



Universidad de Matanzas

Facultad de Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Análisis de factibilidad de emplear un porcentaje de vidrio triturado en bloques huecos de hormigón.

Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial.

Autor (a): Patricia Hernández Goñi

Tutor (es): Ing. Ulises Betancourt Morffis

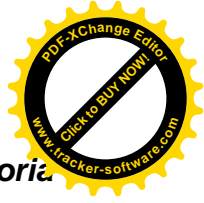
Dr. C. Yoel Almeda Barrios

Matanzas, 2022



Declaración de autoridad

Hago constar que el trabajo titulado: "Análisis de factibilidad de emplear un porcentaje de vidrio triturado en bloques huecos de hormigón", fue realizado como parte de la culminación de los estudios, en opción al título de Ingeniería Industrial por la autora Patricia Hernández Goñi, autorizando a la Universidad de Matanzas y a los organismos pertinentes a que sea utilizado por las instituciones para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Matanzas.



Dedicatoria

A mi familia: por siempre estar, por ser para mi esa "rosa única en el mundo".



Agradecimientos

A mis padres

A mi mamá: por su dedicación y entrega, por ser mi mayor cómplice y mi más linda amistad, por sentir orgullo al verme reflejada en ella en todo momento.

A mi papá: por ser mi mejor guía, por esa linda necesidad que tengo de contar con él, por llenarme de admiración y demostrarme constantemente que no existen trabas en la vida tan difíciles de resolver.

A ambos...decirles que no encuentro palabra ni sentimiento que magnifique lo mucho que yo los quiero, sin dudas soy la hija más afortunada que existe. Gracias por TODO y por TANTO.

A mi hermano

...porque no puedo estar más orgullosa de la referencia que he tenido desde el día en que nací, y por el detalle de ser el mejor hermano del mundo.

A mis abuelos.

A mi bellísima abuela Nilda por consentirme, mimarme, amarme, por tener tanta fuerza en el corazón.

A mi abuelo Evelio por ser tan lindo recuerdo, cuanto desearía que no fuese un recuerdo...

A mi abuela Cary porque no está de más tener a quien nos saque de quicio de vez en vez.

A mi abuelo Goñi y a mi tía-abuela Isa.

A mis tíos

A mi tita Mariela por ser tan sensible, buena y cariñosa; por ser una segunda mamá para Nesty y para mí.

A mi tío Felipón por estar en todo momento, por su apoyo, por quererme como una hija y yo quererlo de igual modo.

A mi tío Chinotote por ser el mejor profe de Mate que he tenido en la vida, pero sobre todo por ser un tío con mayúsculas.

A Juan Carlos por su manera tan callada de ayudar.

A Jorge y Anaisa por contar con su apoyo.

A mis primos

A Ale por estar en todos los momentos recordables de mí vida, por crecer a mi lado como un hermano.

A Carly por verlo ser tan independiente, tan preocupado por todos, tan lleno de buenos sentimientos.



A Leydi por echarle ganas a todo, querer tanto a Carly y sentirla parte de la familia.

A Juan Carlitos porque me hace admirarlo, sobre todo, en su manera de cuidar y actuar en momentos delicados.

A Jorge Ernesto y Luis Daniel por ser mis príncipes y llenarme de alegría desde aquel julio en que los cargué por vez primera.

A mi Mia, mi perrita, mi niña pequeña por dar los mejores recibimientos de la historia, porque no existe amor más puro y sincero.

A mi novio por estar siempre pendiente a mí, por esa relación tan bonita, sana y llena de confianza que hemos formado. Y a su familia por todo el cariño y acogimiento.

A mi cuñá Lia por ser la mejor cuñaita del universo.

A mi familia del Central México y de Covadonga.

A mis amigos

A mi amiga de la vida María K, a mi panani Jenny, a Asu, a mi Tomy Tomy, a Hansel, a Dany, a Niu, y a Ro porque no puedo pensar en mejores amigos que ellos.

A mis compañeros y profesores por acompañarme en esta bonita etapa que pronto culmina.

A mi tutor Ulises por regalarme de su tiempo y ser partícipe en la concepción de este proyecto.

A todos: Gracias infinitas



RESUMEN

La vinculación del reciclaje a la industria de la construcción, ha sido impulsora de nuevas prácticas con enfoques altamente sostenibles a nivel internacional. La inclusión de desechos de vidrio en la fabricación de bloques, obtenidos del beneficio del reciclaje, se presenta como una alternativa atractiva y viable que ayuda a mitigar la imposibilidad de satisfacer la demanda de bloques huecos de hormigón que presenta la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas, producto a deficiencias en la obtención de áridos naturales de cantera. El objetivo de la investigación radica en analizar la factibilidad técnica, económica y medioambiental de emplear vidrio triturado como material suplente de un porcentaje del árido convencional. Para validar la factibilidad en cuanto a la resistencia establecida por la Norma Cubana se toma como referencia las experiencias prácticas de la Empresa de Economía Circular 2E2C. La concepción del proyecto está basada de manera sintetizada en establecer la ingeniería del proceso donde interviene la confección de un Diagrama de Proceso OTIDA, elaborar una Ficha de Costo para bloques sostenibles y aplicar un Método Delphi de impacto ambiental. Como resultado se obtiene un ahorro aproximado del 50% de los recursos naturales, reducción de costos y generación de utilidades, y acciones amigables con el medioambiente; que permiten proponer a la empresa su posterior uso alternativo.

Palabras Claves: reciclaje, bloques sostenibles, bloques con vidrio triturado, desechos de vidrio, factibilidad, factibilidad económica, factibilidad técnica, factibilidad medioambiental, economía circular, desarrollo sostenible



ABSTRACT

The linking of recycling to the construction industry has been a promoter of new practices with highly sustainable approaches at an international level. The inclusion of glass waste in the manufacture of blocks, obtained from the benefit of recycling, is presented as an attractive and viable alternative that helps mitigate the impossibility of satisfying the demand for hollow concrete blocks presented by the Construction Materials Company from the province of Matanzas, due to deficiencies in obtaining natural quarry aggregates. The objective of the research lies in analyzing the technical, economic and environmental feasibility of using crushed glass as a substitute material for a percentage of the conventional aggregate. To validate the feasibility in terms of the resistance established by the Cuban Standard, the practical experiences of the 2E2C Circular Economy Company are taken as a reference. The conception of the project is based in a synthesized way on establishing the engineering of the process where the preparation of an OTIDA Process Diagram is involved, elaborating a Cost Sheet for sustainable blocks and applying a Delphi Method of environmental impact. As a result, an approximate saving of 50% of natural resources is obtained, cost reduction and generation of profits, and friendly actions with the environment; that allow to propose to the company its later alternative use.

Keywords: recycling, sustainable blocks, blocks with crushed glass, glass waste, feasibility, economic feasibility, technical feasibility, environmental feasibility, circular economy, sustainable development



Contenido

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	5
1.1 Conceptualización de Análisis de Factibilidad	5
1.1.2 Tipos de Factibilidad	5
1.2 Generalidades del Bloque de Hormigón.	6
1.2.1 Propiedades de los bloques huecos de hormigón	6
1.2.2 Especificaciones establecidas por la NC 247:2010	7
1.2.2 Mezcla de Hormigón	9
1.2.3 Vidrio triturado como material suplementario en la fabricación de bloques huecos de hormigón	11
1.3 Generalidades del Vidrio	13
1.3.1 Propiedades físico- mecánicas del Vidrio	13
1.3.2 Vidrio triturado como material de construcción	15
1.3.3 Vidrio Reciclado	16
1.4 Reciclaje en Cuba	17
1.5 Desarrollo Sostenible y Economía Circular	18
Conclusiones del capítulo	21
CAPITULO II	22
2.1 Caracterización de la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas	22
2.2 Metodología para analizar la factibilidad de producir bloques huecos de hormigón a partir de vidrio reciclado como sustituto del árido fino convencional	24
2.2.1 Análisis previo	25



2.2.2 Análisis Técnico.....	26
2.2.3 Análisis Económico- Financiero.....	29
2.2.4 Análisis Medioambiental	30
Conclusiones del capítulo	37
CAPITULO III	38
3.1 Análisis y Discusión de los Resultados.....	38
3.1.1 Análisis Previo	38
3.2.2 Resultados del Análisis Técnico	41
3.2.3 Resultados del Análisis Económico- Financiero	49
3.2.4 Resultados del Análisis Medioambiental	51
Conclusiones del capítulo	57
Conclusiones Generales	58
Recomendaciones	59
Bibliografía	III
Anexos.....	VII



INTRODUCCIÓN

En la antigüedad, la obtención de los materiales de construcción estaba dado a descubrimientos aislados, fuera del uso de métodos científicos. Mientras que, en la actualidad, muchos de los materiales tradicionales que provee la naturaleza se pueden transformar en recursos con mayores prestaciones, a través de procesos y técnicas que permiten el control de su estructura y propiedades. (Jové, 2018)

El hombre, desde los años de la prehistoria, ha tenido que hacer frente a la aparición de necesidades; y, por ende, encontrar el modo de satisfacerlas. La protección fue una de esas necesidades para subsistir a la que se tuvo que enfrentar. Inicialmente, durante la Edad de Piedra, buscó refugio en cuevas que lo protegía del frío y la humedad; en este período, elaborar materiales para construir no era un objetivo, más bien hacían uso de los que la naturaleza les proveía para sus fabricaciones rudimentarias. Cuando comienza a llevar a cabo la actividad agrícola y ganadera, es que surge la necesidad de asentamiento, lo que propició el surgimiento de las primeras viviendas construidas a base de barro, madera y piedras. (Cruz Abud, 2018)

