

PRÁCTICAS ECOLÓGICAS CON TABIQUES.

ECOLOGICAL PRACTICES WITH PARTITION.

María Blanca Becerra Rodríguez¹
Ángel Adad Franco Baltazar²
Arturo Hernández Hernández³
Isabel Ernestina López Navarro⁴

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de dos problemáticas que existían en diferentes sectores industriales uno de ellos se dedica a la elaboración de tabiques donde la problemática principal reside en la calidad de los tabiques debido a la deformación que presenta de acuerdo a su aplicación y en una segunda industria que se dedica a realizar lapidas, floreros y jardineras en donde al término de la elaboración de estos artículos tienen como desecho un polvo que expuesto al medio ambiente puede contaminar suelos.

En este trabajo de investigación se muestra una buena práctica ecológica entre dos empresas, donde la calidad del tabique reside principalmente en su constitución física, para determinar la calidad del tabique, se somete a la realización pruebas como la dureza.

La práctica ecológica implementada fue obtener un compuesto haciendo uso del mármol que expuesto al medio ambiente contamina el suelo, para la otra empresa tabiquera este componente es clave en su proceso de elaboración de tabiques, de aquí la importancia de realizar prácticas ecológicas entre dos empresas diferentes.

El objetivo de este proyecto fue dar solución a ambas empresas al utilizar el polvo que era desechado y mejorar la calidad de los tabiques en cuanto a la deformación y mejorar la propiedad de dureza del tabique. En este proyecto se consideró la realización de un diseño de experimentos 23, con un punto al centro, para adquirir diferentes formulaciones y después seleccionar la formulación óptima de acuerdo al análisis estadístico y así se obtuvo la mejor fórmula para mejorar las propiedades de dicho tabique.

Palabras Clave: Prácticas Ecológicas, Tabiques, Innovación Tecnológica, Dureza.

Fecha de recepción: 22 de marzo, 2018.

Fecha de aceptación: 21 de agosto, 2018.

¹ Encargada de Educación Presencial a Distancia del Instituto Tecnológico de Querétaro (ITQ). mbecerra@mail.itq.edu.mx

² Subdirector Académico del Instituto Tecnológico de San Juan del Río (ITSJR). aasub_academica@itsanjuan.edu.mx

³ Coordinador en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ). arturo.hernandez@upq.mx

⁴ Jefa del Dpto. de Ing. en Gestión Empresarial del Inst. Tec. de San Juan del Río (ITSJR). isalopmx@yahoo.com.mx

ABSTRACT.

This research shows the results of two problems that existed in different industrial sectors, one of them is dedicated to the production of partitions where the main problem lies in the quality of the partitions due to the deformation it presents according to its application and a second industry that is dedicated to making headstones, flowerpots and gardeners where at the end of the production of these articles have as waste to dust that exposed to the environment can contaminate soils.

In this research work is shown a good ecological practice between two companies, where the quality of the partition resides mainly in its physical constitution, to determine the quality of the partition, is subjected to the realization tests such as hardness.

The ecological practice implemented was to obtain a composite making use of marble that exposed to the environment contaminates the soil, for the other partition company this component is key in its process of making partitions, hence the importance of performing ecological practices between two different companies.

The objective of this project was to provide a solution to both companies and the use, dust, time, disposal and improvement of the quality of the boards in terms of deformation and improvement of the property of hardness of the partition. This project shows the realization of an experimental design 23, with a point in the center, to obtain different formulas and later.

keywords: Ecological practices, Partitions, Technological innovation, Hardness.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se desarrolló a partir de tecnologías e innovaciones que surgen a partir de las necesidades del ser humano. Con el desarrollo del raciocinio, el neandertal comenzó a descubrir métodos y herramientas, las cuales permitieron concebir nuevas tecnologías, permitiendo así, que las diferentes tareas y actividades fuesen más fáciles de realizar y de aprender a protegerse del medio ambiente y de sus climas tan cambiantes actualmente el hombre ha seguido en búsqueda de mejores materiales que le ayuden a protegerse y a sobrevivir al clima de predomina a nivel mundial.

Estas tecnologías fueron impulsando al mundo entero y surgirán más necesidades que el ser humano tendrá que subsanar; en el caso particular de los hombres primitivos, fue la necesidad de protegerse de su entorno el cual era demasiado hostil; de esta forma se conformaron los primeros refugios, que eran compuestos de cuevas vacías. Con el paso del tiempo se emplearon nuevas herramientas y elementos, como el uso de la piedra, la cual permitió dar paso a los primeros asentamientos humanos.

