladrillo), Mgo (Subproducto Del Óxido De Magnesio).

Figura 9. Propiedad de absorción de las unidades de albañilería ladrillos no cocidos fabricados con nuevos materiales

Además, respecto a la propiedad de absorción de agua mostraron que, la adición de nuevos materiales en la elaboración de unidades de albañilería aumenta la absorción de agua con el aumento del contenido de residuos. Se observa que los resultados de absorción de agua de la mayoría de los residuos que contienen ladrillos son inferiores a los requisitos propuestos por la norma ASTM C90, como se muestra en la Figura 9.

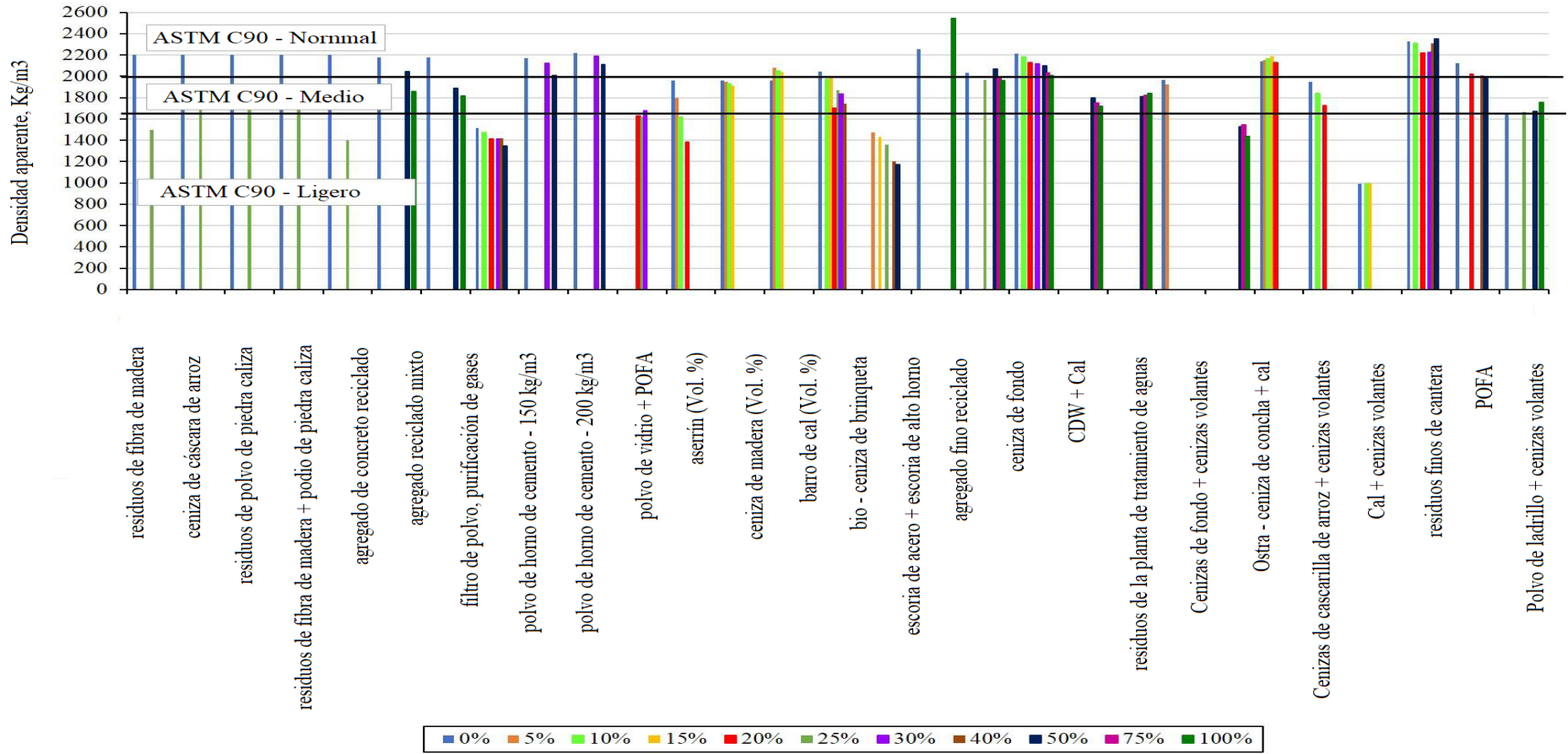


Figura 10. Propiedad de densidad de las unidades de albañilería sin cocer elaborados con nuevos materiales

en la figura 10 podemos apreciar los resultados de densidad de las unidades de albañilería sin quemar que contienen los nuevos materiales. Se puede notar la reducción de la densidad de aquellos normados con excepción de la escoria de acero y la de alto horno. Por lo tanto, se verifica que los ladrillos creados con desechos satisfacen los requisitos normados en caso de ser utilizados de manera estructural.

Es por todo ello que podemos decir de que los siguientes materiales se pueden utilizar para la elaboración de ladrillos apostando por una construcción sostenible y eco amigable. Además, estos materiales también se pueden añadir al concreto.

IV. CONCLUSIONES

1. En la actualidad existe diversos tipos de nuevos materiales de desecho sea orgánicos o inorgánicos para la producción de unidades de albañilería.
2. Los métodos más comunes estudiados para la fabricación de ladrillos que incorporan materiales de desecho se clasifican en dos métodos, los métodos quemados y los no quemados.
3. Las propiedades de las unidades de albañilería fueron las usuales para un modelo standard y en muchos de ellos se logró conseguir los resultados de resistencia normados e incluso superarlos.
4. Se llegó a la conclusión de que la elaboración de unidades de albañilería con nuevos materiales contribuye a una corriente de construcción sostenible además de la empleabilidad de materiales ecológicos.

V. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Para la fabricación y utilización extensiva de ladrillos a partir de materiales de desecho, se recomienda un trabajo de investigación adicional para educar y concienciar al público.
2. Se recomienda profundizar en nuevas normas técnicas prácticas para los productos fabricados con materiales de desecho por ser de suma importancia.
3. Es recomendable tener en cuenta el tipo de arcilla o material granular el cual se incorporará junto a los desechos ya que este será el que defina sus propiedades, las cuales deben de ser iguales o mejores a las mínimas normadas.
4. Ampliar la investigación científica, de manera que se pueda clasificar por zonas de origen de los materiales, por el tipo de arcilla a utilizar, por los costos y el impacto que puedan originar.
5. Desarrollar investigaciones considerando los desechos propios de nuestra nación, así motivar el desarrollo de nuevas tecnologías eco amigables.
6. Desarrollar un estudio en un periodo de tiempo más reciente, ya que el tipo de desechos comunes en nuestro entorno va cambiando a través del tiempo y sus necesidades.

REFERENCIAS

- ABDRAKHIMOV, V. Z.; ABDRAKHIMOVA, E. S. Promising use of waste coal in the production of insulating material without the use of traditional natural materials. *Inorganic materials: applied research*, 2017, vol. 8, no 5, p. 788-794.
- ABDULLAH, Hanisom; JAMAAL, Ahmad Kamil. Properties of Eco-Brick manufactured using Kenaf Fibre as matrix. *Journal of Applied and Physical Sciences*, 2016, vol. 2, no 1, p. 20-24.
- ABI, CB Emrullahoglu. Effect of borogypsum on brick properties. *Construction and Building Materials*, 2014, vol. 59, p. 195-203.
- ADAZABRA, A. N.; VIRUTHAGIRI, G.; KANNAN, P. Influence of spent shea waste addition on the technological properties of fired clay bricks. *Journal of Building Engineering*, 2017, vol. 11, p. 166-177.
- ALLWOOD, Julian M., et al. *Materiales sostenibles: con ambos ojos abiertos*. Cambridge, Reino Unido: UIT Cambridge Limited, 2012.
- AMEZCUA, Manuel; GÁLVEZ TORO, Alberto. Los modos de análisis en investigación cualitativa en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta. *Revista Española de salud pública*, 2002, vol. 76, p. 423-436.
- BIDOUNG, J. C., et al. Behaviour of clay bricks from small-scale production units after high temperature exposure. *Materials and Structures*, 2016, vol. 49, no 12, p. 4991-5006.
- BORIES, Cecile, et al. Ladrillos de arcilla cocidos utilizando residuos de biomasa agrícola: Estudio y caracterización. *Construcción y materiales de construcción*, 2015, vol. 91, pág. 158-163.
- CACHIM, Paulo B. Mechanical properties of brick aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 2009, vol. 23, no 3, p. 1292-1297.
- CEPPI, H. El Ladrillo. En *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*. 1892. p. ág. 562-1 lám.

CHEAH, Chee Ban; PART, Wei Ken; RAMLI, Mahyuddin. The long term engineering properties of cementless building block work containing large volume of wood ash and coal fly ash. *Construction and building materials*, 2017, vol. 143, p. 522-536.

CHIKHI, Mourad, et al. Experimental investigation of new biocomposite with low cost for thermal insulation. *Energy and Buildings*, 2013, vol. 66, p. 267-273.

ÇIÇEK, Tayfun; ÇINÇIN, Yasin. Use of fly ash in production of light-weight building bricks. *Construction and Building Materials*, 2015, vol. 94, p. 521-527.

COLETTI, Chiara, et al. Recycling trachyte waste from the quarry to the brick industry: Effects on physical and mechanical properties, and durability of new bricks. *Construction and Building Materials*, 2018, vol. 166, p. 792-807.

CONTRERAS, M., et al. Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study). *Construction and Building Materials*, 2016, vol. 123, p. 594-600.

DE SILVA, GHMJ Subashi; PERERA, B. V. A. Effect of waste rice husk ash (RHA) on structural, thermal and acoustic properties of fired clay bricks. *Journal of building engineering*, 2018, vol. 18, p. 252-259.

EL-ATTAR, Mohamed M.; SADEK, Dina M.; SALAH, Amir M. Recycling of high volumes of cement kiln dust in bricks industry. *Journal of cleaner production*, 2017, vol. 143, p. 506-515.

ELICHE-QUESADA, D.; LEITE-COSTA, J. Use of bottom ash from olive pomace combustion in the production of eco-friendly fired clay bricks. *Waste management*, 2016, vol. 48, p. 323-333.

ESPUELAS, Sandra, et al. Magnesium oxide as alternative binder for unfired clay bricks manufacturing. *Applied Clay Science*, 2017, vol. 146, p. 23-26.

FERNANDES, F.; LOURENÇO, Paulo B.; CASTRO, F. Caracterização de tijolos antigos. 3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios (3 ENCORE), 2013, p. 26-30.

GALÁN-ARBOLEDAS, R. J., et al. Evaluation of spent diatomite incorporation in clay based materials for lightweight bricks processing. *Construction and building materials*, 2017, vol. 144, p. 327-337.

GOEL, Gaurav; KALAMDHAD, Ajay S. An investigation on use of paper mill sludge in brick manufacturing. *Construction and building materials*, 2017, vol. 148, p. 334-343.

HASSAN, Khondoker Mahbub, et al. Effects of using arsenic–iron sludge wastes in brick making. *Waste management*, 2014, vol. 34, no 6, p. 1072-1078.

HENDRIKS, Charles F.; PIETERSEN, H. S. (ed.). Report 22: SUSTAINABLE raw materials: construction and demolition waste–state-of-the-art report of RILEM technical committee 165-SRM. RILEM publications, 2000.

HOLMES, Niall, et al. Performance of masonry blocks containing different proportions of incinerator bottom ash. *Sustainable materials and technologies*, 2016, vol. 8, p. 14-19.