La Edad de los Metales fue una etapa donde se potenció considerablemente el desarrollo agrícola. La abundancia de las cosechas dio lugar al surgimiento del excedente, y este a su vez a la formación de clases sociales. En esa sociedad, ya jerarquizada, surge una nueva necesidad de protección, y es que el aumento de las riquezas de algunas ciudades provocó saqueos por parte de pueblos vecinos. Por lo que, en busca de lograr edificaciones con mayor resistencia, se comienza a rellenar las capas entre piedras con un mortero cuya misión fundamental era la de repartir las cargas de una forma más equitativa. El conglomerante que se utilizó con mayor asiduidad durante esta época, fue una mezcla de arcilla apisonada con canto rodado. (Nistal Cordero et al., 2012, p. 4)

Con el desarrollo de las ciudades se establecen las primeras civilizaciones. Las construcciones en forma de templos, monasterios, torres, pirámides, palacios y viviendas de estos tiempos, eran fabricadas con recursos naturales propios de la naturaleza de su geografía. Algunos de estos materiales eran: ladrillo de barro cocido al sol, madera, adobe y piedra. Bajo estas condiciones llega la civilización romana a someter a transformación la piedra caliza como material constructivo. Aunque todo parece indicar que la cal fue descubierta por los griegos, fueron los romanos los que hicieron los mayores aportes en la tecnología de la cal como material de construcción. Desarrollaron no solamente los hornos para su producción, sino



también sus técnicas de aplicación y formas de empleo (Betancourt Rodríguez, 2017, p. 16).

Como resultado de experimentar con la cal, llega el hormigón a marcar un hito en la historia universal de la construcción. Consistía en una mezcla de este componente con arena volcánica; este mortero poseía unas propiedades físicas y mecánicas prácticamente idénticas a las que posee el hormigón utilizado en las construcciones erigidas en la actualidad. (Nistal Cordero et al., 2012, p. 5)

Otros avances se presentaron con el devenir de los años: con la combustión conjunta de piedra caliza y carbón surge el cemento Portland, por la unión de hormigón y acero se materializa el hormigón armado, se moderniza el hormigón con el empleo de cemento Portland como aglomerante y se elaboran estructuras prefabricadas para la construcción. (Betancourt Rodríguez, 2017, pp. 18-19; Nistal Cordero et al., 2012, pp. 5-8)

En la actualidad, la demanda constructiva a nivel mundial presenta un crecimiento ascendente. Rascacielos, edificios, escuelas, hoteles, viviendas y todo tipo de infraestructuras surgen constantemente como obras que potencian el desarrollo económico y social de un país. Ante un sector tan acelerado nace como necesidad el hecho de conformar materiales más fiables y resistentes con el empleo óptimo y sostenible de recursos. El aprovechamiento y reutilización de desechos aparece como alternativa no solo factible económicamente sino también medioambiental, dado que contribuye a aliviar el impacto agresivo que provoca la explotación de canteras, reducir la cantidad de residuos sólidos a depositar en vertederos, minimizar el consumo de energía y recursos naturales, entre otros. En países internacionales se han dedicado estudios a demostrar la fiabilidad de incorporar fibra de polipropileno, virutas de madera, escoria de fundición, bagazo, papel, vidrio u otros desechos sólidos en las mezclas de hormigón como sustitutos de los áridos convencionales; y se ha llevado a la práctica con excelentes resultados. (Medina López, 2019)

Cuba ha adquirido experiencia en los últimos años sobre la práctica de reutilizar los desechos en la industria de la construcción, principalmente aquellas empresas que se basan en un modelo de economía circular. Algunas de las prefabricaciones obtenidas con éxito son: madera ecológica a partir de la recuperación de desechos plásticos (Rios & González, 2019); y adocretos y bloques elaborados con vidrio triturado como componente suplente de un porcentaje de cemento y árido ([Ver Anexo 1](#)). Además, se trabaja en la obtención de estructuras que incorporen en su elaboración papel cartón y papel aluminio.



La Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas, tiene como misión producir y comercializar materiales de la construcción para satisfacer la demanda de la provincia y otros territorios. Entre los recursos que oferta se encuentran productos que se componen de áridos o el árido en sí: polvo de piedra, arena, granito, bloques huecos de hormigón, morteros, etc. Su razón de ser se ve afectada dada a inconveniencias en la extracción de los áridos convencionales de cantera, provocado según fuentes directivas de la empresa, por poca disponibilidad de combustibles y déficit de explosivos para llevar a cabo las explosiones controladas del proceso de extracción.

Basado en las experiencias cubanas que demuestran que es posible emplear desechos sólidos en la construcción sin que afecte la calidad normada, y con el propósito de disminuir el uso de áridos a la vez que se satisfaga la demanda; es **objetivo** de la presente investigación, analizar la factibilidad del empleo de vidrio triturado como sustituto de un porciento del árido convencional en la fabricación de bloques huecos de hormigón; para su posterior uso alternativo en la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas.

Problema Científico

Insatisfacción de la demanda de bloques huecos de hormigón dado a deficiencias en la obtención de áridos en las canteras en la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas.

Objetivos Específicos

- Elaborar un marco teórico-referencial que facilite la comprensión del tema objeto de estudio.
- Conformar un procedimiento para realizar el estudio de factibilidad a los bloques huecos de hormigón fabricados con vidrio triturado.
- Aplicar el procedimiento propuesto, para analizar la factibilidad del empleo del vidrio triturado como árido en la fabricación de bloques huecos de hormigón en la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas.

Hipótesis

Si se demuestra la factibilidad que posee fabricar bloques huecos de hormigón con vidrio triturado como material suplente del árido fino; se podrá emplear como alternativa para satisfacer la demanda de bloques que presenta la Empresa de Materiales de la Construcción



de Matanzas y aliviar el impacto medioambiental que genera la sobreexplotación de canteras y los desechos sólidos de vidrio.

El análisis de la hipótesis de la investigación permite precisar que la variable independiente es la factibilidad del empleo de vidrio triturado en la fabricación de bloques y la variable dependiente su contribución a satisfacer la demanda.

Métodos utilizados

Métodos empíricos:

- Análisis documental: para determinar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la comprensión de la investigación.
- Técnicas estadísticas: para la interpretación de datos numéricos.
- Observación: para identificar las etapas del proceso productivo y las condiciones técnicas de la empresa objeto estudio.

Métodos Teórico- Lógico

- Analítico-sintético: para estudiar y analizar documentos y bibliografías de diferentes autores que permiten arribar a las conclusiones de la investigación.
- Hipotético-deductivo: para realizar una propuesta de hipótesis acorde a la investigación.
- Inducción – deducción: para desarrollar los métodos matemáticos estadísticos que permiten el procesamiento de información necesaria para arribar a conclusiones.

Estructura del Trabajo de Diploma

La tesis consta de un Resumen que sintetiza el contenido de los tres capítulos del proyecto. El Capítulo I ofrece un marco teórico referencial útil para la comprensión del estudio, el Capítulo II propone y explica de manera detallada la metodología a seguir en el Capítulo III; y en este último se obtienen y analizan los resultados que permiten arribar a las Conclusiones generales de la investigación. Las dos herramientas principales empleados son: Diagrama de Procesos OTIDA y Método Delphi.

De las 55 consultas bibliográficas realizadas, el 66% corresponde al rango de años 2018 – 2022, entre las cuales incluye normas vigentes en la actualidad. El 67% aproximadamente pertenece a tesis e investigaciones científicas y el 10 % aproximado a bibliografías en idioma extranjero.



CAPITULO I

El presente capítulo tiene como finalidad brindar la información necesaria que permita establecer los fundamentos teóricos que se requieren para comprender el objetivo de la investigación, el cual gira en torno al empleo del vidrio en la fabricación de bloques huecos de hormigón. Los conceptos y definiciones recopilados en el capítulo, son frutos de un amplio análisis de consultas bibliográficas.

1.1 Conceptualización de Análisis de Factibilidad

Los análisis de factibilidad cumplen con varios objetivos. El primero de ellos está centrado en identificar si se debe o no realizar un proyecto, al considerar aspectos económicos, sociales, comerciales o de otra índole que sean relevantes para el objeto de estudio. El segundo objetivo es que a partir del análisis de factibilidad se pueden identificar riesgos para los proyectos o elementos que constituyen debilidades de las organizaciones que lo realizan. Un análisis de estos elementos en etapas tempranas, puede significar un cambio entre el éxito o el fracaso de los proyectos. (Pytel, 2014)

Los estudios de factibilidad deberían proporcionar todos los datos necesarios para adoptar la decisión de efectuar una inversión. Por lo tanto, los requisitos previos de orden comercial, técnico, financiero, económico y ambiental para un proyecto de inversión deben definirse y examinarse con ojo crítico. El fruto de todos esos esfuerzos es un proyecto cuyas condiciones fundamentales y propósitos han quedado claramente definidos respecto de su objetivo central y de sus posibles estrategias de comercialización, la posible participación en el mercado que puede alcanzarse, las correspondientes capacidades de producción, ubicación del proyecto, las materias primas existentes, la tecnología y el equipo mecánico apropiados y, si procede la evaluación del impacto ambiental. (Fernández Arzuaga, 2018, p. 12)

1.1.2 Tipos de Factibilidad

En el recuadro 1.1 se relacionan los tipos de factibilidad que se abordarán en el desarrollo de la presente investigación.