El ladrillo o tabique se abrió paso con el tiempo, debido a las limitaciones que se tenían al trabajar con la piedra; el tabique, fue utilizado por primera vez en su forma simple el cual era el adobe, hizo una gran revolución tecnológica, debido a la estabilidad que esta brindaba al levantar una estructura con la ayuda de esta herramienta. El ladrillo constituyó el principal material en la construcción de las antiguas Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras. Los habitantes de Jericó en Palestina fabricaban ladrillos hace unos 9000 años. Los constructores sumerios y babilonios levantaron zigurats, palacios y ciudades amuralladas con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos. En sus últimos años los persas construían con ladrillos al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla.

En la edad media, el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, así como en cualquier otro lugar donde escaseara la piedra, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Realizaron construcciones con ladrillo templado, rojos y sin brillo creando una amplia variedad de formas, como cuadros, figuras de punto de espina de tejido de esterilla o lazos flamencos.

Como resultado del estilo de vida, para la adaptación al mismo entorno, las costumbres y culturas se ven mezcladas y modificadas, incluyendo patrones de consumo, por lo que un exceso de generación de residuos y un manejo inadecuado de estos mismos se presenta día a día, producto de una falta de conocimiento o apoyo suficiente para llevar a cabo un programa de acción donde se haga una conciencia de producción/consumo y desecho responsables y una cultura dirigida a la conservación del entorno, mediante el manejo adecuado de los residuos, así como la búsqueda de áreas de oportunidad mediante el rehúso de estos desechos industriales, donde se le pueda dar un segundo uso una nueva disposición.

Por poner un ejemplo, día a día, se desechan plásticos que tardan décadas en degradarse, mientras tanto se acumulan en suelos, contaminando y afectan directa e indirectamente al medio ambiente y sociedad, lo mismo pasa con los talleres de mármol que hay en el municipio de Vizarron en Querétaro. Esto da paso a la problemática que se presentaba en los talleres del municipio de Vizarron donde después de elaborar floreros, lapidas y lavaderos de mármol el polvo lo tiran a las orillas de las carreteras sin darle una buena disposición.

Reciclar es un proceso que puede ayudar a resolver algunos de los inconvenientes planteados por los residuos a la sociedad. El proceso de reciclado tiene algunos beneficios, sin embargo, también existen algunos obstáculos que hay que superar. Cuando se empieza a reciclar el principal problema al que se enfrenta el ser humano es la falta de conocimiento y capacitación en específico. El ciclo de reciclar es adquirir/consumir/desechar. Una de las principales razones del desarrollo de este proyecto es la visión de utilizar el mármol residual y un plástico para darle diferentes usos y aplicaciones.

(Valle Zubicaray, 2014) habla sobre el curso de la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, así como en cualquier otro lugar donde escaseara la piedra, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Esta tradición continúa en el renacimiento y en la arquitectura georgiana británica, y fue llevada a América del norte por los colonos. Anteriormente el ladrillo era conocido por los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. Por ejemplo, en regiones secas construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. Las grandes pirámides de los olmecas, mayas y otros pueblos fueron construidas con ladrillos revestidos de piedra.

El estudio de (Arroyo, Cabrera, & Muñoz, 2002) mencionan que a nivel histórico se sabe que la expansión del tabique o ladrillo es reciente, comparado con otras civilizaciones. Si bien el tabique recocido es conocido en México desde los inicios de la época colonial, su utilización era muy limitada; observándolo únicamente en ciertos templos o casas señoriales.

Remarca la importancia que ha adquirido el ladrillo (Barranzuela, 2014) a través de su historia que lo ha colocado como un material indispensable en la industria de la construcción a nivel mundial. Muchas de las construcciones de albañilería que se realizan hoy en día tienen como componente básico al ladrillo.

El ladrillo común tanto en el México actual como en todo el mundo es el material más utilizado en la construcción, y esto es debido a sus características peculiares las cuales se convierten en ventajas sobre los demás materiales de construcción, estas ventajas son las siguientes: durabilidad, fácil colocación, altas resistencias físicas y químicas y no requieren de mantenimiento especial.