HWANG, Chao Lung; HUYNH, Trong Phuoc. Investigation on the use of fly ash and residual rice husk ash for producing unfired building bricks. *En Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2015. p. 588-592.

ISMAIL, SALLEHAN; ANAS, Zafiroi Abdullah Halim; YAACOB, ZAITON. Mechanical and thermal properties of brick produced using recycled fine aggregate. *En Key Engineering Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2016. p. 112-116.

JOGLEKAR, Saurabh N., et al. Sustainability assessment of brick work for low-cost housing: A comparison between waste based bricks and burnt clay bricks. *Sustainable cities and society*, 2018, vol. 37, p. 396-406.

JUEL, Md Ariful Islam; MIZAN, Al; AHMED, Tanvir. Sustainable use of tannery sludge in brick manufacturing in Bangladesh. *Waste Management*, 2017, vol. 60, p. 259-269.

KADIR, Aeslina Abdul, et al. Properties of fired clay brick incorporating with sewage sludge waste. *En AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing LLC, 2017. p. 020150.

KARUNAGARAN, D. Eco Friendly Brick Produced by the Reaction of Bacteria. International Journal of Chemical Engineering Research, volume, 2014, vol. 1, p. 1-5.

KAZMI, Syed MS, et al. Feasibility of using waste glass sludge in production of ecofriendly clay bricks. Journal of Materials in Civil Engineering, 2017, vol. 29, no 8, p. 04017056.

KUMAR, BM Vinay; ANANTHAN, H.; BALAJI, K. V. A. Experimental studies on cement stabilized masonry blocks prepared from brick powder, fine recycled concrete aggregate and pozzolanic materials. Journal of Building Engineering, 2017, vol. 10, p. 80-88.

LEIVA, C., et al. Characteristics of fired bricks with co-combustion fly ashes. Journal of Building Engineering, 2016, vol. 5, p. 114-118.

LI, Gengying, et al. Properties of cement-based bricks with oyster-shells ash. Journal of Cleaner Production, 2015, vol. 91, p. 279-287.

LLORENTE ÁLVAREZ, Alfredo, et al. Estudio de nuevos materiales sostenibles como alternativa a la construcción tradicional con ladrillo. 2019.

MADRID, Maggi, et al. The effects of by-products incorporated in low-strength concrete for concrete masonry units. Construction and Building Materials, 2017, vol. 153, p. 117-128.

MAHOUTIAN, Mehrdad; SHAO, Yixin. Production of cement-free construction blocks from industry wastes. Journal of cleaner production, 2016, vol. 137, p. 1339-1346.

MAN, Jianzong, et al. Preparation of porous brick from diatomite and sugar filter mud at lower temperature. Construction and Building Materials, 2017, vol. 156, p. 1035-1042.

MANDALA, Ariani. The Improvements of Building Materials Innovation: A Review for The Future Architecture Concept. En 18th International Conference on Sustainable Environment and Architecture (SENVAR 2018). Atlantis Press, 2019. p. 82-87.

MARTIN-MORALES, M., et al. Effect of recycled aggregate on physical-mechanical properties and durability of vibro-compacted dry-mixed concrete hollow blocks. *Construction and Building Materials*, 2017, vol. 145, p. 303-310.

MASUKA, Shamiso; GWENZI, Willis; RUKUNI, Tungamirai. Development, engineering properties and potential applications of unfired earth bricks reinforced by coal fly ash, lime and wood aggregates. *Journal of Building Engineering*, 2018, vol. 18, p. 312-320.

MOHAJERANI, Abbas; KADIR, Aeslina Abdul; LAROBINA, Luke. A practical proposal for solving the world's cigarette butt problem: Recycling in fired clay bricks. *Waste management*, 2016, vol. 52, p. 228-244.

MOHAMMED, B.; ASWIN, Muhammad. Propiedades y comportamiento estructural de los ladrillos entrelazados de aserrín. En *Proceedings of the 3rd International Conference on Civil, Offshore and Environmental Engineering*, Kuala Lumpur-Malaysia. 2016. p. 437-442.

MUNTOHAR, Agus Setyo; RAHMAN, Muhammad Ekhlalur. Lightweight masonry block from oil palm kernel shell. *Construction and Building Materials*, 2014, vol. 54, p. 477-484.

NAGANATHAN, Sivakumar; MOHAMED, Almamon Yousef Omer; MUSTAPHA, Kamal Nasharuddin. Performance of bricks made using fly ash and bottom ash. *Construction and Building Materials*, 2015, vol. 96, p. 576-580.

NAGARAJ, H. B.; SHREYASVI, C. Compressed stabilized earth blocks using iron mine spoil waste-An explorative study. *Procedia engineering*, 2017, vol. 180, p. 1203-1212.

NORMAS TECNICAS (1978). ITINTEC 331.017. Lima, Perú.

ORNAM, Kurniati, et al. Study on Physical and Mechanical Properties with Its Environmental Impact in Konawe-Indonesia upon Utilization of Sago Husk as Filler in Modified Structural Fly Ash-Bricks. *Procedia computer science*, 2017, vol. 111, p. 420-426.

PÉREZ-VILLAREJO, Luis, et al. Valorization and inertization of galvanic sludge waste in clay bricks. *Applied Clay Science*, 2015, vol. 105, p. 89-99.

PHONPHUAK, Nonthaphong; KANYAKAM, Siwadol; CHINDAPRASIRT, Prinya. Utilization of waste glass to enhance physical–mechanical properties of fired clay brick. *Journal of Cleaner production*, 2016, vol. 112, p. 3057-3062.

POINOT, Thomas, et al. Beneficial use of boiler ash in alkali-activated bricks. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, vol. 128, p. 1-10.

RAHMAN, Muhammad Ekhlasur, et al. Performance of masonry blocks incorporating palm oil fuel ash. *Journal of cleaner production*, 2014, vol. 78, p. 195-201.

RAUT, Ashwin Narendra; GOMEZ, Christy Pathrose. Development of thermally efficient fibre-based eco-friendly brick reusing locally available waste materials. *Construction and Building Materials*, 2017, vol. 133, p. 275-284.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2017). Norma E. 070 Albañilería. Lima, Perú.

RODRIGUES, Lara P.; HOLANDA, José Nilson F. Recycling of water treatment plant waste for production of soil-cement bricks. *Procedia Materials Science*, 2015, vol. 8, p. 197-202.

ROVNANÍK, Pavel; ŘEZNÍK, Bohuslav; ROVNANÍKOVÁ, Pavla. Blended alkali-activated fly ash/brick powder materials. *Procedia Engineering*, 2016, vol. 151, p. 108-113.

SAKHARE, Vishakha V.; RALEGAONKAR, Rahul V. Use of bio-briquette ash for the development of bricks. *Journal of Cleaner Production*, 2016, vol. 112, p. 684-689.

SÁNCHEZ, Antonio Rodríguez. Evolución de las dimensiones de los ladrillos y su coordinación desde la adopción del metro como unidad de medida= Evolution and Coordination Dimensional of Bricks since the Adoption of the Metric System. *Revista electrónica ReCoPar*, 2014, no 4, p. 19-32.

SODUPE-ORTEGA, E., et al. Evaluation of crumb rubber as aggregate for automated manufacturing of rubberized long hollow blocks and bricks. *Construction and Building materials*, 2016, vol. 106, p. 305-316.

SORNA, Sadia Momtaz, et al. Effects of rice husk ash and brick waste on the properties of construction bricks. En *Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2017. p. 81-86.

SUTCU, Mucahit, et al. Characteristics of fired clay bricks with waste marble powder addition as building materials. *Construction and Building Materials*, 2015, vol. 82, p. 1-8.

TEERAJETGUL, Wasan; SINTHAWORN, Suppachai. Effects of Using Fine Quarry Waste as Cement Replacement Material on the Compressive Strength of the Mixture of Interlocking Block. En *Advanced Materials Research*. Trans Tech Publications Ltd, 2014. p. 2348-2353.

TORKAMAN, Javad; ASHORI, Alireza; MOMTAZI, Ali Sadr. Using wood fiber waste, rice husk ash, and limestone powder waste as cement replacement materials for lightweight concrete blocks. *Construction and building materials*, 2014, vol. 50, p. 432-436.

TORKASHVAND, Javad; FARZADKIA, Mahdi. A systematic review on cigarette butt management as a hazardous waste and prevalent litter: control and recycling. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, vol. 26, no 12, p. 11618-11630.

UKWATTA, Aruna; MOHAJERANI, Abbas. Characterisation of fired-clay bricks incorporating biosolids and the effect of heating rate on properties of bricks. *Construction and Building Materials*, 2017, vol. 142, p. 11-22.

VARGAS, Hctor Gallegos. *Albañilería Estructural*. Fondo Editorial PUCP, 2005.

VELASCO, Pedro M., et al. Development of sustainable fired clay bricks by adding kindling from vine shoot: Study of thermal and mechanical properties. *Applied Clay Science*, 2015, vol. 107, p. 156-164.

VENKATARAMA REDDY, B. V. Sustainable materials for low carbon buildings. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 2009, vol. 4, no 3, p. 175-181.

WIEMES, Leandro; PAWLOWSKY, Urivald; MYMRIN, Vsévolod. Incorporation of industrial wastes as raw materials in brick's formulation. *Journal of Cleaner Production*, 2017, vol. 142, p. 69-77.

YANG, Chuanmeng, et al. Characteristics of the fired bricks with low-silicon iron tailings. *Construction and Building Materials*, 2014, vol. 70, p. 36-42.

ZHU, Mengguang, et al. Preparation and characterization of permeable bricks from gangue and tailings. *Construction and Building Materials*, 2017, vol. 148, p. 484-491.

ANEXOS

Anexo 5: Ficha de especificaciones ECOREC



PRESENTACIÓN	ECOrec® 11	ECOrec® 14	ECOrec® 19	ECOrec® 24	ECOrec® 29
DIMENSIONES (l x e x h) (mm)	300x110x199	300x140x199	300x190x199	300x240x199	300x290x199
PESO (kg)	5,00	7,00	9,00	11,20	13,70
UDS./m ²	16,66	16,66	16,66	16,66	16,66
UDS./palet	150	120	90	72	54
m ² /palet	9,00	7,20	5,40	4,32	3,24
ESPESOR MURO (cm)	11	14	19	24	29

CONSUMOS	ECOrec® 11	ECOrec® 14	ECOrec® 19	ECOrec® 24	ECOrec® 29
CONSUMO MORTERO (kg/m ²)	0,72	0,91	1,24	1,56	1,89
CONSUMO AGUA (l/m ²)	0,39	0,49	0,67	0,84	1,02