Recuadro 1.1 Tipos de Factibilidad

Factibilidad	Descripción
Factibilidad Económica- Financiera	<p>La parte financiera del estudio abarca la envergadura de la inversión, comprendidos el capital de explotación neto, los costos de producción y comercialización, las utilidades procedentes de las ventas y el rendimiento del capital invertido. Las estimaciones finales de los costos de inversión y de producción, y los cálculos subsiguientes de rentabilidad financieras y económica, solo tienen sentido si define inequívocamente el alcance del proyecto a fin de no omitir ninguna parte esencial. Los estudios de factibilidad deben llevarse a cabo únicamente si se pueden concretar con un grado aceptable de precisión los medios necesarios de financiación que se hayan determinado mediante los estudios oportunos. (Fernández Arzuaga, 2018, p. 18)</p> <p>La evaluación económica financiera constituye la etapa del estudio de factibilidad donde se miden en qué magnitud los beneficios obtenidos con la ejecución del proyecto superan los costos y gastos en que se incurren. Los resultados de esta evaluación nos indicarán la rentabilidad del proyecto, así como sus aportes en divisas a la economía nacional. El análisis de rentabilidad se basará en métodos actualizados y financieros. (González Fernández, 2018, p. 38)</p>
Factibilidad Técnica	<p>El objetivo del estudio técnico, consiste en analizar y proponer diferentes alternativas de proyecto para producir el bien que se desea, y de esta forma verificar la factibilidad técnica de cada una de las alternativas. A partir del mismo se determinarán los costos de inversión requeridos, y se podrán establecer las existencias de materias primas y por tanto del capital de trabajo necesario. Además, este estudio persigue determinar los insumos que se requieren y por lo tanto los costos de producción. (González Fernández, 2018, p. 37)</p>
Factibilidad Ambiental	<p>La fiabilidad ambiental busca determinar el impacto que genera sobre el medio ambiente un proceso o proyecto. Permite predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa. La factibilidad ambiental es clave a la hora de tomar decisiones, dado que el mundo está enfocado en preservar el medio ambiente. (Cardona Valencia & Leon Tabares, 2019)</p>

Fuente: Elaboración propia



1.2 Generalidades del Bloque de Hormigón.

El bloque de hormigón es una pieza prefabricada a base de cemento, agua, áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente ortoédrica, sin armadura alguna. (NC 247: 2010, 2010)

Según Carrasco Montesdeoca (2018, p. 12) las principales ventajas del bloque en la mampostería son:

- Resistencia y estabilidad: su capacidad portante sumada a la colocación de entramado en la mampostería, aporta mayor resistencia y estabilidad.
- Aislamiento térmico: su estructura permite introducir materiales aislantes (vermiculita y polietileno expandido), y al mismo tiempo disminuye la transmitancia térmica.
- Aislamiento acústico: su densidad y textura constituye una barrera sónica.
- Resistencia al fuego: posee una resistencia de transmitancia al calor con una duración no mayor a cuatro horas, lo que ofrece una alta seguridad ante un incendio.

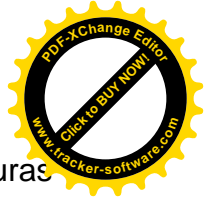
1.2.1 Propiedades de los bloques huecos de hormigón

- Resistencia a la compresión.

Es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras, la resistencia a la compresión se mide al fracturar probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de sección que resiste a la carga. Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto elaborada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada (Walhoff Tello, 2017)

- Absorción

La absorción es la propiedad del concreto del bloque para absorber agua hasta saturarse. Está relacionada con su permeabilidad, o sea la posibilidad de que haya paso de agua a través de sus paredes. Los límites de la absorción varían con el tipo de concreto del bloque. Es importante tener la menor absorción posible en el bloque, pues mientras mayor sea, más agua succionará del mortero de pega y de inyección, y esto puede reducir la hidratación del cemento en la superficie que los une, lo que hace perder adherencia y originar fisuras. Por el contrario, bloques totalmente impermeables evitan el intercambio de humedad y la creación de una



superficie de adherencia, lo que trae como resultado uniones de baja resistencia, con fisuras permeables al agua. (Barrios Trejo et al., 2018, p. 36)

- Dimensiones

Si las dimensiones (medidas) de los bloques son variables, se altera el espesor de los muros y del mortero de pega, y se modifican sus características estructurales y constructivas (apariencia final del muro, niveles de enrase, alineación de juntas, acabados adicionales, etc.). Para evitar esto, el sistema de bloques de concreto es rigurosamente modular y, por su proceso de fabricación, las medidas son muy precisas y constantes; pero deben estar dentro de ciertos límites. Las dimensiones de los bloques están definidas como: espesor, altura y longitud. (Barrios Trejo et al., 2018, p. 37)

1.2.2 Especificaciones establecidas por la NC 247:2010

Las características que garantizan la calidad del bloque hueco de hormigón están especificadas en la NC 247: 2010 (2010) vigente en nuestros días.

El tipo de bloque viene definido por el ancho de la base. En la tabla 1.1 se muestra las dimensiones principales y tolerancias admisibles para cada tipo de bloque.

Tabla 1.1 Dimensiones principales y tolerancias admisibles

Tipo de bloque	l (±3 mm)	b (±3 mm)	h (±3 mm)
I	495	195	195
	395		
II	495	145	
	395		
III	495	95	
	395		
IV	395	60	
	495		

Fuente: NC 247:2010

Donde:

l es la longitud de los bloques

b es la base del bloque

h es la altura del bloque

En la Figura 1.1 se observa la dimensión correspondiente a cada arista:

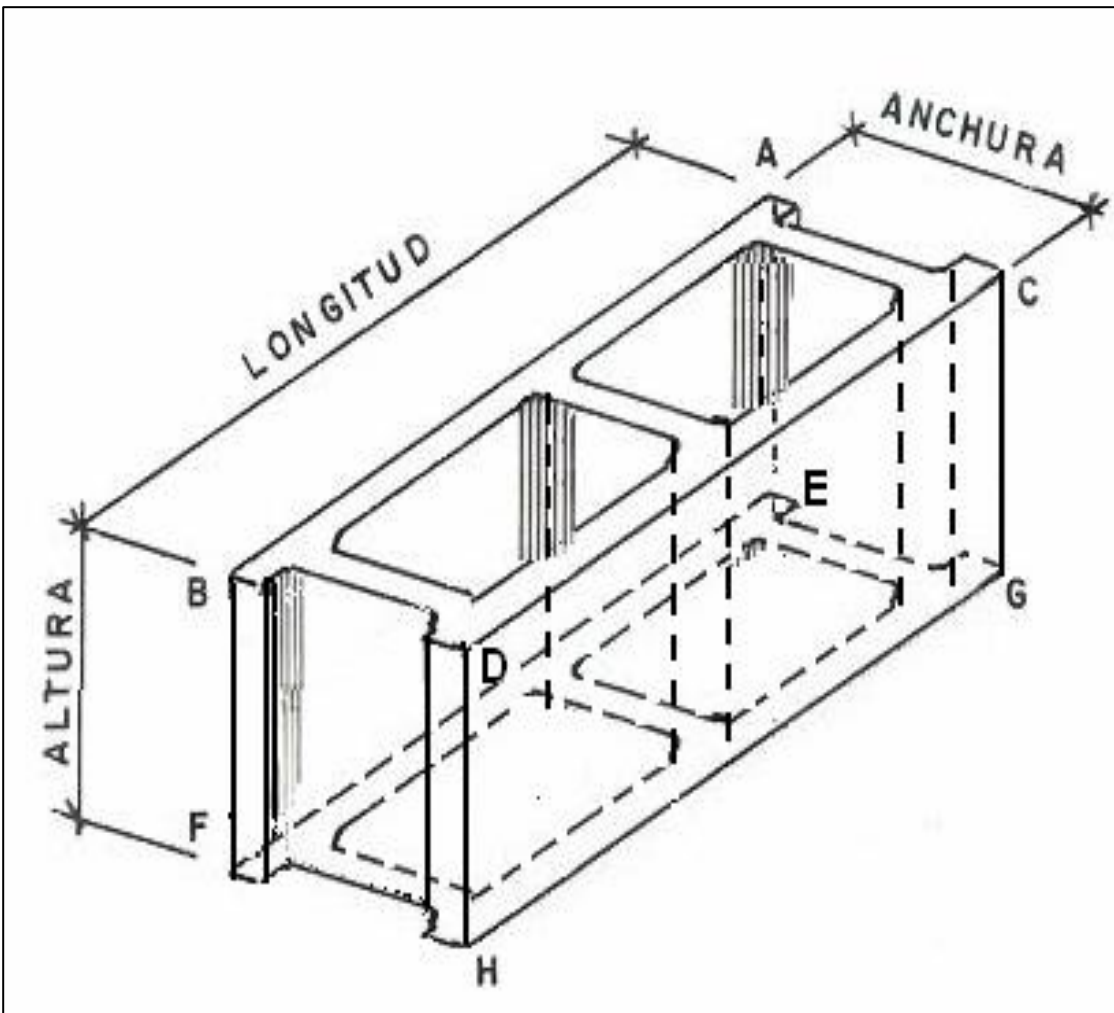


Figura 1.1 Planos teóricos de las aristas de los bloques

Fuente: NC 247:2010

En dependencia del tipo de bloque, la resistencia media tiene que alcanzar o superar el valor establecido por la Norma Cubana, mientras que el valor del porcentaje de absorción no debe ser superior al normado. En la tabla 1.2 se muestra los índices físico- mecánicos establecidos para cada tipo de bloque.