La problemática a la que se enfrentan los talleres del municipio de Vizarron en el Estado de Querétaro es severa, ya que los artesanos no le dan una buena disposición al polvo como residuo del mármol trabajado y lo tiran a las orillas de la carretera, siendo esto un punto de contaminación ambiental al suelo de esta entidad. Sin embargo, otra empresa que se dedica a la elaboración de ladrillo y que tiene la necesidad de mejorar la apariencia de sus ladrillos principalmente, por lo que se decidió abordar esta problemática y darles solución a ambas empresas lo que para una es desperdicio para la otra llega a hacer parte de su materia prima. La pregunta de esta investigación es: ¿Qué tipo de disposición se le puede dar a este polvo de mármol? Como hipótesis es: Sí se agrega el polvo de mármol en la formulación del tabique, entonces se mejorará la apariencia y la propiedad de dureza.

En el presente trabajo se presenta la metodología de un diseño de experimento 23, con un punto al centro, para obtener la formulación óptima para el análisis de la prueba de dureza que se realizó y así poder mejorar la apariencia del mismo tabique, además de hacer una buena práctica ecológica industrial entre empresas.

JUSTIFICACIÓN

Los ladrillos han existido desde que el agua se mezcló por primera vez con la tierra hay pruebas arqueológicas de que el ladrillo se ha usado en la construcción desde hace miles de años. Desde la antigüedad, el producto ha mejorado considerablemente con la adición de arcilla para una mayor durabilidad y la aplicación de calor para mejorar la resistencia mecánica. A pesar de que se han agregado materiales avanzados como la sílice y la cerámica, las versiones modernas de ladrillo no son sino formulas modificadas consistentes en arena, agua, arcilla y calor.

La problemática refiere al municipio de Vizarron en el Estado de Querétaro, ya que los artesanos del mármol no hacen una buena disposición al polvo (residuo del mármol trabajado) y lo tiran al medio ambiente, contaminando el suelo de la región. La otra empresa está ubicada en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro, su principal problemática es que sufre de rechazos de los clientes por que sus ladrillos están deformes e incompletos, y como se aprecia debe de mejorar la apariencia y dureza de los ladrillos.

Por lo que el presente trabajo aborda dos problemáticas encontradas en diferentes sectores industriales, sin embargo, con ella se pretende dar solución a ambas necesidades de empresas diferentes. Esta investigación dará una mejor disposición del residuo del mármol y tratará de mejorar la apariencia y propiedad de dureza del tabique, todo esto se logrará mediante el proceso de inyección con un plástico y el mármol para después someter las piezas a pruebas de dureza y demostrar el porcentaje en el cual los diferentes parámetros se encuentra un favorecimiento a la pieza con el mármol utilizando un método estadístico como es el diseño de experimentos.

Se utilizará el Statgraphics® para el análisis estadístico de la mejor formulación para el tabique, y en base a los resultados arrojados del análisis con el Statgraphics®, se recomendará el mejor arreglo para esta formulación.

Entre los beneficios importantes de este trabajo, es el impacto ambiental que se tendrá al no tirar en el ambiente los residuos del mármol que contaminan el suelo a lo largo del tiempo. Y se dará una mejor disposición al residuo del mármol. El impacto económico será dar un valor agregado a ese residuo al utilizarse en la formulación de la elaboración del tabique. Impacto ecológico se dará al utilizar las prácticas ecológicas entre las empresas, una empresa que tiene residuos para la otra empresa que hace tabiques esos residuos son materia prima para mejorar la dureza y su apariencia del tabique.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización de este proyecto de investigación está basada en un diseño de experimentos 2³, con un punto al centro, (Castaño Tostado & Domínguez Domínguez, 2010). Varios científicos e ingenieros utilizan este proceso a nivel laboratorio para el desarrollo de nuevos productos.

La estrategia del plan experimental consta de los siguientes pasos según (Castaño Tostado & Domínguez Domínguez, 2010):

- Reconocimiento y/o planteamiento del problema
- Selección de los factores de estudio y determinación de los niveles
- Selección de la variable de respuesta
- Plantear y efectuar el diseño experimental
- Análisis de datos
- Conclusiones y recomendaciones

Características de los tabiques

El tabique está destinado principalmente a la construcción de muros, suelos, etc. por lo que debe ser invulnerable a los efectos de la intemperie y poseer suficiente resistencia a la compresión. (Gallegos, 2005), dice que un tabique es considerado como bueno, para muros de albañilería, y debe de poseer las características generales siguientes: estar bien moldeado, lo que da lugar a caras planas, lados paralelos y los bordes y ángulos agudos. Ser poroso, sin exceso, para poder tomar bien el mortero, no contener sales solubles para no propiciar la eflorescencia, poseer un sonido metálico al ser golpeado con un martillo u objeto similar, puesto que cuando se da este sonido es muestra que el tabique está bien cocido y no tiene defectos como fisuras.