C. TÉCNICAS	ECOrec® 11	ECOrec® 14	ECOrec® 19	ECOrec® 24	ECOrec® 29
RESISTENCIA f _b (N/mm ²)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
REACCIÓN AL FUEGO	A1	A1	A1	A1	A1
RESISTENCIA AL FUEGO	REI180 ⁽¹⁾ EI240 ⁽²⁾	REI180 ⁽¹⁾ REI180 ⁽²⁾	REI180 ⁽¹⁾ REI180 ⁽²⁾	REI240 ⁽¹⁾ REI240 ⁽²⁾	REI240 ⁽¹⁾ REI240 ⁽²⁾
AISLAMIENTO ACÚSTICO (dBA) ⁽³⁾	43,72	47,45	49,94	52,38	54,76
CONDUCTIVIDAD ⁽⁴⁾ EQUIVALENTE MURO λ (W/mK)	0,219	0,222	0,218	0,214	0,179
RESISTENCIA TÉRMICA ⁽⁴⁾ MURO R (m ² K/W)	0,50	0,61	0,85	1,11	1,62
TRANSMITANCIA TÉRMICA ⁽⁵⁾ U (W/m ² K) (Cumplimiento CTE)	+ 11 cm AISLAMIENTO 0,24	+ 10 cm AISLAMIENTO 0,25	+ 10 cm AISLAMIENTO 0,24	+ 9 cm AISLAMIENTO 0,24	+ 7 cm AISLAMIENTO 0,25
TRANSMITANCIA TÉRMICA ⁽⁵⁾ U (W/m ² K) (Estándar Passivhaus)	+ 19 cm AISLAMIENTO 0,15	+ 19 cm AISLAMIENTO 0,15	+ 18 cm AISLAMIENTO 0,15	+ 17 cm AISLAMIENTO 0,15	+ 15 cm AISLAMIENTO 0,15

- (1) Valores obtenidos de la tabla F1 del Anejo F del DBSI Seguridad en Caso de Incendio del CTE. Enfoscado ambas caras con 1,5 cm de mortero.
 (2) Valores obtenidos de la tabla F1 del Anejo F del DBSI Seguridad en Caso de Incendio del CTE. Guarnecido ambas caras con 1,5 cm de yeso.
 (3) Valores obtenidos según cálculo con la Herramienta Certificado Silensis. Guarnecido a una cara con 1,5 cm de yeso y enfoscado con 1,5 cm de mortero a la otra.
 (4) Valores obtenidos mediante cálculo por elementos finitos según UNE 136021:2016. Ejecución de muro con pieza rectificadas y junta fina.
 Cálculos sin revestimientos ni resistencias térmicas superficiales.
 (5) Valores obtenidos con un aislamiento de λ=0,032 W/mK, revestimiento interior de yeso de λ=0,57 W/mK y revestimiento exterior de mortero λ=0,50 W/mK.

¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA DEL RECTIFICADO?

Es un proceso añadido a la fabricación tradicional. Después de la cocción, las caras de apoyo del bloque **se mecanizan con discos abrasivos** hasta dejarlas perfectamente **planas y paralelas entre si** (tolerancia de +/- 0,5 mm).

Solamente el bloque rectificado ECOrec® se puede colocar con junta fina de 1 mm de espesor.



RECTIFICADO



CARAS PLANAS Y PARALELAS



ECOrec®
Junta fina 1 mm



BLOQUE TRADICIONAL
Junta 1 cm

¿DÓNDE PUEDO UTILIZAR ECOrec®?

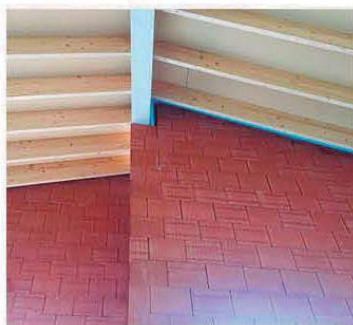
1

CERRAMIENTO DE FACHADAS
VENTILADAS, SATE, REV. CONTINUOS



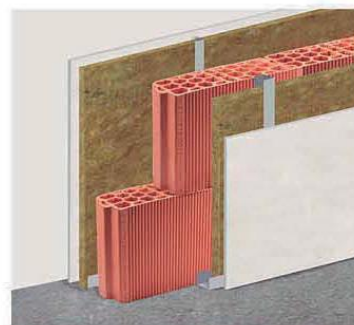
2

MURO DE CARGA
EDIFICIOS DE VARIAS ALTURAS



3

PARTICIONES INTERIORES
SEPARADORAS Y MEDIANILES



VENTAJAS



NATURAL
100% arcilla



SANO
Sin COV



AISLANTE
Térmico y acústico



CONFORT
Inercia térmica



SOSTENIBLE
Km 0



DURADERO
DAP > 100 años



ECONÓMICO
Ahorro 90% de mortero



RÁPIDO
Ahorro 40% mano de obra



LIMPIO
Sin rebabas ni escombro



SECO
Ahorro 95% de agua



ESTANCO
Sin filtraciones de aire



RESISTENTE
Muro portante y cerramiento

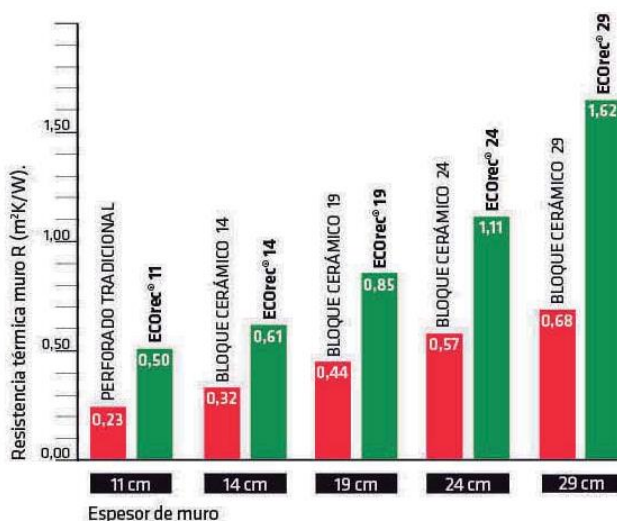
EL MAYOR AISLAMIENTO TÉRMICO DEL MERCADO

- **ECOrec®** es el bloque cerámico adaptado a las necesidades de los **Edificios de Consumo Casi Nulo (ECCN)**.
- **Duplica la resistencia térmica.**
- Su **inercia térmica** favorece la climatización natural.
- **Ahorra espacio** sin reducir prestaciones.



AISLAMIENTO TÉRMICO

Tabla comparativa por materiales



*Valores sin revestimientos ni resistencias térmicas superficiales.

SOSTENIBILIDAD

Consumo de mortero kg/m²

**90%
AHORRO
DE MORTERO**



Esesor de muro

11 cm	0,72	59
14 cm	0,91	38
19 cm	1,24	53
24 cm	1,56	67
29 cm	1,89	81

*Mortero en polvo.



**95%
AHORRO
DE AGUA**

ASESORAMIENTO TÉCNICO GRATUITO

Nuestro departamento técnico ofrece **asesoramiento gratuito** a **arquitectos, ingenieros y profesionales del sector en fase de proyecto y de ejecución** de obra.

- CÁLCULO ESTRUCTURAL
- CÁLCULO TÉRMICO
- SOLUCIONES ACÚSTICAS SILENSIS
- DETALLES CONSTRUCTIVOS
- DESPIECE DE OBRA
- SEGUIMIENTO DE OBRA



Tricalc 7.1
Cálculo espacial de estructuras tridimensionales

Arktec
Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción

Herramienta silensis
Diseño acústico de edificios

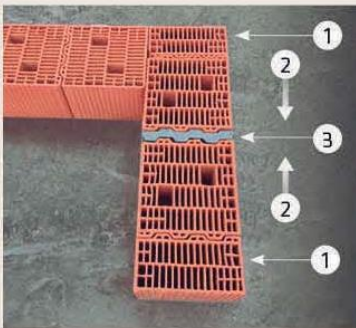


SISTEMA CONSTRUCTIVO RÁPIDO, LIMPIO Y SECO

1 MAESTRA DE NIVELACIÓN



2 REPLANTEO PRIMERA HILADA



3 PIEZA DE AJUSTE



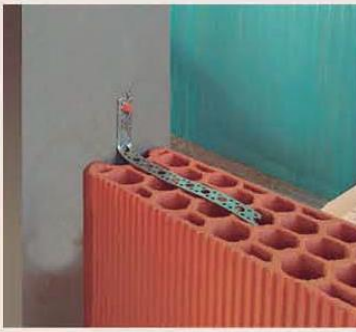
4 AMASADO DE MORTERO



5 APLICACIÓN DE MORTERO



6 CONECTORES



7 CORTE A MEDIDA



8 FÁBRICA SECA



PIEZAS MODULARES

PIEZA BASE



TERMINACIÓN/RECTA



MEDIO VERTICAL



ZUNCHO O CARGADERO



PLAQUETA



PIEZA DE CORTE A MEDIDA



AJUSTE EPS



MATERIALES

MORTERO JUNTA FINA



CONECTORES



LÁMINA IMPERMEABLE



HERRAMIENTAS

RODILLO



BATIDORA Y CUBO



MAZA DE GOMA



GANCHOS




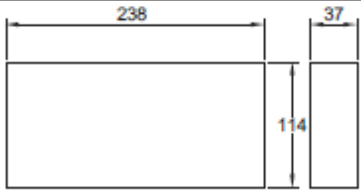
PLETINAS DE NIVELACIÓN




NIVEL DE BURBUJA



Anexo 6: Ficha de especificaciones del ladrillo ecomanual rojo (Cerámica Piera S.L.)

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES		
N° DoP: 321-1		
 Cerámica Piera	CERAMICA PIERA, S.L. CRTA. ESPARRAGUERA A PIERA, KM.10 (08781 – HOSTALET DE PIEROLA)	
(1) Identificación Producto Tipo	Piezas U de arcilla cocida para fábrica de albañilería.	
(2) Identificación de los Productos vinculados	- LADRILLO CV ECOMANUAL ROJO 238 x114 x37 Se presenta hidrofugado.	
(3) Usos previstos:	En muros, pilares y particiones de fábrica de albañilería no protegida.	
(4) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.	2+	
(5) Organismo Notificado. Tarea realizada:	AENOR 0099	
i- Inspección inicial de la fábrica y del control de la producción en fábrica ii- Vigilancia continua, evaluación y aprobación del control de producción en fábrica.	0099-CPR-A73-0024	
(6) Prestaciones declaradas		
Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas
Tolerancias Dimensionales	T2 (valor medio) / R2 (intervalo)	EN 771-1:2011 + A1:2015
Configuración		
Grupo de la Pieza	GIS (Maciza, según tabla 3.1 UNE-EN 1996-1-1)	
Resistencia Característica Normalizada a Compresión.	$\geq 25 \text{ N/mm}^2$, utilizando la tabla como cara de apoyo para realizar el ensayo (refrentado con mortero). Categoría I.	
Estabilidad Dimensional	Expansión por humedad: $\leq 0,5 \text{ mm/m}$.	
Resistencia a la Adherencia	Resistencia a cizalladura inicial = $0,15 \text{ N/mm}^2$ con morteros de uso general y ligeros. Valor tabulado según Anexo C - UNE-EN 998-2.	
Sales Solubles Activas	Categoría S0	
Reacción al Fuego	EUROCLASE A1 (Contenido en materia orgánica $\leq 1 \%$ en masa o volumen distribuido de forma homogénea: <u>sin necesidad de ensayo</u>).	
Absorción de Agua	$\leq 9 \%$ (elementos exteriores con una cara expuesta).	
Barrera Anticapilaridad	NPD	
Permeabilidad al Vapor de Agua (μ)	Coefficiente de difusión al vapor de agua: 50/100 (valor tabulado) . Piezas empleadas en elementos exteriores.	
Aislamiento Acústico al Ruido Aéreo (en condiciones finales): Densidad, Geometría y Masa	Densidad Absoluta: 1.900 kg/m^3 Densidad Aparente: 1.850 kg/m^3 según norma. Las tolerancias de la densidad para esta pieza son $\leq 10 \%$. Masa: $\geq 1.600 \text{ g}$. Configuración: véase croquis acotado de la pieza.	
Características Térmicas (Valores tabulados establecidos en el Catálogo del CTE).	Conductividad Térmica equivalente seca = $0,85 \text{ W/mK}$ Resistencia Térmica = $0,12 \text{ m}^2 \times \text{K/W}$	
Durabilidad	Resistencia al hielo/deshielo: Categoría F2	
Sustancias peligrosas	NPD	
(7) La prestación del producto identificado es conforme con la(s) prestación(es) declarada(s). La presente declaración de prestaciones se emite de acuerdo con el Reglamento (UE) n° 305/2011, bajo la responsabilidad del fabricante identificado.		
Nombre y cargo: Luis Pinardel Nuñez, Director de Fábrica.		
Lugar y fecha de emisión: Hostalets de Pierola, 20 de marzo de 2017.	Edición 3	

Anexo 7: Ficha de especificaciones COMPOPLAK


rev.03.2017

Descripción del material

Panel ligero homogéneo en construcción seca, a base de EPS, poliuretano, poliéster y fibra de vidrio.