Tabla 1.2 Índices físico mecánicos

Tipo de bloque	Resistencia a la compresión		
	Resistencia a la compresión mínima a los 7 días	Absorción Máxima	Resistencia a la compresión mínima a los 28 días
	MPa	%	MPa
I	5,6	8.0	7,0
II	4,6	10,0	5,0
III	2,0	-	2,5
IV	2,0	-	2,5

Fuente: NC 247: 2010

Donde:

Rc es la resistencia media a la compresión (MPa)

1.2.2 Mezcla de Hormigón

Material constituido por la mezcla de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades al hidratarse el cemento.

(NC 120: 2014, 2014)

El recuadro 1.2 recopila las definiciones correspondientes a los componentes de la mezcla de hormigón que conforma al bloque:



Recuadro 1.2 Definición de los componentes de la mezcla de hormigón

Componente	Definición
Cemento	Material mineral finamente molido, que después de ser mezclado con agua forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, después de endurecer, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. (NC 120: 2014, 2014)
Áridos	Material mineral granular adecuado para su uso en el hormigón. Pueden ser naturales, artificiales o reciclados a partir de materiales previamente utilizados en la construcción.(NC 120: 2014, 2014)
Áridos Finos	Denominación dada a los tamaños menores del árido. Considerándose como tal la fracción del árido que pasa el tamiz 4,76mm. (NC 991: 2013, 2013)
Áridos Gruesos	Denominación dada a los tamaños mayores del árido. Considerándose como tal la fracción que queda retenida en el tamiz 4,76mm. (NC 991: 2013, 2013)
Agua	El agua es el componente de las mezclas de concreto u mortero que entra en contacto con el cemento y genera el proceso de hidratación, que desencadena una serie de reacciones que entregan al material sus propiedades físicas y mecánicas, su buen uso se convierte en el parámetro principal de evaluación para establecer el eficiente desempeño del concreto en la aplicación. (Barrios Trejo et al., 2018, p. 30)

Fuente: Elaboración propia

Es un elemento indispensable en la elaboración de la mezcla de concreto ya que sirve para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades aglutinantes. Esta agua debe cumplir ciertos requisitos para que no sea perjudicial al concreto. Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado se puede utilizar para la producción del concreto. (Moreno & Porras, 2018, p. 29)



1.2.3 Vidrio triturado como material suplementario en la fabricación de bloques huecos de hormigón

El vidrio triturado es un material con una textura similar a la arena. Presenta una cantidad considerable de finos debido a los ajustes que se realizan en la molienda, la masa de vidrio utilizada, así como la cantidad y peso de las bolas usadas. (Tamayo Ochoa, 2020, p. 24)

El polvo de vidrio se puede obtener de envases reciclados, los cuales después de lavar y desinfectar pasan a ser triturados por método manual y mecánico. En el primero se tienen en cuenta todas las indicaciones de seguridad (guantes de carnaza, tapabocas, calzado cerrado, gafas, bata) para reducir los envases a fracciones más pequeñas con ayuda de herramienta de golpe directo. Después de obtener los envases de vidrio en fracciones más pequeñas se procede a utilizar un molino de vidrio para reducir aún más el material. Todo este proceso se realiza con el fin de obtener un material apto para adicionar un porcentaje en la mezcla de concreto hidráulico.

Estudios internacionales se han dedicado a evaluar el comportamiento de la resistencia a la compresión que adquiere el bloque hueco de hormigón al incluir vidrio triturado. Algunas de las referencias se mencionan a continuación:

- En la tesis de pregrado de Cano Cano and Cruz Pulgarin (2017) propuesta en la Universidad Libre Seccional de Pereira, para obtener el título de ingeniero civil, se analiza el diseño de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular en su composición como aditivo a fin de elevar la resistencia a compresión. Dicha investigación concluye con que, una vez analizados y confrontados los resultados de la resistencia a compresión de los especímenes cilíndricos, las probetas que contenían vidrio en cualquiera de las presentaciones con sus respectivos porcentajes de estudio, alcanzaron una resistencia mayor con respecto a las probetas testigo de mezcla común. (García Ruiz, 2020).
- En la Universidad Señor de Sipán en Perú, Ocho Tapia and Sotomayor Nunura (2018) se evalúa la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos. Para ello realizan ensayos al concreto en estado fresco y endurecido con adición de vidrio triturado en diferentes proporciones: 10%, 20% y 30% como remplazo de agregado fino para una resistencia a la compresión de $f'c=175$ kg/cm², $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm².



Los resultados evidencian que a medida que se aumenta la cantidad de vidrio, la resistencia a la compresión aumenta; mientras que el asentamiento, el peso unitario y el contenido de aire atrapado disminuyen en comparación con el concreto patrón.

- Paredes Bendezú (2019) en su tesis de pregrado, tuvo como objetivo principal analizar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de vidrio reciclado molido mediante el reemplazo parcial en peso del agregado fino en porcentajes del 15%, 20% y 25%, con la finalidad de establecer una comparación entre concreto convencional y otro con adición de vidrio reciclado molido. Al comparar los resultados del concreto con partículas de vidrio y del grupo de control (concreto patrón); se llegó a la conclusión de que la resistencia a compresión aumenta hasta cierta cantidad de vidrio añadido, y al añadir una cierta cantidad por encima de partículas de vidrio triturado, esta resistencia comienza a disminuir y se acerca al concreto patrón.

En Cuba, existen al igual, investigaciones dedicadas a la búsqueda de alternativas sostenibles para aplicar en el sector de la construcción:

- En la provincia de Villa Clara, la Universidad Central Marta Abreu, constituye un abanderado en las investigaciones referentes a los materiales alternativos para la construcción. Un ejemplo de ello es la investigación realizada por (Mora Quintana, 2018) en la cual se evalúa la incorporación del vidrio reciclado como material suplementario para la elaboración de elementos prefabricados a pequeña escala. A su vez se realizó una muestra representativa de bloques convencionales y otras muestras en las que se les realizaron varias modificaciones como fueron la sustitución de diferentes porcentos de cemento (10%, 20%, 30%) por vidrio finamente molido y la sustitución de los áridos, tanto grueso como fino por vidrio triturado y papel periódico respectivamente. Fueron elaborados también, morteros normalizados con adición de vidrio finamente molido para comprobar el índice de actividad puzolánica de dichos elementos. Se obtuvo como resultado que la resistencia a compresión en los bloques alcanzó un valor de 1.8 MPa a los 7 días y 2.3 MPa a los 28 días, valores inferiores al especificado por la NC 247:2010. Este resultado demuestra que es posible el uso de materiales reciclados como el papel y el vidrio en esta aplicación, sin embargo, las dosificaciones deben ser optimizadas.

Los bloques realizados con la adición de polvo de vidrio en diferentes dosificaciones alcanzaron valores de resistencia por encima del normado, lo cual demuestra que el



vidrio triturado puede ser un material apto para su uso como material de construcción en diferentes entidades. El índice de actividad puzolánica alcanza un valor inferior al mínimo establecido en las normativas, lo cual requiere la realización de otros ensayos que permitan contrastar estos resultados. (Tamayo Ochoa, 2020, p. 26)

- En el año 2019 la Empresa de Residuos Sólidos Urbanos de Holguín realizó una investigación donde se sometió a ensayos físicos y mecánicos bloques huecos de hormigón, elaborados con vidrio en proporción: A (6 partes de vidrio y 1 de cemento) y B (3 partes de vidrio, 3 partes de arena artificial y 1 parte de cemento). Los resultados muestran una resistencia a la compresión promedio de 1.09 MPa, en los bloques tipo A muy inferior a la resistencia mínima que debía alcanzar el mismo de 2.5 MPa, por lo que no se consideran óptimos para su uso y comercialización. Por su parte los bloques tipos B alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de 2.5 MPa la cual resulta igual a la planteada en la norma. Es importante tener en cuenta que se obtuvo un valor medio igual y no superior a lo especificado según la norma, por lo que el criterio de aceptación del producto deberá estar condicionado a continuar ensayos de los mismos hasta que se logren resultados superiores. (Tamayo Ochoa, 2020, p. 29)

1.3 Generalidades del Vidrio

El vidrio es una sustancia dura, frágil, transparente por lo común, de brillo especial, insoluble en casi todos los cuerpos conocidos y fusible a elevada temperatura. Está formada por la combinación de sílice con potasa o soda y pequeñas cantidades de otras bases, y se fabrica generalmente en hornos y crisoles.