Poliiolefinas

El plástico es un material artificial versátil, para su síntesis se utiliza gas natural o petróleo crudo. El valor del plástico en la economía mundial depende de sus propiedades fisicoquímicas distintas a materiales naturales: elasticidad, maleabilidad, resistencia química y mecánica, impermeabilidad, resistencia a la corrosión, ductilidad, etc. Estas propiedades hacen del plástico una materia prima adecuada en ingeniería, en la fabricación de objetos diversos. Su manejo requiere de tecnología para síntesis, reciclaje y disposición final.

Materiales compuestos.

En un proceso de fabricación de autopartes se incluye el polipropileno como materia prima y fibra de vidrio como insumo para producir ventiladores en la refrigeración de los automotores. Para lograrlo el polipropileno es mezclado con fibra de vidrio inyectado para aumentar la resistencia y la dureza el producto final. Se caracterizó la dureza Shore A, donde se resalta un ahorro significativo en el cambio de insumos del proceso productivo (Betancourt S. & Solano M., 2015). Otro estudio evaluó propiedades mecánicas de los materiales compuestos basados en cenizas volantes de carbón de la central termoeléctrica de Termozipa y polietileno de baja densidad lineal de pos-consumo y se midió la dureza Shore D, los resultados obtenidos indican que en todos los casos a medida que se agrega ceniza volante las propiedades mecánicas aumentan (Aperador, Bautista, & Delgado, 2015).

Material y equipo utilizado.

Polipropileno, mármol, extrusora, inyectora, molde con diferentes probetas y durómetro.

Proceso de fabricación de los tabiques

Se optó para la elaboración de los tabiques, el uso de un diseño de experimentos 2^3 con un punto al centro, y se decidió incluir un material de aditivo capaz de adaptarse a los materiales propuestos que fue el polipropileno, como se muestra en la **Figura 1**. Después de esto se pesaron los materiales de acuerdo a las formulaciones que se experimentaron.



Figura 1. Muestra de polipropileno

De esta forma, dado a la naturaleza del material de aditivo, se empleó un proceso de extrusión **Figura 2**, con el objetivo principal de tener una mezcla homogénea de los materiales.

Posteriormente se hizo un proceso de extrusión

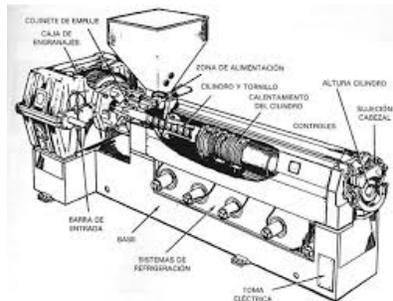


Figura 2. Extrusión de los materiales

El proceso de extrusión es para obtener un mejor mezclado de los componentes de la formulación. Posteriormente se empleó un proceso de inyección, para la elaboración de muestras que se pudiesen adaptar eventualmente a las condiciones de medición de la característica dureza del compuesto **Figura 3**.



Figura 3. Máquina de inyección de plásticos.

Debido a que se empleó como materia prima polipropileno, se determinó la utilización de moldes para probetas que se rigen bajo normas ASTM. De la cuales se empearon normas para medir la característica mecánica de dureza bajo la norma ASTM D2240 de plásticos debido a la influencia del polipropileno como material de aditamento en el compuesto.

A continuación, se muestra el tipo de molde empleado para inyección del material compuesto en las Figuras 4 y 5.