Áreas de aplicación

Para aplicación en construcción tanto de cerramientos exteriores como de particiones interiores en edificación.

Características Técnicas

Determinación de propiedades según guía EOTA ETAG 016:

Espesores de panel:
20 / 30 / 50 / 100 / 150 / 200 mm

Superficies

De superficie rugosa en ambas caras, por este motivo acepta cualquier tipo de revestimiento.

CUADRO DE CARGAS				
Carga (Kn/m ²)	1,00	2,00	3,00	4,00
Luz (m)	2,20	1,70	1,40	1,20
Defor. max (mm)	7,33	5,66	4,66	4,00


NOTA Defor. max L/300
Panel COMPOPLAK espesor 100mm

Tolerancias	
Longitud	± 0.5 % hasta un máximo de ± 30 mm
Anchura	± 0.5 %
Espesor	± 3 %
Rectangularidad	< 10 mm /mL

Valores Característicos													
Resistencia a tracción	≥ 150 Kpa												
Reacción al fuego*	E												
Reacción al fuego del sistema constructivo**	B-s1,d0												
Resistencia a la compresión al 10% de deformación	≥ 100 Kpa												
Estabilidad dimensional en condiciones específicas (70°C - 90%HR)	L 0% / A 0% / E -0,2%												
Peso por m ²	6 kg/m ² (100mm), 9 kg/m ² (200mm)												
Conductividad térmica λD W/m K	≤ 0.035												
Resistencia térmica (Rt) m ² K/W	<table style="font-size: x-small; text-align: center;"> <tr> <td>20 mm</td> <td>30 mm</td> <td>50 mm</td> <td>100mm</td> <td>150mm</td> <td>200 mm</td> </tr> <tr> <td>0.55</td> <td>0.85</td> <td>1.45</td> <td>2.85</td> <td>4.30</td> <td>5.70</td> </tr> </table>	20 mm	30 mm	50 mm	100mm	150mm	200 mm	0.55	0.85	1.45	2.85	4.30	5.70
20 mm	30 mm	50 mm	100mm	150mm	200 mm								
0.55	0.85	1.45	2.85	4.30	5.70								
Transmitancia Térmica (U) W/ m ² K	<table style="font-size: x-small; text-align: center;"> <tr> <td>1.80</td> <td>1.15</td> <td>0.70</td> <td>0.35</td> <td>0.25</td> <td>0.20</td> </tr> </table>	1.80	1.15	0.70	0.35	0.25	0.20						
1.80	1.15	0.70	0.35	0.25	0.20								
Resistencia funcional y estructural al choque de cuerpo duro	Apto												
Resistencia funcional y estructural al choque de cuerpo blando	Apto												
Resistencia estructural a la carga vertical excéntrica	Apto												
Resistencia a la flexión	0.603 N/mm ² - 54.16 N/mm ²												
Módulo de elasticidad													
Resistencia a carga vertical axial	0.499 N/mm ²												
Permeabilidad al vapor de agua	0.001 mg/(Pa.h.m.)												
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	716 μ												
Absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial	0.30 Wp (Kg/m ²)												

Comportamiento al sismo:
Segun ensayos realizados, los paneles ensayados muestra una gran ductilidad previa a la rotura y escaso peso propio lo que lo convierte en un sistema idóneo para su empleo en zona sísmica.

NOTA: Ensayos realizados por AIDIMA (Instituto Tecnológico) y CTCON (Centro tecnológico de la Construcción).
* Ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO11925-2:2011, quedando clasificada según norma UNE-EN 13501-1:2007+AL:2010.
** Consultar sistema constructivo.



www.compoplak.com

Anexo 8: Ficha de especificaciones ECOWOOD

FACHADAS Y CERRAMIENTOS

APLICACIONES Y USOS

- FACHADAS
- PÉRGOLAS
- CELOSÍAS
- QUIEBRASOLES O PERSIANAS EXTERIORES
- CERRAMIENTOS
- BARANDAS Y MUEBLES







- VIVIENDAS
- AEROPUERTOS Y TERMINALES
- EDIFICACIONES
- CENTROS COMERCIALES

*Consulte a nuestro departamento técnico para detalles constructivos.

DISTANCIA ENTRE APOYOS

Producto	DISTANCIA ENTRE APOYOS					
	Fachada				Cieloraso	
	VISTA LATERAL		VISTA SUPERIOR		VISTA LATERAL	
	Muro	Parapetado	Muro	Muro	Techo	Techo
Ecowood H40 - 60	0,70	0,50	1,00	1,20	0,50	0,7
Ecowood H150 - 50	1,10	0,60	1,30	1,50	0,60	1,1
Ecowood H180 - 80	1,20	0,65	1,50	1,70	0,65	1,2

CARACTERÍSTICAS

-  NO REQUIERE MANTENIMIENTO SELLOS O BARNIZ
-  RESISTENTE A LA INTEMPERIE
-  AMIGABLE CON EL AMBIENTE
-  FÁCIL DE INSTALAR
-  NO USA PINTURAS O PEGANTES
-  APARIENCIA NATURAL
-  NO ES ESTRUCTURAL
-  DURABILIDAD
-  DISEÑO NOVEDOSO
-  NO SE ASTILLA, NO SE TUERCE
-  ANTITERMITAS

MADERA PLÁSTICA WPC (WOOD PLASTIC COMPOSITE)

El material de fabricación de ECOWOOD, no es una madera tradicional, es una combinación de aserrín natural de varias maderas, obtenida de la industria maderera y que es reutilizado por nuestro fabricante para dar un perfecto balance entre calidad y resistencia. Adicionalmente cuenta con componentes plásticos combinación que se traduce en un producto con la apariencia de la madera y la resistencia y flexibilidad del plástico.

RECUERDE QUE ECOWOOD ES UN MATERIAL DECORATIVO, NO ES ESTRUCTURAL



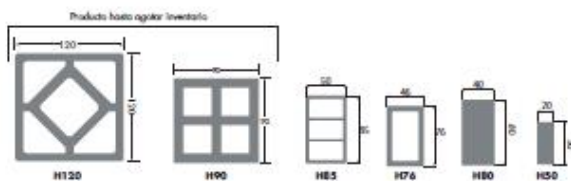
ecowood®

LISTONES EN WPC ECOWOOD

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Producto	Estructura	Ancho cm	Alto cm	Largo mt	Espesor cm	Colores	Peso kg/ml	Unid. de empaque
ECOWOOD H40 - 60		4	6	5,6	0,5	 MOGAL  TEKA  AZENA	1,46	LISTÓN
ECOWOOD H150 - 50		5	15,0	5,6	0,6	 TEKA  AZENA	3,93	LISTÓN
ECOWOOD H180 - 80		8	18,0	5,6	0,6	 MOGAL  TEKA  AZENA	7,46	LISTÓN

PERFILES ESPECIALES BAJO PEDIDO



*Pregunte al departamento técnico por perfiles especiales y colores.

ACCESORIOS



ecowood®

arkos®

MANTENIMIENTO Y MANIPULACIÓN

Los listones ECOWOOD cuentan con apariencia de madera natural y están diseñados para desgastarse de forma natural con el tiempo. El patrón de superficie se desgastará hasta adquirir un color consistente; la mayor parte del proceso de desgaste se realizará durante el primer año de vida.

Es recomendable la limpieza periódica con el fin de garantizar la durabilidad y mantener la belleza en la apariencia de madera natural del material:

- No golpee el material durante su descarga y sujételo muy bien durante su transporte.
- Almacene el producto sobre estibas o bases rígidas, firmes y uniformes. No supere 40 unidades verticalmente al apilarlo. No apoye elementos pesados sobre el producto almacenado.
- Protéjalo de la intemperie con materiales no translúcidos: polietileno negro, cartones o materiales similares, asegurando el paso de aire continuo.
- Si aparece contaminación limpie inmediatamente retirando toda sustancia derramada; si es abrasiva séquela NO la frote: moje con agua caliente y seque con un paño suave.
- Se puede lavar a presión, con una recomendación de presión máxima 1100 PSI. Adopte siempre las medidas de seguridad necesarias y prevenga daños en el material.
- Para evitar la acumulación de polvo o residuos se recomienda aplicar sellador para WPC de DEVA (siga las instrucciones del fabricante). Es óptimo aplicarlo en la mañana o por la noche cuando la superficie esté fría, para evitar la rápida evaporación en las piezas.

Las anteriores indicaciones son indispensables para mantener la garantía

LA INSTALACIÓN

Los listones ECOWOOD no están diseñados para ser utilizados estructuralmente como en: columnas, postes, vigas, travesaños u otros elementos de carga; son principalmente de uso decorativo.

- Para mejorar la resistencia, se deben utilizar perfiles metálicos de refuerzo en su interior que complementen estructuralmente y mejoren su fijación mecánica.

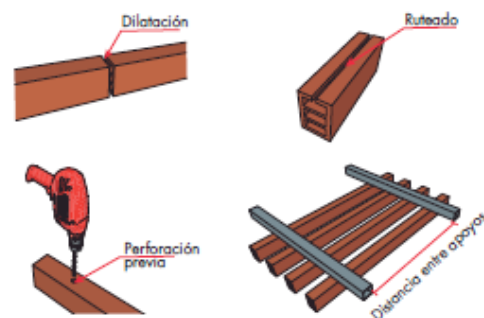
Para las fijaciones, perforar previamente el producto con una broca con un diámetro superior a la del tornillo, de 1 a 2mm, no se debe usar tornillo autopercutante

- Para la óptima instalación es necesario que los tornillos no excedan la fuerza de presión al colocarlos. El tipo de fijación debe ir acorde al tipo de material de la estructura.

- Tenga en cuenta que de la correcta elección del tornillo, depende el éxito de la fijación de los listones ECOWOOD.

- Si en la instalación es necesario realizar cortes sobre algunas de las caras del listón ECOWOOD, se debe tener en cuenta que en ningún caso puede sobrepasar el 30% del área total de material; al exceder este porcentaje de corte se afecta directamente la resistencia del material, dando paso a fracturas, grietas y fragilidad listón.

GLOSARIO



GARANTÍA

ARKOS S.A. garantiza la calidad, idoneidad, eficiencia y seguridad de los productos que suministra, siempre y cuando se cumplan los adecuados parámetros, recomendaciones y sugerencias de uso, manejo, instalación y mantenimiento informadas en el contenido de las fichas técnicas elaboradas y por los asesores.