El principal componente del vidrio es la sílice (SiO_2). La sílice, sola, sería un vidrio ideal para muchas aplicaciones, pero las altas temperaturas necesarias para su fusión y las dificultades para darle forma limitan su uso a algunas aplicaciones especiales. Para reducir la temperatura de fusión de la sílice, es necesario utilizar un fundente, y para ello sirve el óxido de sodio (Na_2O). Como el conjunto $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ es soluble en agua, se añade un tercer elemento, el óxido de calcio (CaO), que le confiere al vidrio la estabilidad química necesaria. (Lara Vasquez & Noriega de Aguas, 2018, p. 31)

1.3.1 Propiedades físico- mecánicas del Vidrio

Según Quesada Costa (2013), las propiedades físico-mecánicas del vidrio, son las siguientes:

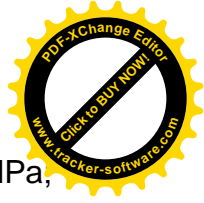


Propiedades físicas

- **Color:** En cuestiones del color en los vidrios, el color es originado por los elementos que se agregan en el proceso de fusión, llamados colorantes.
- **Densidad:** debido a los distintos tipos de vidrios fabricados, las densidades varían de acuerdo a la sustancia con la que sean complementados; normalmente puede tener densidades relativas (con respecto al agua) de 2 a 8 t/m³, lo cual significa que hay algunos que pueden ser más ligeros que el aluminio y otros que puedan ser más pesados que el acero. Su densidad aumenta al incrementar la concentración de óxido de calcio y óxido de titanio. En cambio, sí se eleva la cantidad de alúmina (Al₂O₃) o de magnesia (MgO) la densidad disminuye.
- **Corrosión:** en el medio ambiente son muy resistentes y no desisten ante el desgaste solo atacado por el ácido fluorhídrico en sus diferentes formas (gaseosa o disolución). A temperaturas superiores a 800 °C reacciona a velocidades apreciables con sales alcalinas o alcalinotérreas, en particular con sales sódicas, tales como el carbonato o el sulfato sódicos. En altas concentraciones es atacado por el ácido fosfórico.
- **Dureza:** según la escala de Mohs, el vidrio se encuentra en los grupos 6 y 7. Los vidrios templados poseen la misma dureza superficial que los vidrios recocidos.
- **Granulometría:** es la distribución de los tamaños de las partículas de vidrio, tal como se determina por análisis de tamices. Depende fundamentalmente del sistema de trituración que se haya empleado. Estudios en la materia han determinado que a medida que se utilizan partículas de vidrio más fino, a partir de un tamaño de 0,15 mm, se reduce y hasta logra controlarse la reacción álcali sílice.
- **Peso específico:** El valor del peso específico del vidrio es de 2500 Kg/m³ lo cual le otorga al vidrio plano un peso de 2,5 kg/m² por cada milímetro de espesor, para vidrio comercial se usa generalmente un peso específico de 2.59 g/cm³.

Propiedades mecánicas

- **Resistencia a la torsión:** los vidrios en su estado sólido no tienen resistencia a la torsión, en cambio en su estado fundido son como una pasta que acepta un grado de torsión que depende de los elementos que le sean adicionados.



- Resistencia a la compresión: la resistencia promedio a la compresión es de 1000 MPa, lo que quiere decir que para romper un cubo de vidrio de 1 cm³ es necesaria una carga de aproximadamente 10 toneladas.
- Resistencia a la tensión: varía según la duración de la carga y generalmente oscila entre 3 000 y 5 500 N/cm², aunque pueden llegar a sobrepasar los 70 000 N/cm² si el vidrio ha sido especialmente tratado. Para cargas permanentes, la resistencia a la tracción disminuye en un 40 %. A mayor temperatura menor resistencia a la tracción.
- Resistencia a la flexión: es distinta para cada composición de vidrio. El vidrio sometido a flexión presenta en una de sus caras esfuerzos de compresión, y en la otra cara presenta esfuerzos de tensión. La resistencia a la ruptura de flexión es casi de 40 MPa (N/mm²) para un vidrio pulido y recocido de 120 a 200 MPa (N/mm²).

1.3.2 Vidrio triturado como material de construcción

El vidrio triturado tiene varios usos como material de construcción. Según Mora Quintana (2018) los más importantes son los siguientes:

a) Suelos, pavimentos y rellenos

- Vidrio expandido o celular: Se compone principalmente de polvo vítreo y carbono. Mediante un proceso termoquímico, el vidrio se esponja y crea burbujas en vacío parcial. El material resultante es impermeable y un excelente aislante térmico. Además, ofrece gran resistencia al fuego. Se utiliza en techos de laboratorio y hospitales por tratarse de un material aséptico.
- Grava de vidrio celular: Es un material de construcción fabricado con polvo de vidrio cocido. El vidrio juega el papel de sustituto de la grava, aunque es veinte veces más ligero. Se usa como aislante térmico y como protección ante el fuego, además de ser muy eficaz contra la humedad.
- Áridos de relleno: Se trata de un granulado de vidrio expandido. Los áridos se utilizan para rellenar muros de hormigón, morteros, revoques, etc.
- Relleno para soporte de tuberías: El vidrio triturado protege los espacios alrededor del tubo, al compactarse mejor que la arena, el vidrio ofrece un terreno homogéneo y consistente.



- Vidrio triturado con asfalto: Se usa para fabricar pavimentos de colores y diferentes texturas, el vidrio reciclado como componente en el pavimento mejora su fluidez, refracción y obtiene un color mucho más intenso.

b) Vidrio como material puzolánico

El vidrio no solo tiene buenas características mecánicas y de durabilidad, sino también es un material amigable con el medio ambiente. Este material al ser molido a diferentes tamaños de partículas (0 a 20 mm) es considerado como un material innovador, durable y sostenible para ser utilizado dentro de mezclas de hormigón como un reemplazo a los agregados finos y gruesos, esto dado que la densidad del vidrio es muy similar a la de la grava y arena. De esta forma se puede reducir la cantidad de cemento utilizado en las mezclas sin que se vean afectadas las propiedades mecánicas del material, y se disminuye el costo de los proyectos de construcción sustancialmente. De igual manera, se busca un mayor equilibrio en las relaciones medio ambiente-construcción, ya que la producción de cemento y los daños que este genera al medio ambiente se verían drásticamente disminuidos.

1.3.3 Vidrio Reciclado

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia para su posterior utilización. Gracias al reciclaje se previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de nueva materia prima, la contaminación del aire (a través de la incineración) y del agua (a través de los vertederos). (Lara Vasquez & Noriega de Aguas, 2018, p. 37) Además, minimiza la explotación de los recursos naturales y el uso de energía para la producción de bienes, lo cual impacta de forma muy positiva al medioambiente. (Pelegrín Rodríguez & Breffe Suárez, 2021)

El vidrio es un material que contamina el ambiente durante el proceso de fabricación, por lo que lo más conveniente es reciclarlo, aprovecharlo al máximo y así reducir las emisiones de CO₂ provocadas por su producción. Además, este material cuenta con propiedades claves para estudios aplicados en la ingeniería, tales como la impermeabilización y resistencia. (León Reyes & Rázuri Cueva, 2020) Por sus características es fácilmente recuperable. Concretamente el vidrio es 100 % reciclable, es decir, que, a partir de un envase utilizado, puede fabricarse uno nuevo o en su defecto productos que pueden tener las mismas características del primero. Esta facilidad de reutilización del vidrio abre un amplio abanico de posibilidades para que la sociedad y las administraciones afectadas puedan autogestionarse



de una manera fácil para el beneficio de su medio ambiente. (Lara Vasquez & Noriega de Aguas, 2018, p. 31)

Según Morales Ortega (2017) las ventajas de reciclar vidrio son:

- Se ahorran alrededor de 1200 kg de materias primas por cada tonelada de vidrio usado.
- El reciclaje de vidrio necesita un 26% menos de energía que la producción del original.
- Reducción de la erosión producida y las afectaciones medio ambientales al extraer las materias primas necesarias para su fabricación.
- Disminución del número de residuos sólidos urbanos que van a los vertederos y, por tanto, costos asociados de recolección, disposición y tratamiento.
- Disminución de la contaminación atmosférica un 20% y en las aguas un 40%.

1.4 Reciclaje en Cuba

Cuba posee escasas fuentes de materias primas primarias, por lo tanto, pensar y desarrollar la industria del reciclaje no es una opción, es una necesidad impostergable. Por este motivo, en 1962 se creó en Cuba la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas (UERMP), como entidad estatal encargada de la recuperación, el procesamiento y la comercialización de los desechos reciclables que se generan, tanto en el sector residencial como en el estatal. (Pelegrín Rodríguez & Breffe Suárez, 2021, p. 7)

Esta empresa ha realizado ingentes esfuerzos por desarrollar la industria. Un paso importante en tal sentido lo ha constituido la aprobación en el año 2012 de la Nueva Política de Reciclaje, cuyo objetivo es la introducción de las tecnologías más modernas y limpias que posibilite un incremento sustancial de la recuperación y procesamiento de desechos reciclables, con la reducción de los costos de operación y el mejoramiento sostenido de la calidad de los productos obtenidos y el máximo de valor añadido. (Pelegrín Rodríguez & Breffe Suárez, 2021, p. 7)

Para cumplir este encargo cuenta con más de 7 mil trabajadores organizados en 25 empresas, con representación en todas las provincias y municipios. Recientemente se han incorporado a la actividad recuperadores de desechos reciclables por cuenta propia, que ascienden hoy a más de 5 700. En la actualidad, se reciclan alrededor de 430 mil toneladas de desechos cada año, de los cuales el 35% proviene del sector estatal, el 64% de las casas de compras a la población y el 1% se aporta por los cederistas y los pioneros. (Medina López, 2019)