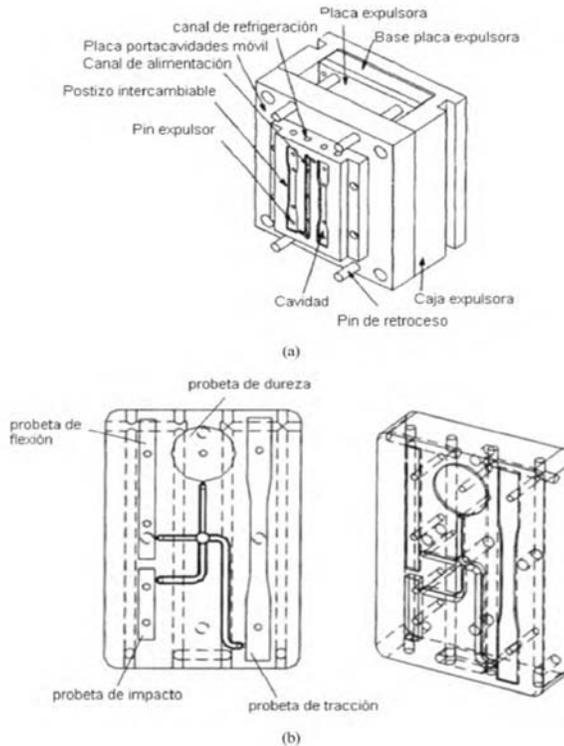


Figura 4. Molde en forma de emparedado

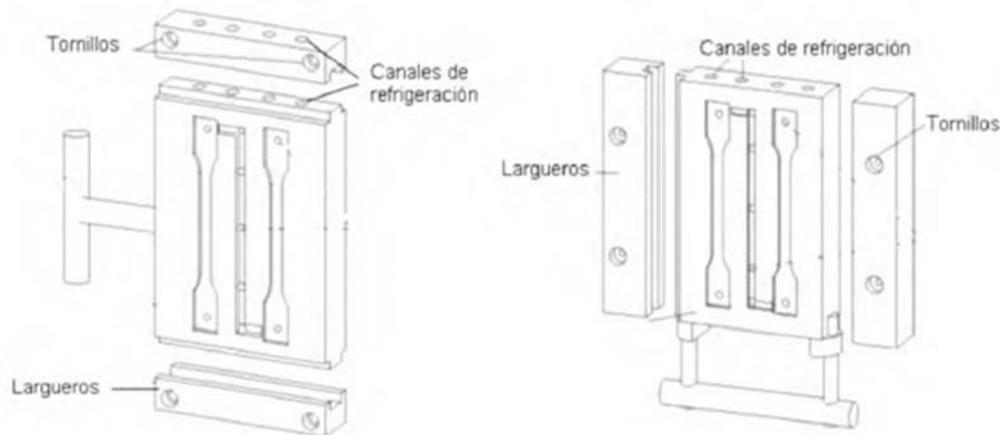


Figura 5. Probetas universales

Como resultado se dieron probetas a partir del compuesto generado, la cuales se midieron bajo condiciones que se especifican en las normas ASTM.

A continuación, se muestra en la **Figura 6**, el Diseño de experimentos 2^3 con un punto al centro que se utilizó:

Marmol Factor: A	Celulosa Factor: B	Polipropileno Factor: C
0	0	0
1	-1	-1
-1	-1	1
1	1	-1
1	-1	1
-1	1	-1
-1	1	1
-1	-1	-1
1	1	1

Figura 6. Diseño de experimentos 2^3 con un punto al centro

Para determinar esta matriz se recolectaron datos de artículos científicos, se revisó la literatura y se determinó con opiniones de expertos en áreas de polímeros. Después de obtener las probetas del material compuesto y desarrollado, fue necesario realizar las pruebas de durezas Shore A de acuerdo a la norma ASTM D 2240.

Mediante probetas específicas **Figura 7**, las pruebas permiten medir la dureza del compuesto, el cual es uno de los factores importantes que se tienen como objetivo de estudio, debido a que la dureza, determinará la viabilidad del compuesto, aplicándolo a la elaboración del tabique posteriormente medidas las capacidades bajo las normas previamente mencionadas.



Figura 7. Probeta correspondiente a la norma ASTM D 2240.

Posteriormente se registraron las lecturas de las pruebas los cuales son el resultado de este proyecto.

RESULTADOS

Después de que se obtuvo la variable de respuesta (DUREZA, Shore A). Se observa los siguientes resultados. En la **Figura 8** se observa el resultado del Diseño de experimentos utilizado:

No.	Marmol Factor: A	Celulosa Factor: B	Polipropileno Factor: C	DUREZA Shore A
1	0	0	0	52
2	1	-1	-1	65
3	-1	-1	1	61
4	1	1	-1	63
5	1	-1	1	65
6	-1	1	-1	71
7	-1	1	1	70
8	-1	-1	-1	45
9	1	1	1	68

Figura 8. Resultados del Diseño de Experimentos

Posteriormente a que se tienen estos resultados, se hizo un análisis de varianza (ANOVA) para seleccionar la formulación óptima que se desea alcanzar como objetivo de la experimentación es el Shore A de 70. Ya que visualmente si se hiciera así se elegiría la formulación 7.

Como se muestra en la **Figura 9** el ANOVA de la DUREZA.