La información sobre nuestros productos es exacta en la medida de nuestro conocimiento. Sin embargo, debe considerarse solamente como una sugerencia ya que cada consumidor debe efectuar sus propios diseños, mediciones e instalación, de acuerdo con el uso específico para el que requiera los productos.

El no cumplimiento de las especificaciones de instalación, mantenimiento y uso, genera la no aplicación de la garantía.



DISTRIBUIDOR POR:



www.arkos.com.co		Línea de Atención al Cliente: 01 8000 523030		
BOGOTÁ Centro Legislativo Celso Calle 80 C.C. Calles Páez Tolimé 7 de Agosto T-9 Sdkim Pato Boito Arkos Boyaca Tulua Grande Arkos Express	(0) 823 4029 (0) 311 8740 (0) 378 6251 (0) 704 2442 (0) 756 9113 (0) 240 2679 (012) 453 4231 (001) 428 9377 (011) 287 0563 (010) 227 7763	Regional Costa arkoscosta@arkos.com.co	BARBANGUELA Bogotá	(5) 201 9844 (5) 304 8850
Regional Centro ventas@arkos.com.co		Regional Suroccidente arkososid@arkos.com.co	CAJÍ San Nicolás IDRO Cull Acopi Yumbo Eje Calles Páez	(2) 888 0380 (01) 640 0785 (2) 485 0857 (020) 303 4171 (020) 314 5271
Regional Antioquia arkosantioquia@arkos.com.co	MEDELLÍN Inggí C.C. Ileo Sucre	Regional Santander arkosantander@arkos.com.co	SUCABAMANGA Bogotá Gilda Norte de Santander	(7) 497 9722 - 497 9721 (7) 644 4910 (012) 451 9898

Encuéntrenos también en Grandes Superficies, Depósitos, Ferreterías y distribuidores autorizados en su ciudad.
 Presentes en Ecuador (ventas@arkos.com.ec), Panamá (arkospanama@arkos.com.pa) y Brasil (arkosbrasil@arkos.com.br)

Anexo 9: Ficha de especificaciones MAKROLON



Scheda tecnica prodotto, Maggio 2012

Makrolon® Ambient S2S-25

Lastra di policarbonato con riempimento interno di Aerogel



I vantaggi:

- le migliori in quanto a isolamento termico
- buona capacità di sopportare carichi
- ottime proprietà di diffusione della luce
- buon isolamento acustico



Il Makrolon® Ambient S2S-25 è una lastra alveolare di policarbonato di 25 mm di spessore con riempimento interno in Aerogel. Combina le migliori caratteristiche di isolamento termico a ottime proprietà di sopportazione dei carichi e trasmissione della luce e una eccellente resistenza alle intemperie. La lastra è leggera, resistente agli urti e di facile installazione.

Il Makrolon® Ambient S2S-25 è stata sviluppata in particolare per le coperture di tetti trasparenti.

- serre
- coperture per case passive
- coperture industriali, strutture sportive
- lucernari, pareti trasparenti
- copertura tetti, rivestimenti

Le lastre vengono prodotte con uno strato coestruso di protezione dalla radiazione UV che è fuso omogeneamente con il materiale della lastra. Il lato protetto dagli UV deve essere rivolto verso l'alto/l'esterno. Questo sistema fa sì che Makrolon® Ambient possa fornire una protezione efficace contro le intemperie, garantita 10 anni.

Su richiesta:

IQ-Relax

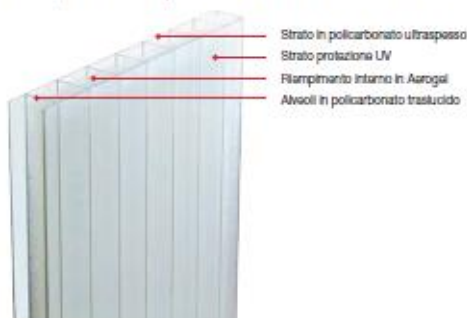
Le lastre Makrolon® Ambient IQ-Relax sono di colore bianco opalino e riducono in maniera considerevole il calore prodotto dalla luce solare ma senza bloccare la luce visibile.

DATI TECNICI (VALORI INDICATIVI DI RIFERIMENTO)

Peso	7 kg/m ²	
Larghezza della lastra	1.220 mm	
Lunghezza massime disponibili	1.000 a 7.000 mm	
Raggio minimo di curvatura a freddo ¹⁾	4.000 mm	
Trasmissione luminosa τ_{25} (assorbimento raggi UV)	clear 1060:	ca. 50 %
	IQ-Relax:	ca. 30 %
Trasmissione solare totale g	clear 1060:	ca. 61 %
	IQ-Relax:	ca. 28 %
Coefficiente di dilatazione termica α_g	verticale:	0,08 W/m ² K
	orizzontale:	0,09 W/m ² K
Coefficiente di dilatazione termica α_s	0,065 mm/m °C	
Possibile dilatazione dovuta al calore e all'umidità	3 mm/m	
Max. temperatura di lavoro senza carico	120°C	
Polare fono isolante Rw	26 dB	
Resistenza agli urti	EN 356-PSA	
Reazione alla combustione ²⁾	B2 (DIN 4102)	
• Germania	clear 1060:	B2 (DIN 4102)

¹⁾ Le certificazioni antiriscaldamento hanno una validità limitata nel tempo, controllare sempre che il certificato indicato sia valido.

²⁾ I certificati di reazione al fuoco hanno limiti temporali e di campo di applicazione, controllare sempre se il certificato considerato è applicabile al tipo di lastra acquistata alla data di spedizione. Le lastre di policarbonato possono cambiare la loro reazione al fuoco a causa dell'invecchiamento e degli agenti atmosferici. La classificazione indicata è stata provata su lastre nuove non esposte agli agenti atmosferici in accordo alla norma di classificazione indicata, con l'eccezione dei prodotti classificati B1 in accordo alla norma DIN 4102.



Clausola di responsabilità del prodotto: Le informazioni qui riportate nonché la nostra consulenza tecnico-applicativa fornita a parole, per iscritto e in base a collaudi avvengono secondo scienza e coscienza, pur non avendo valore vincolante anche e soprattutto in relazione ad eventuali diritti di protezione nei confronti di terzi. La consulenza non dispensa l'acquirente dall'eseguire un accertamento personale delle nostre note informative attuali (in particolare modo per quanto riguarda i nostri opuscoli sui dati di sicurezza e sui dati tecnici) e dei nostri prodotti in merito alla loro idoneità per gli scopi e i procedimenti perseguiti. L'applicazione, l'impiego e la lavorazione dei nostri prodotti nonché dei prodotti realizzati dall'acquirente in base alla nostra consulenza tecnico-applicativa non rientrano tra le nostre possibilità di controllo, vale a dire che ne risponde solo ed esclusivamente l'acquirente stesso. La vendita dei nostri prodotti avviene in base alle nostre attuali condizioni generali di vendita e di consegna. Makrolon® è un marchio registrato di Bayer AG.

MF 02071



makrolon®
Ambient

Scheda tecnica prodotto, Maggio 2012

Makrolon® Ambient S2S-25

Lastra di polycarbonato con riempimento interno di Aerogel



Idee, innovatore, intelligente, interessante... La linea i-line della Bayer MaterialScience rappresenta la generazione del futuro per prodotti di qualità. Questo marchio garantisce soluzioni innovative e intelligenti per una vasta gamma di applicazioni.

Nel caso in cui il **Makrolon® Ambient S2S-25** venga utilizzato come elemento costruttivo per coperture o pareti, si dovrà prevedere una struttura di sostegno idonea a sopportare i carichi dovuti al vento e alla neve. Per determinare le distanze di appoggio relative ai carichi previsti si consiglia di consultare il diagramma fornito.

Il diagramma mostra la curva di portata del **Makrolon® Ambient S2S-25** installato con luce libera non supportata, poggiato su 4 lati, con profondità di battuta ≥ 20 mm. Se la profondità di battuta è minore, si riducono di conseguenza per un dato carico anche le distanze tra i supporti. Se la lastra deve resistere solo alle sollecitazioni del vento, i carichi possono essere elevati del fattore 1,1.

Utilizzando profili sufficientemente stabili, il carico aumenta del fattore 1,2.

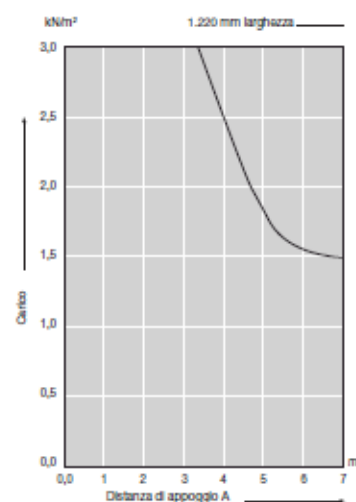
Modalità di determinazione della portata:

La resistenza strutturale (limite della portata) del **Makrolon® Ambient S2S-25** è stata determinata con apposite prove effettuate in base alla direttiva europea ETAG 10 ("Autorizzazione tecnica per sistemi di copertura autoportanti", entrate in vigore nel Settembre 2002). I valori caratteristici di riferimento della resistenza strutturale sono stati rilevati in maniera conservativa, cioè le lastre non sono state fissate ma soltanto poggiate sui profili. Le prove sono state effettuate con carichi uniformemente distribuiti, che agiscono in verticale sulle lastre, come per es. in caso di neve.

I dati riportati sono valori indicativi di riferimento, calcolati tramite numerose prove effettuate su sistemi reali dalla KPF a Erkelenz/Germania (Ente di certificazione, controllo e verifica riconosciuto). A tali valori deve essere aggiunto un fattore di sicurezza da valutare nei singoli casi.

Sulla base delle nostre esperienze possiamo dire che è sufficiente in generale un fattore di 1,3 rispetto ai valori di resistenza rilevati. Questo coefficiente di sicurezza è incluso nei diagrammi e nelle tabelle forniti.

I dati non sostituiscono in ogni caso la documentazione specifica richiesta dalle normative nazionali, come le Autorizzazioni per l'edilizia (Germania), Avis Techniques (Francia) ecc.



Carico	kN/m²	1,5	2,0	2,5	3,0	Larghezza in mm
Lunghezza o distanza tra i supporti A	m	∞	4,7	4,0	3,4	1.220

La Bayer MaterialScience produce anche lastre solide in polycarbonato (Makrolon® GP) e in poliestere (Vivak® e Axpel®). Per maggiori informazioni, visitate il sito www.bayersheeteurope.com.