En el año 2018 se recuperaron alrededor de 300 mil toneladas de residuos en forma de 16 productos, agrupados en tres grandes clasificaciones: ferrosos, no ferrosos y no metálicos (Suárez, 2018). Los residuos ferrosos recogidos en Cuba están constituidos por el acero y el hierro fundido, que proceden principalmente del desguace naval y el desmantelamiento industrial. Dentro de los metales no ferrosos se recupera aluminio, cobre, bronce, plomo, chatarra electrónica (placas electrónicas clasificadas, plata refinada obtenida del líquido fijador desechado) y aceros inoxidables, cuya mayor parte se emplea en el país. Las principales fuentes generadoras de materiales no metálicos (papel, cartón, plásticos, envases de cristal, vidrios y textiles) son las imprentas, la industria poligráfica, los polos turísticos y el sector residencial. Los envases de plásticos recuperados se venden a las industrias locales, principalmente para apoyar el programa de ahorro de agua y se utilizan para la producción de mangueras y tuberías. (Pelegrín Rodríguez & Breffe Suárez, 2021)

Con la referencia de los precios del mercado internacional de los desechos reciclados, la combinación de la sustitución de importaciones y/o la exportación de los mismos, representan más de 200 millones de dólares de ahorro o ingreso a la economía del país, a lo que debe sumarse el favorable efecto medioambiental al disminuir la emisión de desechos contaminantes. Estos desechos constituyen materias primas para la fabricación de productos con mayor valor agregado, lo que aumenta el beneficio económico anteriormente calculado. (Medina López, 2019)

Hoy, uno de los retos de la industria cubana del reciclaje está en la cantidad de desechos reciclables que se mezclan con los residuos sólidos y que paran en los vertederos, lo que provoca pérdidas de recursos para el país e impacta altamente en el medio ambiente y la salud humana. (Rendón Matienzo, 2022)

1.5 Desarrollo Sostenible y Economía Circular

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son el corazón de la Agenda 2030 y muestran una mirada integral, indivisible y una colaboración internacional renovada. En conjunto, construyen una visión del futuro que se quiere. A través de 17 objetivos con 169 metas y 231 indicadores, los Estados miembros de Naciones Unidas han expresado firmemente que esta agenda es universal y profundamente transformadora. Son una herramienta de planificación y seguimiento para los países, gracias a su visión a largo plazo, constituyen un apoyo para cada país en su senda hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente,



a través de políticas públicas e instrumentos de planificación, presupuesto, monitoreo y evaluación. (CEPAL, 2022)

Dos de los principales problemas que afectan el medio ambiente y limitan las posibilidades de un desarrollo sostenible tienen que ver con la creciente demanda de recursos naturales destinados a mantener el estilo de vida actual de la población mundial y con la capacidad del planeta para asimilar los desechos que esta demanda genera. Por tanto, es necesario redireccionar acciones hacia un cambio de modelo donde la estructura productiva reduzca el uso de materiales, se enfoque en sectores intensivos en conocimientos, con altas tasas de crecimiento de la demanda, y se preserven los recursos naturales y el ambiente. La economía circular ofrece una oportunidad de desarrollo, tanto por la creación de nuevas actividades económicas vinculadas con la provisión de bienes y servicios ambientales, como por la transformación de las actividades económicas que ya existen para aumentar su eficiencia material y reducir su impacto ambiental. Este camino también facilitaría avanzar en toda la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y, en particular, en aquellos Objetivos de Desarrollo Sostenible y metas que hacen un seguimiento del cambio en los patrones de producción y consumo. (CEPAL, 2021, p. 9)

La Economía Circular se aleja del modelo económico tradicional de "tomar-hacer-disponer" a uno que es regenerativo por diseño (Arroyo Morocho, 2018). Se presenta ahora como una alternativa innovadora al modelo lineal. La idea es redefinir un sistema económico esencialmente regenerativo a base de mantener los productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad y valor, bajo el principio de eliminar el despilfarro y no destruir innecesariamente los recursos para conservar el capital natural. (González et al., 2020, p. 8)

La ampliación de la tipología de las tres "R" (reducir, reutilizar, reciclar) es una notable aportación conceptual de la economía circular. De acuerdo con la «R tipología» ampliada (10 R's), se puede presentar una gama de estrategias ordenadas desde alta circularidad hasta baja circularidad, las cuales permiten acelerar, en mayor o menor grado, el éxito de los procesos de transición a efectos de reducir el consumo de recursos naturales y materiales y minimizar la producción de residuos. Se suele aceptar una «regla de oro» para la circularidad, que se concreta en que los materiales permanecen en la cadena por un período más largo y que se puedan aplicar nuevamente después de que se descarta un producto, y que se conserve preferiblemente su calidad original. (González et al., 2020)

En la figura 1.2, es posible plasmar el orden de prioridad para las estrategias de acuerdo con una «escalera de circularidad» basada en la función del producto:

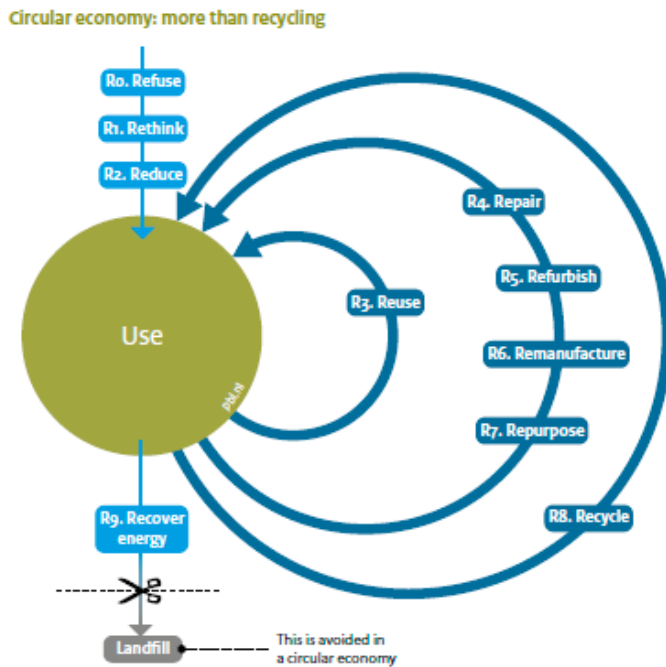


Figura 1.2 Orden de prioridad en las estrategias de singularidad

Fuente: (Potting et al., 2018)

Las estrategias de circularidad en la parte superior de la escalera requieren menos materiales, los cuales suelen estar hechos de materiales reciclados (secundarios). Así, las estrategias rechazar R0 y repensar R1 disminuyen el consumo de recursos naturales y materiales aplicados en una cadena de productos, ya que se necesita menos producto para cumplir la misma función de manera más inteligente, aunque no necesariamente impliquen un aumento de la reutilización de productos y componentes o la nueva aplicación de materiales reciclados. La siguiente opción es la extensión de la vida útil del producto y de sus componentes (reutilizar R3, reparar R4, renovar R5, remanufacturar R6 y reelaborar R7). La opción de menor circularidad (más próxima a la economía lineal) está sustentada en el reciclaje de materiales R8 y en la recuperación R9 (revalorización energética). Desde un punto de vista estratégico, la mayor capacidad para preservar el valor de los productos reside en dar preferencia a los «círculos interiores», que proporcionan mayor valor añadido y la integridad del producto, que el círculo exterior del reciclado de los materiales. (Potting et al., 2018)



Conclusiones del capítulo

- La concepción de los fundamentos teórico- referenciales permitieron establecer las premisas que facilitan la comprensión del desarrollo de la investigación.
- Las experiencias expuestas permitieron demostrar que la sustitución de materiales tradicionales por un porcentaje de vidrio triturado en la producción de bloques huecos de hormigón, resulta viable en cuanto a alcanzar propiedades de resistencia a la compresión.
- A través de la consulta de diversos autores se pudo comprender, que alargar la vida útil de los desechos como parte de un modelo de Economía Circular, contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.



CAPITULO II

El presente capítulo tiene como objetivo caracterizar la entidad objeto de estudio, seguidamente se fundamenta y describe el procedimiento metodológico a seguir en la investigación. Al finalizar, se arriban a las conclusiones parciales del capítulo.

2.1 Caracterización de la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas

La Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas fue fundada en 1946 bajo la propiedad del Sr. Enrique Casado. La única cantera que poseía se administraba desde una oficina situada en la Calle 101 No. 9902 entre Calle Comercio y Canímar, Unidad Empresarial de Base Pueblo Nuevo, municipio y provincia de Matanzas; lugar donde reside actualmente la empresa. En el año 1961 es nacionalizada y pasa a ser una entidad estatal cubana perteneciente al sector de la construcción, en este tiempo se añade el edificio que ocupa en la actualidad. Para el 2003-2004 se implementa el Perfeccionamiento Empresarial y desde ese entonces su filosofía de actuación ha sido y es, aplicar la tecnología más avanzada y procesos más ágiles; a partir de criterios de rigor, garantía del servicio y trato personalizado con el cliente.

La Empresa de Materiales de la Construcción cuenta con un sistema de Gestión de la Calidad que permite demostrar la capacidad para proporcionar productos que aumenten la satisfacción, a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

De manera general se puede decir que esta empresa pone a su alcance una amplia variedad y profunda gama de productos, que son necesarios para realizar cualquier tipo de proyecto civil. Entre las principales producciones se tienen:

- Áridos (materiales pétreos, polvo de piedra, arenisca, arena calcárea, granito, gravilla, piedra de hormigón, macadam y rajón).
- Bloques huecos de hormigón.
- Carpintería de Madera.
- Elementos de pisos y terrazos (Baldosas y losetas hidráulicas).
- Elementos ornamentales.



- Producciones de cerámica
- Yeso triturado y Yeso fraguado.
- Otros elementos prefabricados.