Análisis de Varianza para DUREZA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Factor A	24.5	1	24.5	0.28	0.6522
Factor B	162.0	1	162.0	1.82	0.3098
Factor C	50.0	1	50.0	0.56	0.5318
AB	144.5	1	144.5	1.62	0.3307
AC	12.5	1	12.5	0.14	0.7439
BC	18.0	1	18.0	0.20	0.6970
Error total	178.056	2	89.0278		
Total (corr.)	589.556	8			

Figura 9. Resultados del ANOVA de la DUREZA

En este caso, hay cero efectos que tienen un valor-P menor que 0.05.

Posteriormente se calculó con el software la optimización manteniendo como meta u objetivo el 70 Shore A, para a prueba de DUREZA, como se muestra en la **Figura 10**.

Optimizar Respuesta

Meta: DUREZA en 70.0 Shore A

Valor óptimo = 70.0

<i>Factor</i>	<i>Óptimo</i>
Factor A:	-0.9
Factor B:	0.9
Factor C:	0.6

Figura 10. Optimización de la prueba de DUREZA

Como se puede apreciar se obtuvo un resultado favorable en cuanto al objetivo que se tenía en este proyecto de investigación. El mármol puede ser utilizado para la elaboración de tabiques y tener una mejor figura más homogénea por la cual los clientes ya no lo rechazarán además de que la prueba de dureza obtenida no mejoro en mucho, pero se mantuvo según la optimización de la formulación del tabique.

En algunos estudios que se han realizado se observa que a mayor refuerzo de mármol, aumentan las propiedades mecánicas de los compuestos sin embargo esto se debe a que los refuerzos que se han utilizado en otros casos no son polvo como en este caso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La industria tabiquera en México, tiene severos contrastes económicos debido a la mala distribución de la riqueza. Como ejemplo de esto se puede mencionar a la concentración de riqueza de grandes ciudades con enormes industrias de cualquier tipo hasta pequeños productores que se encuentran olvidados en los campos o en las zonas rurales.

La fabricación de tabique es una actividad productiva que, además de dar sustento a miles de familias, genera un insumo básico para la industria de la construcción que opera tanto en comunidades rurales como en las ciudades.

Después de haber sido analizados los datos y la información, se puede ver que los resultados obtenidos fueron excelentes pues la forma del tabique no se deforma es más homogénea y por otra parte la propiedad mecánica de dureza no se mejoró, pero es adecuada. Además de que esta investigación tenía la encomienda de dar una buena disposición al residuo de mármol, para que ese no sea tirado en cualquier parte. Por lo que compete a la mejor formulación que se ha obtenido para esta formulación es: que el mejor nivel del factor A es -1, del nivel B es +1 y del factor C es 0.6 para poder obtener una DUREZA como meta de 70 Shore A.

Este trabajo dio solución a dos sectores industriales al conjuntar el desecho de mármol a dos empresas para darles una sola solución y se le agregue valor a lo que fue un desecho para otros implica obtener ganancias. Y así se cuidará del medio ambiente con esta solución parcial o porque no decir que es una nueva disposición que se le pueden dar al residuo de mármol.

Por lo que se muestra en los resultados obtenidos la dureza de estas formulaciones del tabique serán de utilidad, en futuras investigaciones de este mismo caso.

BIBLIOGRAFÍA

- Aperador, W., Bautista, J., & Delgado, A. E. (2015). Evaluación de las propiedades mecánicas de materiales compuestos elaboradas a partir de cenizas volantes y polímeros reciclados. *Revista Ingenierías de Medellín*, 79-92.
- Arroyo, M., Cabrera, O., & Muñoz, M. (22 de Noviembre de 2002). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del tabique rojo recocido, utilizado en la construcción del municipio de Querétaro. Querétaro, Querétaro, México.
- Barranzuela, J. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región de Piura*. Perú: Universidad de Piura.
- Betancourt S., D. J., & Solano M., J. K. (2015). Síntesis y caracterización de la mezcla polipropileno -poliestireno expandido (ICOPOR) reciclado como alternativa para el proceso de producción de autopartes. *Redalyc*, 286-310.
- Castaño Tostado, E., & Domínguez Domínguez, J. (2010). *Diseño de Experimentos: Estrategias y Análisis en Ciencia y Tecnología*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Gallegos, H. (2005). *Albañilería estructural*. Perú: Fondo editorial PUCP.
- Valle Zubicaray, F. (2014). *Un cabeza volada el diario del Siglo XXI*. España: VERBUM.