Bayer MaterialScience

Bayer MaterialScience GmbH
Otto-Hesse-Straße 19/T9, 64293 Darmstadt, Germania
Tel. +49 6151 13 03-0
Fax +49 6151 13 03-500

www.bayersheeteurope.com

Anexo 10: Ficha de especificaciones CANNABRIC

FICHA TECNICA CANNABRIC

Bloque conforme a la norma UNE 41410 (Diciembre de 2008)

PRESENTACIÓN	Cannabric es un bloque macizo para la construcción a base de cáñamo, que se fabrica desde 1999 en Guadix (Granada) y con características especiales térmicas, acústicas y bioclimáticas. Ha sido desarrollado para su posible empleo en muros de carga monocapa. Al ser su composición totalmente natural (material vegetal, conglomerantes naturales y aglomerantes minerales y de reciclaje), el bloque esta solicitado por arquitectos y promotores responsables con el medioambiente y con el interés de crear espacios más habitables, confortables y saludables , de gran calidad y durabilidad.
EL CÁÑAMO	El componente principal del bloque Cannabric es la parte leñosa del cáñamo , una planta de rápido crecimiento, cultivada desde milenios, mejorante de suelos, que no precisa pesticidas ni herbicidas y de la cual todas las partes son aprovechables, no solo para su empleo en la construcción pero también en la industria de textil, de papel, de alimentación, de cosmética, de farmacéutica, del automóvil, ... Las variedades industriales de cáñamo son completamente legales ya que poseen un muy bajo índice de THC (sustancia alucinógena), presente exclusivamente en la flor y hojas altas, no en el tallo.
VENTAJAS DE MATERIAL VEGETAL EN LA CONSTRUCCIÓN	Traduciendo el cáñamo a la construcción, trabajando con Cannabric en cerramientos y otros materiales a base de cáñamo en soleras y cubiertas (morteros aislantes, paneles aislantes), se pueden emplear unos 10 toneladas de cáñamo en una vivienda de 100 m2 , o sea 100 kg de cáñamo en cada m2 construido, reemplazando así materiales desfavorables para el medio ambiente y la salud de los habitantes de la casa (como el hormigón armado, por ejemplo). Con el empleo de material vegetal en la construcción se puede evitar la sobreexplotación de recursos naturales, sus consecuencias ambientales y elevados gastos energéticos empleados en su extracción. Aparte de esto se retiene CO2 en todo el ciclo de vida útil del material vegetal y se contribuye así a reducir la contaminación ambiental .
CONFORT TÉRMICO, ACÚSTICO Y BIOCLIMÁTICO	El Cannabric aprovecha las características aislantes del cáñamo (con una conductividad térmica de 0,048 W/m·k) que son excelentes, bastante mejores que en la madera. En comparación a la madera, otra gran ventaja del cáñamo es que no esta atacado por parásitos (ausencia de nutrientes en su tallo), por lo cual no hay que tratarlo ni en su cultivo ni en su empleo en la construcción. Los componentes minerales del bloque aportan resistencia mecánica, densidad y una elevada inercia térmica. De esta forma resulta un bloque de construcción resistente a las cargas, con baja conductividad térmica (0,19 W/m·k) y alta inercia térmica (1291 kcal/m3 °C), que posee cualidades termofísicas que protegen tal del frío como del calor , sin necesidad de añadir aislantes en muros monocapa de poco espesor. En los conglomerantes y aglomerantes se trabaja exclusivamente con materiales naturales como tierras (procedentes de la excavación de cuevas de Guadix) y cales, materiales que son de reducido consumo de energía en su fabricación y que al mismo tiempo poseen propiedades naturales y bioclimáticas. La cal, a cambio del cemento, forma un ciclo cerrado, la emisión de CO2 en su fabricación equivale aproximadamente al CO2 necesitado en su carbonatación o proceso de endurecimiento. Los componentes de Cannabric poseen características que crean un clima agradable en la vivienda y un confort acústico elevado . Mantienen el aire limpio y regulan la humedad ambiental por lo cual es importante que los morteros, posibles revestimientos y pinturas son libres de cemento y de componentes químicos para no alternar sus propiedades. Las piezas de Cannabric son macizas, de color tierra y una textura rugosa, no cocidas pero secadas al aire un tiempo mínimo de 28 días, por lo cual son más transpirables y consumen poca energía en su fabricación .
TAMAÑOS	Se fabrican en tres tamaños: 30 x 14,5 x 10,5 [cm] (bloque entero), 14,5 x 14,5 x 10,5 (medio bloque), 21,5 x 14,5 x 10,5 (tres-cuarto bloque). Su presentación en obra se realiza en palets de 195/252/390 unidades.
VIDA ÚTIL Y RECICLAJE	Aunque el bloque esta diseñado para tener una vida útil muy larga , con una resistencia creciente, no decreciente (como el hormigón de cemento), el reciclaje del material es fácil. El bloque procedente de una demolición puede ser molido y reutilizado para la producción de Cannabric o bien morteros aislantes.
APLICACIONES	Tienen una resistencia mecánica y al fuego que hacen posible su empleo en todo tipo de viviendas, edificios entre medianeras y de concurrencia publica, de varias plantas . El bloque permite su uso en la ejecución de muros estructurales monocapa (3 o más plantas en un muro de espesor de 30 cm) y muros de división con espacio

	<p>exterior, también puede emplearse en la formación de tabiquerías divisorias en interiores (14,5 cm o 10,5 cm de espesor).</p> <p>Otros aplicaciones posibles son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muros estructurales revestidos de piedra natural en fachada - Muros entre entramado de madera (alternativa al adobe, más ligero y más aislante). - Muros decorativos sin revestir y muros de división interior - Muros en cara interior de casas de baías de paja o casas a restaurar, con insuficiencias térmicas - Muros de fachada en cuevas y casas-cueva - Habitáculos para animales
<p>RECOMENDACIONES PARA LA PUESTA EN OBRA</p>	<p>En la puesta en obra se recomienda emplear morteros de cal hidráulica natural (preferiblemente NHL3,5 o NHL2) y arena en dosis 1:4, también son posibles morteros de cal grasa en pasta (hasta un espesor de muro de 30 cm), nunca morteros de cal aérea en polvo (hidróxido cálcico) o pastas elaboradas de cales en polvo. Opcional se puede trabajar con morteros de cal hidráulica natural, aligerados con cañamiza (granulado de cáñamo), con características térmicas y de resistencia mecánica parecidas al mismo Cannabric.</p> <p>En los enfoscados: Morteros listos para aplicar, de cal grasa en pasta, o bien morteros elaborados con cal hidráulica natural NHL3,5 con arena (dosis 1:4).</p> <p>Revocos: morteros de cal grasa o cal grasa añeja (en blanco o para pintar) o morteros elaborados de cal hidráulica natural NHL3,5 blanca o NHL2. También se puede revestir con yeso vivo en interiores (nunca con yesos retardados). Existen yesos artesanales aptos para exteriores.</p> <p>Las pinturas basadas en silicatos (sin aditivos), minerales, cal grasa en pasta (hidrato) o vegetales para garantizar máxima transpirabilidad y la compatibilidad con el soporte.</p> <p>En interiores, el CANNABRIC también se puede dejar a cara vista o simplemente pintar mientras en exteriores se recomienda el revestimiento, especialmente en zonas con muchas precipitaciones (para no perder en parte las buenas características térmicas durante el tiempo que esté húmedo).</p> <p>En general los muros de carga y de separación con el exterior de viviendas tienen un espesor de 30 cm (también es posible 45 cm de espesor), mientras los muros de división interior 14,5 o 10,5 cm (mas revestimiento, si en caso).</p>

Necesidad en sacos de 35-40 kg de cal hidráulica natural por m2 de muro de fábrica de Cannabric			
espesor de muro de fábrica de Cannabric en cm (sin o antes de revestir)	para poner Cannabric en obra sin revestir (dosis 1:4)	para poner Cannabric en obra y revestirlo en una cara con mortero de cal hidráulica natural (dosis 1:4)	para poner Cannabric en obra y revestirlo en dos caras con mortero de cal hidráulica natural (dosis 1:4)
30	0,66	0,83	1,00
14,5	0,27	0,44	0,60
10,5	0,14	0,31	0,47

CANNABRIC
 Cañada Ojeda, 8
 E-18500 Guadix (Granada)
 cannabric@cannabric.com
 www.cannabric.com
 Tel: (0034) 958 66 33 44
 Móvil: (0034) 686 385 567

ENSAYOS con CANNABRIC

ASPECTO Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y FÍSICAS	RESULTADOS:
Aspecto (UNE 127.030/ 99):	"La coloración de los bloques es homogénea, con una textura superficial rugosa y uniforme suficiente para facilitar la adherencia de un posible revestimiento, no observándose coqueas, desconchados ni desportillamientos. Tampoco se observan fisuras en sus caras exteriores".
Dimensión y espesor de paredes (cm) (UNE-EN 772-16/ 2001):	30/ 14,5/ 10,5 (bloque macizo, sin huecos)
Planeidad de las caras (desviación máxima) (UNE-EN 772-20/ 2001):	Sobre una dimensión de 332 mm: 2,0 mm
Ortogonalidad de los ángulos (máximo valor de la tangente de las desviaciones de los ángulos sobre 90°) (UNE 127.030/ 99):	0,01
Densidad aparente aproximada/ 28 días (determinada en fábrica):	1,3 kg/ dm ³
Densidad absoluta seca (valor medio según UNE-EN 772-13/ 2001):	1171 kg/ m ³
Masa absoluta seca (valor medio):	5,35 kg
Resistencia a la compresión característica (28 días), referida a la sección bruta (UNE-EN 771-1/ 2001):	13,00 kg/ cm ² (1,3 N/mm ²)
Resistencia a la compresión media (28 días), referida a la sección bruta:	14,00 kg/ cm ² (1,4 N/ mm ²)
Resistencia a la compresión mínima (90 días) referida a la sección bruta (UNE-EN 771-1/ 2001):	15,00 kg/ cm ² (1,5 N/ mm ²)
Resistencia a la flexión (28 días) (UNE 83.305-86):	6,10 kg/ cm ²
Resistencia al ataque de mohos y olores:	sin alteración
Resistencia al fuego (con carga de 3kg/ cm ² , equivale a un edificio grande de 3 plantas) (UNE 23.093-81):	> RF 120
Coefficiente de Conductividad térmica (UNE 92.202-89):	0,16 kcal/ h·m·K (0,19 W/ m·K)
Transmisión térmica según espesor:	Muro de carga revestida en dos caras con mortero de cal: 0,47 kcal/ h.°C.m ² (0,56 W/ °C.m ²) Muro de división interior revestida en dos caras con mortero de cal: 0,83 kcal/ h.°C.m ² (0,99 W/ °C.m ²)

Calor específico:	1,103 kcal/ kg °C
Capacidad calorífica (inercia térmica):	1291 kcal/ m3 °C
Absorción de agua (valor medio) (UNE-EN 772-11/ 2001):	31,5 %
Succión de agua (UNE 41.171/89):	0,41g/ cm2 x 5 min
Aislamiento acústico al ruido aéreo (muro de carga revestido de dos lados):	54 dBA *
Aislamiento acústico al ruido (muro de separación interior revestido de dos lados):	45 dBA *

* Valor de cálculo según NBE-CA-88

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE CANNABRIC	muro en función de división interior		de separación con espacio exterior
	espesor (cm) CANNABRIC sin revestimiento	10,5	14,5
transmisión térmica K kcal/ h.°C.m2 (W/ °C.m2)	1,09 (1,29)	0,86 (1,02)	0,48 (0,57)
espesor (cm) CANNABRIC con revestimiento de mortero de cal en las dos caras	13	17	33
transmisión térmica K kcal/ h.°C.m2 (W/ °C.m2)	1,05 (1,25)	0,83 (0,99)	0,47 (0,56)
UNE 92.202-89 coeficiente de conductividad térmica: kcal/ h.m.K (W/ m.K)	0,16 (0,19)		
Capacidad calorífica (inercia térmica): kcal/ m3 °C	1291		

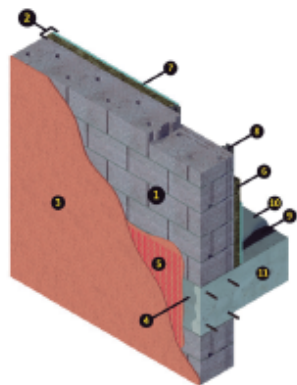
CANNABRIC
Cañada Ojeda, 8
E-18500 Guadix (Granada)
cannabric@cannabric.com
www.cannabric.com
Tel: (0034) 958 66 33 44
Móvil: (0034) 686 385 567