La razón de ser de la Empresa de Materiales de la Construcción está basada en producir y comercializar materiales de construcción para satisfacer las demandas de la provincia de Matanzas y otros territorios. La empresa encamina sus metas a lograr ser la mejor opción del mercado en el occidente y centro del país para la producción de materiales de construcción, garantizar la calidad de los productos y la satisfacción de los clientes y partes interesadas con elevada efectividad de la gestión, trabajo en equipo, alto sentido de pertenencia y elevado prestigio.

El objeto social de la institución está definido por:

- Brindar servicios de mantenimiento y montaje a instalaciones y equipos tecnológicos industriales de producción de materiales de construcción.
- Brindar servicios de laboratorio para ensayos de materiales de construcción.
- Fabricar moldes y equipos tecnológicos para la venta a la producción local de materiales de la construcción.
- Ofrecer servicios de diagnóstico, reparación y mantenimiento a equipos de transporte automotor, construcción y complementarios, así como sus agregados.
- Brindar servicios de alquiler: almacenes, parqueo y locales
- Brindar servicios científico-técnicos y de ejecución de proyectos de I + D e innovación tecnológico, así como de asistencia técnico, consultoría y asesoría en actividades de producción de materiales de construcción.
- Brindar servicios de alojamiento no turístico y gastronómicos asociados a este
- Producir materiales de la construcción.
- Comercializar productos y materiales de construcción a otras entidades y a formas de gestión no estatal
- Realizar actividades constructivas, comercializar productos ociosos y de lento movimiento, todos ellos en Moneda Nacional y Moneda Librementemente Convertible.
- Comercializar materias primas o desechos recolectados (Desechos ferrosos y no ferrosos a las Empresas de Recuperación de Materias Primas).

2.2 Metodología para analizar la factibilidad de producir bloques huecos de hormigón a partir de vidrio reciclado como sustituto del árido fino convencional

En la figura 2.1 se define la secuencia metodológica del Estudio de Factibilidad que se desarrolla, de manera tal que se establezca un orden lógico que facilite la comprensión. En la sección izquierda de la figura se muestra las etapas de la investigación, y en la sección derecha se muestran las principales tareas a cumplir en cada etapa.

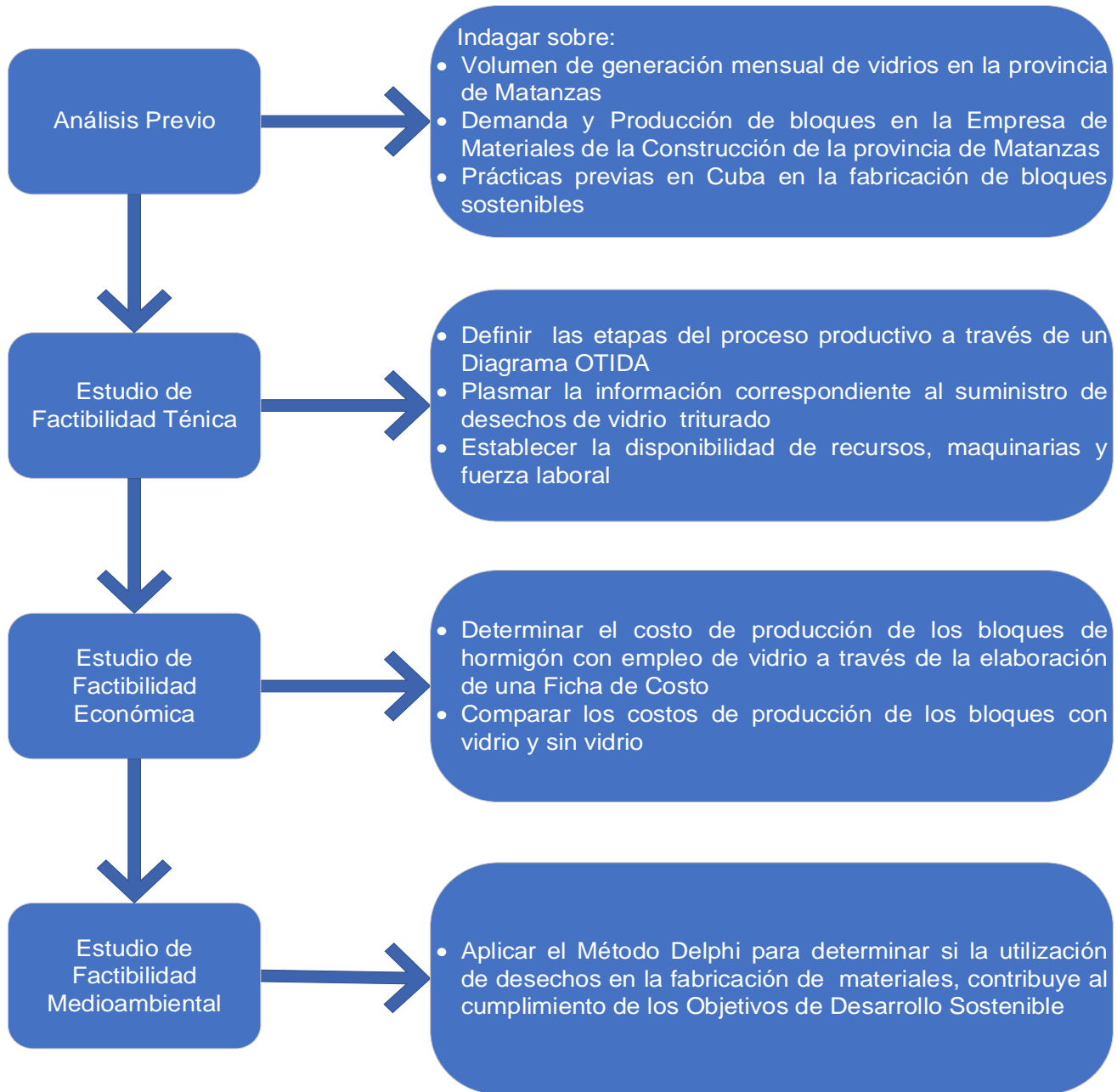


Figura 2.1 Estructura y Organización del Estudio de Factibilidad

Fuente: Elaboración Propia



2.2.1 Análisis previo

Los estudios previos, preliminares generales o, diagnóstico de la idea tienen por objetivo reunir la mayor cantidad de antecedentes, estudios, estadísticas, informaciones y datos sobre el producto que se pretende generar. A través de este análisis se determina las premisas de la investigación, las cuales constituyen afirmaciones o ideas que ocurren y sirven de base para el razonamiento del proceso que se pretende proponer. (Tamayo Ochoa, 2020, p. 30)

En el caso de la investigación que se desarrolla, se consideran premisas los aspectos siguientes:

- Disponibilidad de desechos de vidrio en Matanzas

La obtención de esta información se requiere para conocer la disponibilidad de desechos de vidrio que posee la provincia de Matanza, una vía de adquirir los datos pertinentes, es a través de la Empresa Recuperadora de Materia Prima de la provincia de Matanzas.

- Demanda y Producción de bloques en la Empresa de Materiales de la Construcción

Para obtener los datos correspondientes a la producción y demanda de bloques, es necesario recurrir a los registros de información de las áreas de Producción y Venta de la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas. Para facilitar el análisis de los valores, se opta por realizar las comparativas siguientes:

- Plan de Producción- Demanda: para arribar a conclusiones acerca de en qué porcentaje la planificación prevista logra satisfacer la demanda que posee la empresa en el año 2022.
- Producción Real- Plan de Producción: para definir en qué porcentaje se ha cumplido el plan de producción en los meses transcurridos de enero a septiembre del año 2022.

- Prácticas previas en Cuba

Para validar el estudio de factibilidad técnico, económico y medioambiental que se desarrolla en el presente proyecto, es necesario partir de prácticas exitosas que se han realizado anteriormente en la elaboración de bloques huecos de hormigón con empleo de un porcentaje de vidrio en sustitución del árido convencional, que sustente la resistencia y demás especificaciones físicas-mecánicas que establece la NC 247: 2010 (2010).



2.2.2 Análisis Técnico

En el estudio técnico se analiza elementos que tienen que ver con la ingeniería básica del producto y/o proceso que se desea implementar, para ello se tiene que hacer la descripción detallada del mismo con la finalidad de mostrar todos los requerimientos para hacerlo funcionales. De ahí la importancia de analizar el número óptimo de la planta el cual debe justificar la producción y el número de consumidores que se tendrá para no arriesgar a la empresa en la creación de una estructura que no esté soportada por la demanda. Se debe establecer la necesidad de maquinaria y equipo propio para la producción, así como mano de obra calificada para lograr los objetivos de producción del producto, la identificación de los proveedores y acreedores que proporcionen los materiales y herramientas necesarias. Finalmente, con cada uno de los elementos que conforman el estudio técnico se elabora un análisis de la inversión para posteriormente conocer la viabilidad económica del mismo. De manera resumida, el objetivo del estudio técnico es verificar si el producto o servicio a ofrecer se puede llevar a cabo, si se cuenta con la materia prima adecuada, los equipos e instalaciones para su producción. (López Parra et al., 2009)

Según Echeverría Ruiz (2017, p. 181) el estudio técnico es fundamental en un proyecto de inversión, ya que ilustra todos los factores influyentes para el mejor desarrollo del proyecto, entre los cuales se cuentan los agentes que influyen en la compra de maquinaria y equipo, así como la calendarización de la adquisición de estas, los diferentes métodos para determinar el tamaño de la planta, los métodos para su localización, y los métodos de distribución y, finalmente, también se examinan los procesos de producción que pueden operar para el proyecto de inversión.