Anexo 11: Ficha de especificaciones ARLIBLOCK

FICHA TÉCNICA



CERRAMIENTO ARLIBLOCK® TERMOACÚSTICO 25 FIBRA DE VIDRIO (TERMOSILENCE F)



TIPOS DE PREFABRICADO QUE COMPONEN EL SISTEMA

- ① Bloque Arliblock® Termoacústico 25

PRODUCTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA

- ② Sistema Placo® Silence
Sistema de trasdosado Placo® Silence
- ③ weber.therm clima
Revestimiento mineral de altas prestaciones.
- ④ weber FX
Fuente de adherencia y regulador de absorción
- ⑤ weber.therm malla 200
Malla de fibra de vidrio para refuerzo de los revestimientos minerales en los sistemas weber.therm.
- ⑥ Isover® Arena
Paneles y rollos semirígidos de lana mineral Arena Isover®
- ⑦ Placo® Phonique
Placa de Yeso Laminado dotada de prestaciones acústicas para el sistema Placo® Silence
- ⑧ Metal Phonique de Placo®
Perfil metálico de acero galvanizado en forma de sigma (Σ) como montante acústico del sistema Placo® Silence
- ⑨ weber TP
Imprimación por dispersión para el sellado de soportes porosos.
- ⑩ weber.floor rapid
Mortero autonivelante para grandes recrecidos de secado rápido.
- ⑪ Forjado
Forjado de hormigón

DESCRIPCIÓN

Sistema de obra de fábrica compuesto por una hoja del Bloque Arliblock® Termoacústico 25 trasdosado con 5 cm de lana mineral Isover® Arena por el interior y placa de yeso Placo® Phonique, revestido con 1,5 cm. del weber.therm clima por el exterior.

CARACTERÍSTICAS

Peso superficial con revestimiento (Kg/m ²)	358,00
Atenuación Acústica a ruido aéreo [dB(A)]	84,00
Transmitancia Térmica U en Muros, zonas comunes, medianerías y particiones interiores [W/m ² K]	0,35
Resistencia al fuego [minutos]	240,00
Espesor [Ancho] [cm]	33,00

- Consultar la solución constructiva para diferentes espesores de la lana mineral Isover® Arena.
- Los datos de aislamiento acústico están basados en el Bloque Arliblock® Termoacústico 25, sin tener en cuenta la fibra de vidrio.
- El peso del revestimiento con el mortero mineral son 20 Kg/m² y el peso de la placa de yeso 15 Kg/m².

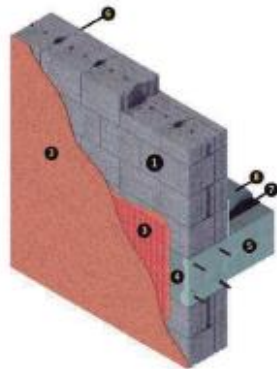
DÓNDE UTILIZARLO

- Trasdoso para cualquier tipo de cerramiento.
- Cerramiento naves industriales.
- Cerramiento de una sola hoja.

FICHA TÉCNICA



CERRAMIENTO ARLIBLOCK® MACIZO 30 - 30



TIPOS DE PREFABRICADO QUE COMPONEN EL

SISTEMA

- 1 Bloque Arliblock® Macizo 30 - 30

PRODUCTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA

- 2 **weber.therm clima**
Revestimiento mineral de altas prestaciones.
- 3 **weber.therm malla 200**
Malla de fibra de vidrio para refuerzo de los revestimientos minerales en los sistemas weber.therm.
- 4 **weber FX**
Puente de adherencia y regulador de absorción
- 5 **Forjado**
Forjado de hormigón
- 6 **Proyal XXI**
Yeso de proyectar aligerado de Placo®
- 7 **weber TP**
Imprimación por dispersión para el sellado de soportes porosos.
- 8 **weber.floor rapid**
Mortero autonivelante para grandes recorridos de secado rápido.

DESCRIPCIÓN

Sistema de obra de fábrica compuesto por una hoja del Bloque Arliblock® Macizo 30 - 30, revestido con 1,5 cm. del weber.therm clima y enlucido con 1 cm. de yeso Placo® Proyal XXI por el interior.

CARACTERÍSTICAS

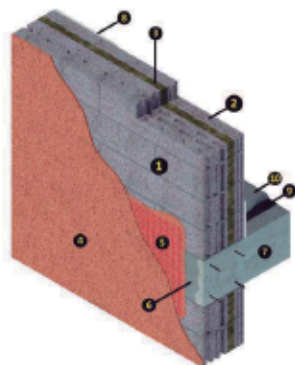
Peso superficial con revestimiento (Kg/m ²)	322,00
Atenuación Acústica a ruido aéreo [dB(A)]	53,00
Transmitancia Térmica U en Muros, zonas comunes, medianeras y particiones interiores [W/m ² K]	0,02
Resistencia al fuego [minutos]	240,00
Espesor (Ancho) [cm]	33,00

- Consultar la solución constructiva para diferentes largos del Bloque Arliblock® Macizo 30.
- Los datos de aislamiento acústico están basados en el Bloque Arliblock® Macizo 30.
- El peso del enlucido de yeso es de 15 kg/m² y el revestimiento con el mortero mineral 20 Kg/m².

DÓNDE UTILIZARLO

- Trasdoso para cualquier tipo de cerramiento.
- Cerramiento naves industriales.
- Cerramiento de una sola hoja.
- Muros de carga.
- Fachada ventilada.

CERRAMIENTO ARLIBLOCK® MULTICÁMARA 20 + 8



TIPOS DE PREFABRICADO QUE COMPONEN EL SISTEMA

- ① Bloque Arliblock® Multicámara 20 - 30
- ② Bloque Arliblock® Multicámara 8

PRODUCTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA

- ③ **Isover® Arena**
Paneles y rollos semirígidos de lana mineral Arena Isover®
- ④ **weber.therm clima**
Revestimiento mineral de altas prestaciones.
- ⑤ **weber.therm malla 200**
Malla de fibra de vidrio para refuerzo de los revestimientos minerales en los sistemas weber.therm.
- ⑥ **weber FX**
Puente de adherencia para el anclaje de morteros en base a cemento o/y cal, y regulador de absorción.
- ⑦ **Forjado**
Forjado de hormigón
- ⑧ **Proyal XXI**
Yeso de proyectar aligerado de Placo®
- ⑨ **weber TP**
Imprimación por dispersión para el sellado de soportes porosos.
- ⑩ **weber.floor rapid**
Mortero autonivelante para grandes recrecidos de secado rápido.

DESCRIPCIÓN

Sistema de obra de fábrica compuesto por una hoja exterior del Bloque Arliblock® Multicámara 20 - 30 trasdosado con 5 cm. de lana mineral Isover® Arena por el interior y una hoja interior del bloque Arliblock® Multicámara 8, revestido el sistema por el exterior con 1,5 cm. del weber.therm clima y enlucido con 1 cm. de yeso Placo® Proyal XXI por el interior.

CARACTERÍSTICAS

Peso superficial con revestimiento (Kg/m ²)	384.00
Atenuación Acústica a ruido aéreo [dB(A)]	55.00
Transmitancia Térmica U en Muros, zonas comunes, medianerías y particiones interiores [W/m ² K]	0.42
Resistencia al fuego [minutos]	240.00
Espesor [Ancho] [cm]	38.00

- Consultar la solución constructiva para diferentes espesores del aislamiento termico Isover Arena y para diferentes largos de los Bloques Arliblock®.
- Los datos de aislamiento acústico están basados en el Bloque Arliblock® Multicámara 20, bloque Arliblock hueco 8 -30 y la ley de masas. Cualquier medianería con pesos superiores a 300 Kg/m² esta por encima de 55 Dba.
- El peso del enlucido de yeso es de 15 kg/m² y el revestimiento con el mortero mineral 20 Kg/m².

DÓNDE UTILIZARLO

- Cerramiento de doble hoja para fachadas.

Anexo 12: Ficha de especificaciones YTONG

CARACTERISTICAS DEL HORMIGON CELULAR YTONG

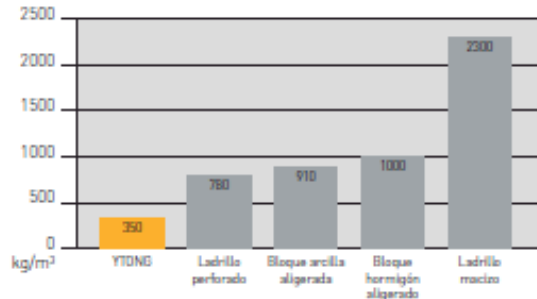
El hormigón celular curado en autoclave Ytong es un material 100% natural que se caracteriza por su estructura alveolar, conteniendo su masa millones de microporos de aire. Esto le confiere una elevada ligereza y un excepcional aislamiento térmico, con una resistencia mecánica muy elevada.



RESISTENCIA Y LIGEREZA

La elevada resistencia del hormigón celular Ytong permite la ejecución de fachadas de grandes dimensiones y

reducidos espesores así como la fijación de fachadas ventiladas, garantizando la transmisión de las cargas de viento a la estructura. La elevada ligereza del hormigón celular reduce considerablemente la carga vertical, lo cual permite ahorrar material en la estructura.



AISLAMIENTO TERMICO

El sistema de construcción Ytong supera con creces los requisitos del CTE a nivel de aislamiento térmico.

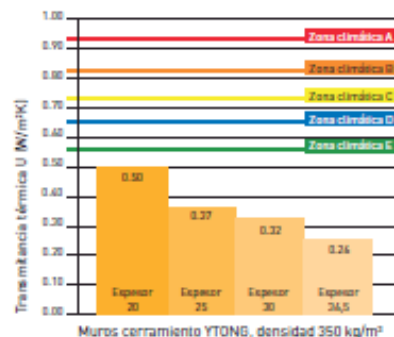
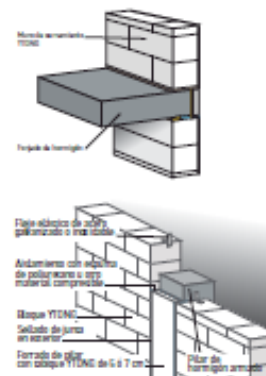
En el gráfico se muestran los valores de transmitancia que se obtienen para los diferentes espesores de bloques de hormigón celular YTONG, marcando los límites para cada zona climática que establece la normativa y que no debe ser superada.

Se puede apreciar la holgura que existe entre las exigencias de la normativa y las prestaciones de los cerramientos realizados con YTONG, lo cual ayuda a reducir la demanda energética por debajo de lo exigido y por lo tanto

es un significativo aporte para la obtención de una excelente clasificación energética.

A su vez el amplio margen garantiza que las soluciones YTONG sean válidas en el futuro, en el que las exigencias de aislamiento serán muy superiores a las actuales.

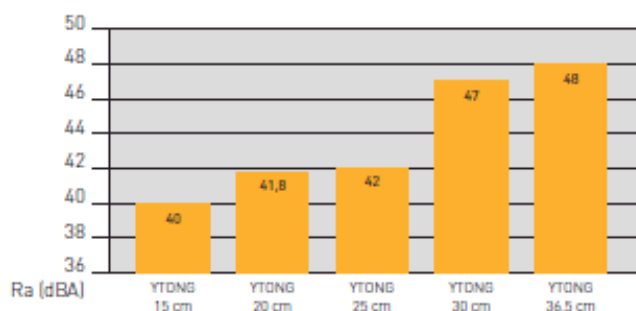
Los elementos Ytong se pueden emplear a su vez para el forrado de los elementos estructurales para reducir de esta forma los puentes térmicos.



AISLAMIENTO ACUSTICO

El hormigón celular Ytong aporta un elevado aislamiento acústico a las fachadas, dando cumplimiento a las nuevas exigencias del CTE¹.

Además del aislamiento acústico, el hormigón celular posee una excelente calidad de absorción acústica, debido a su superficie porosa.

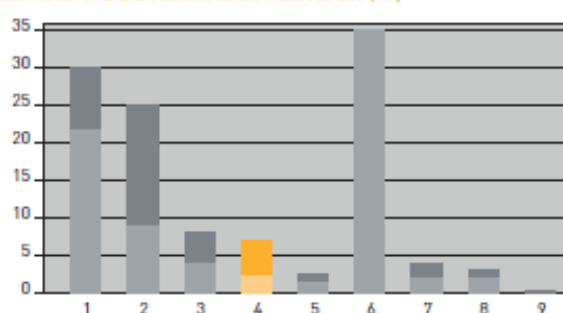


PROTECCION FRENTE AL AGUA

El nivel de absorción de agua del hormigón celular Ytong es muy inferior al de otros materiales tradicionales. Esto se debe a que los poros del hormigón celular no están conectados entre sí y no permiten la absorción de agua.

Como se muestra en el cuadro inferior, las soluciones de fachada Ytong cumplen hasta en los mayores requerimientos de impermeabilidad.

COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE AGUA (W)



Material de Construcción	W (kg/m2-h 0,5)
1. Ladrillo macizo de arcilla	22 - 30
2. Ladrillo hueco de arcilla	9 - 25
3. Ladrillo o bloque de cal y arena	4 - 8
4. Bloque YTONG	2,5 - 7
5. Hormigón aligerado	1,5 - 2,5
6. Yeso	35
7. Revoco (cal y cemento)	2 - 4
8. Enfoscado de cemento	2 - 3
9. Recubrimiento con material artificial por dispersión (imprimado)	0,05 - 0,2

Soluciones YTONG	Tipo	Grado de impermeabilidad
YTONG 25 cm	1 hoja sin cámara	5*
YTONG 15 cm + YTONG 8 cm	2 hojas con cámara no ventilada	5*
YTONG 20 cm + Trasdosado PYL	2 hojas con cámara no ventilada	5*
Fachada ventilada + YTONG 20 cm	Cámara de aire ventilada	5**

¹ Para dar cumplimiento a las exigencias del CTE, aparte del aislamiento que debe aportar la parte ciega de la fachada, es necesario que los huecos aporten un nivel de aislamiento acústico mínimo determinado, en función del % de huecos y del nivel límite global exigido. En zonas con un índice ruido día elevado (zonas de autopistas o aeropuertos) se requerirá un estudio detallado.

* Con monocapas recomendados por Ytong que sean R3 según CTE. Monocapas R1 son aptos en edificios con grado de impermeabilidad exigidos 1, 2 y 3.

** Fachadas ventiladas que cumplan los criterios para ser B3 según CTE. La cara exterior del muro Ytong se debe proteger con láminas impermeables y transpirables u otro tipo de revestimiento impermeabilizante.

YTONG**silka****YTONG**
multipor


DECLARACIÓN DE PRESTACIONES DECLARATION DES PERFORMANCES		33000246	Página 1/3 Page 1/3
1.	Código de identificación única del producto tipo: <i>Code d'identification unique du produit type:</i>	Ytong-Blocs Poignés et Emboît.-3-350-(0,090)	
2.	Tipo, lote o número de serie o cualquier otro elemento que permita la identificación del producto de construcción como se establece en el artículo 11, apartado 4: <i>Numéro de type, de lot ou de série ou tout autre élément permettant l'identification du produit de construction, conformément à l'article 11, paragraphe 4 :</i>	FR014054640018327 FR024054640018327 FR034054640018327	
3.	Uso o usos previstos del producto de construcción, con arreglo a la especificación técnica armonizada aplicable, tal como lo establece el fabricante: <i>Usage ou usages prévus du produit de construction, conformément à la spécification technique harmonisée applicable, comme prévu par le fabricant :</i>	En muros, pilares y particiones Murs, poteaux et cloisons en maçonnerie	
4.	Nombre, nombre o marca registrados y dirección de contacto del fabricante según lo dispuesto en el artículo 11, apartado 5: <i>Nom, raison sociale, ou marque déposée et adresse du contact du fabricant, conformément à l'article 11, paragraphe 5 :</i>	Xella Thermopierre Le Pré Chatelain St Savin 38307 BOURGOIN JALLIEU	
5.	En su caso, nombre y dirección de contacto del representante autorizado cuyo mandato abarca las tareas especificadas en el artículo 12, apartado 2: <i>Le cas échéant, nom et adresse de contact du mandataire dont le mandat couvre les tâches visées à l'article 12, paragraphe 2 :</i>	Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH Hohes Steinfeld 1 D-14797 Kloster Lehnin	
6.	Sistema o sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones del producto de construcción tal como figura en el anexo V: <i>Le ou les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances du produit de construction, conformément à l'annexe V :</i>	Sistema 2+ sobre la base de la categoría I según la norma EN 771-4 <i>Système 2+ sur la base du référentiel de catégorie 1 selon la norme EN 771-4</i>	
7.	En caso de declaración de prestaciones relativa a un producto de construcción cubierto por una norma armonizada: <i>Dans le cas de la déclaration des performances concernant un produit de construction couvert par une norme harmonisée :</i>	Dentro de la norma CE, sistema 2+, el CERIB (organismo notificado nº 1164): - ha realizado los ensayos de tipo inicial - realiza un monitoreo continuo de los controles de fabricación - realiza ensayos sobre muestras tomadas de la planta y consecuentemente emite los certificados CE asociados a las siguientes plantas: • 1164-CPD-BLC001 para la fabricación de la planta de Montereau (77) • 1164-CPD-BLC002 para la fabricación de la planta de St Savin (38) • 1164-CPD-BLC003 para la fabricación de la planta de Mios(33) <i>Dans le cadre de la norme CE, système 2+, le CERIB (organisme notifié n°1164) :</i> • a réalisé les essais de type initiaux • assure la surveillance continue des contrôles de production • pratique des essais sur des échantillons prélevés dans l'usine ; par conséquent délivre les certificats CE associés aux usines suivantes : • 1164-CPD-BLC001 pour la production de l'usine de Montereau (77) • 1164-CPD-BLC002 pour la production de l'usine de St Savin (38) • 1164-CPD-BLC003 pour la production de l'usine de Mios (33)	

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES DECLARATION DES PERFORMANCES		33000246	Página 2/3 Page 2/3
8.	En caso de declaración de prestaciones relativa a un producto de construcción para el que se ha emitido una evaluación técnica europea:	-	
	<i>Dans le cas de la déclaration des performances concernant un produit de construction pour lequel une évaluation technique européenne a été délivrée :</i>	-	
9.	Prestaciones declaradas <i>Performances déclarées</i>	Ytong-Blocs Poignés et Emboit.-3-350-(0,090)	
	Dimensiones: Longitud, mm <i>Dimensions: Longueur, mm</i>	625	
	Dimensiones : Altura, mm <i>Dimensions: Hauteur, mm</i>	250	
	Dimensiones: Espesor, mm <i>Dimensions : Largeur, mm</i>	300	
	Forma <i>Forme et coupe</i>	Blocs Poignés et Emboit.	
	Tolerancias <i>Tolérances</i>		
	Categoría <i>Classe</i>	TLMA	EN 771-4 : 2011-07
	Planeidad <i>Planéité</i>	-	EN 772-20 : 2005-05
	Paralelismo <i>Parallélisme</i>	-	EN 772-16 : 2011-07
	Resistencia a compresión <i>Résistance à la compression</i>		
	Sección total de huecos en la superficie de apoyo, % <i>Section transversale de trou de poignée sur la surface d'appui, %</i>	< 5	EN 772-1:2011-07
	Resistencia media a la compresión vertical (fb ≥) <i>Résistance moyenne à la compression verticale (fb ≥)</i>	2,83 ± sobre un cubo de 100x100x100 mm, N/mm ² ± sur un cube de 100x100x100 mm	EN 772-1 : 2011-07
	Resistencia a la compresión característica (Rcn ≥) <i>Résistance à la compression caractéristique (Rcn ≥)</i>	3 ± sobre un cubo de 100x100x100 mm, N/mm ² ± sur un cube de 100x100x100 mm	EN 772-1 : 2011-07
	Resistencia inicial de cizallamiento, N/mm ² ≥ <i>Résistance initiale au cisaillement pour mortier joints minces, N/mm² ≥</i>	0,3	EN 772-1 : 2011-07
	Clase de densidad seca bruta <i>Classe de densité sèche brute</i>	350	EN 772-13:2000-09
	Densidad seca bruta <i>Densité sèche brute</i>		
	Densidad seca bruta, valor medio kg/m ³ <i>Valeur Moyenne, kg/m³</i>	350	EN 772-13:2000-09
Rango de densidad seca (Min/Max), kg/m ³ <i>Plage de Densité (Min/Max), kg/m³</i>	Min 325 / Max 375	EN 772-13:2000-09	
Reacción al fuego <i>Réaction au feu</i>	Euroclase A1 <i>Euroclass A1</i>	EN 13501-1:2010-01	
Durabilidad (resistencia hielo-deshielo) <i>Durabilité (résistance gel-dégel)</i>	No utilizar sin protección <i>Don't use unprotected</i>	EN 772-11:2011-07	
Permeabilidad al vapor de agua <i>Perméabilité à la vapeur d'eau</i>	5/10	EN 1745:2010-08, Tab A. 10	

YTONG**silka****YTONG**
multipor

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES DECLARATION DES PERFORMANCES	33000246	Pàgina 3/3 Page 3/3
--	-----------------	------------------------

9.	Prestaciones declaradas <i>Performances déclarées</i>	Ytong-Blocs Poignés et Emboit.-3-350-(0,090)	
	Absorción de agua, g/m ² s 0,5 <i>Absorption d'eau, g/m² s 0,5</i>		
	10 min	185	EN 772-11:2011-07
	30 min	140	EN 772-11:2011-07
	90 min	110	EN 772-11:2011-07
	Conductividad térmica (W/mk) <i>Conductivité thermique (W/mk)</i>		
	$\lambda_{0,025}$ (P=90%)	0,086	EN 1745:2010-08,
	$\lambda_{0,025}$ (P=50%)	-	EN 1745:2010-08,
Estabilidad dimensional (retracción), mm/m <i>Stabilité dimensionnelle (retrait), mm/m</i>	≤ 0,2	EN 680:2006-03	
Sustancias peligrosas <i>Substances dangereuses</i>	Ficha de seguridad bajo demanda <i>Fiche de Données sécurité sur demande</i>		

10.	Las prestaciones del producto identificado en los puntos 1 y 2 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 9. La presente declaración de prestaciones se emite bajo la sola responsabilidad del fabricante identificado en el punto 4.	 Olivier MAROTTE, CTO France Saint Savin, date 1er Juillet 2013 _____
	Firmado por y en nombre del fabricante por: <i>Les performances du produit identifié aux points 1 et 2 sont conformes aux performances déclarées indiquées au point 9. La présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant identifié au point 4.</i> <i>Signé pour le fabricant et en son nom par :</i>	