Rus Arias (2020) considera que la factibilidad técnica determina si se dispone de los conocimientos, habilidades, equipos o herramientas necesarios para llevar a cabo los procedimientos, funciones o métodos involucrados en un proyecto. De esta forma permite conocer si es factible un proyecto con los recursos técnicos existentes. Si fuese necesario adquirir otros recursos, se determina a través del análisis cuántos, cuándo y cuál podrá ser su coste.

El análisis técnico del presente estudio, se enfoca principalmente en desarrollar los pasos que se observan en la figura 2.2.

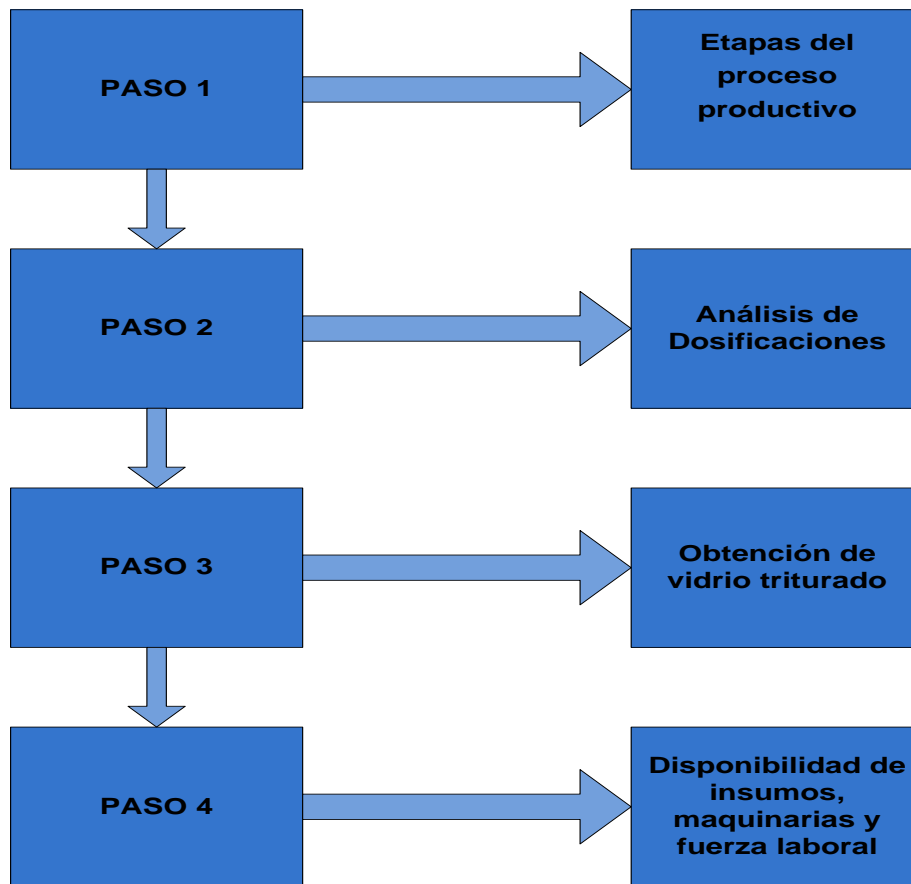


Figura 2.2 Pasos para realizar el análisis técnico.

Fuente: Elaboración Propia

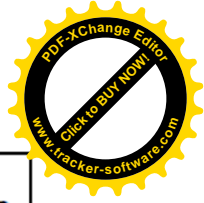
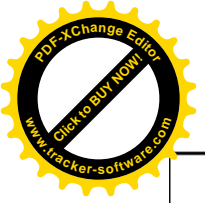
Cada paso propuesto está encaminado a:

Paso 1: Definir las etapas del proceso productivo.

La representación de las etapas del proceso de producción de bloques huecos de hormigón con utilización de vidrio de desecho, se realizará a través de un Diagrama de Procesos OTIDA.

Un diagrama de procesos es una representación de la secuencia de actividades que forman parte de un proceso identificado mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis. (Alomoto Guanolouisa, 2014, p. 23)

Un diagrama de procesos OTIDA, representa el proceso productivo a través de las actividades: Operación, Inspección, Almacenamiento, Demora, Transporte y Actividad Combinada. En el caso de esta última, solamente cuando interviene simultáneamente las actividades de Operación e Inspección. En la figura 2.2 se muestra la relación correspondiente a la definición y el símbolo que pertenece a cada actividad.







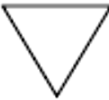

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.	
Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.	
Demora	Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenaje	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad Combinada	Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación o inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.	

Figura 2.3 Actividades y símbolos a utilizar en el diagrama de los procesos.

Fuente: (García Criollo, 2005)

Paso 2: Analizar las Dosificaciones de la mezcla de hormigón en la fabricación de bloques

Se realiza un análisis comparativo entre los bloques tradicionales y los bloques elaborados con desechos de vidrio triturado, con el fin de arribar a conclusiones en relación al consumo de recursos.



Paso 3: Provisión del Vidrio triturado

Se expone la información correspondiente a la adquisición de vidrio triturado en la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas.

Paso 4: Determinar la disponibilidad de Insumos, Maquinarias y Fuerza Laboral

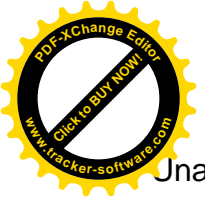
Se establece si la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas satisface los requerimientos de insumos, maquinarias y fuerza laboral que se necesita en el proceso de fabricación de bloques con empleo de vidrio molido.

- Insumos: Conjunto de elementos que toman parte en la producción de otros bienes. (RAE, 2021)
- Maquinaria: Conjunto de máquinas para un fin determinado. Mecanismo que da movimiento a un artefacto. (RAE, 2021)
- Fuerza laboral: Conjunto de las facultades físicas y mentales que existen en la corporeidad, en la personalidad viva de un ser humano y que él pone en movimiento cuando produce valores de uso de cualquier índole. (Marx, 1965)

2.2.3 Análisis Económico- Financiero

El estudio económico y financiero de un proyecto se refiere a diferentes conceptos, sin embargo, es un proceso que busca la obtención de la mejor alternativa con el uso de criterios universales; lo que implica asignar a un proyecto un determinado valor. Dicho de otra manera, se trata de comparar los flujos positivos (ingresos) con flujos negativos (costos) que genera el proyecto a través de su vida útil, con el propósito de asignar óptimamente los recursos financieros. (Echeverría Ruiz, 2017, p. 184) Se debe realizar un análisis exhaustivo de la relación costo- beneficio del negocio o proyecto y sopesar ambos aspectos. Si en la evaluación se observa que los costos superan a los beneficios sería mejor no desarrollarlo. Mientras que, si el beneficio supera los costos, la decisión de la implementación del proyecto se vuelve menos arriesgada, aunque no implica que no existan riesgos. (Quiroa, 2020)

El documento donde se refleja la información relacionada con los componentes del costo unitario de la producción o el servicio se denomina Ficha de Costo. Esta ficha asegura el correcto análisis del comportamiento de la eficiencia productiva en cada unidad de producto elaborado o en proceso.



Una vez que se tiene la información económica necesaria para evaluar un proyecto, es preciso decidirse por una de las tantas opciones que puedan llevarse a cabo al mismo tiempo. El análisis económico busca presentar un ordenamiento de preferencias entre las distintas alternativas, sobre la base de conceptos financieros por la importancia indiscutible del dinero hoy y siempre. (Duvergel Cobas & Argota Vega, 2017, p. 48).

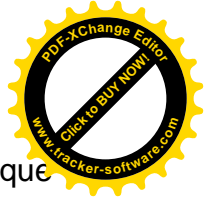
Con el fin de determinar la Factibilidad Económica, se pretende elaborar una Ficha de Costo que concrete cuánto le costaría a la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas fabricar bloques huecos de hormigón con vidrio triturado en sustitución de un porcentaje del árido de cantera. Seguidamente, realizar una comparativa entre los costos determinados y los costos actuales para plantear las conclusiones pertinentes respecto a la opción más factible.

2.2.4 Análisis Medioambiental

El análisis de factibilidad ambiental de cualquier proyecto deberá considerar los impactos beneficiosos y perjudiciales que este genera en el orden físico, geográfico y biológico del medio donde se desarrolla. Además, debe tener en cuenta los factores socioeconómicos susceptibles de ser afectados en el entorno donde actúa. El impacto ambiental se puede definir como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre y que genera un quebramiento al equilibrio natural. Algunos de los impactos más frecuentes son: contaminación de las aguas, de los suelos, del aire, generación de residuo, empobrecimiento de los ecosistemas, entre otros. (PADIT, 2019, p. 3)

Para determinar el Impacto Ambiental de un proyecto, es imprescindible definir los parámetros sujetos a análisis, y una vez obtenidos, asignar valoraciones que permitan arribar a las conclusiones objetivas del estudio. Es aquí donde nace la necesidad de emplear un procedimiento que agrupe opiniones de personas especializadas. Con este fin, la metodología que se emplea para determinar la factibilidad de utilizar vidrio de desecho como materia prima alternativa en el proceso de fabricación de bloques, es el Método Delphi.

El método Delphi consiste en una técnica de obtención de información, basada en la consulta a expertos de un área, con el fin de obtener la opinión de consenso más fiable del grupo consultado. Estos expertos son sometidos individualmente a una serie de cuestionarios en profundidad que se intercalan con retroalimentación de lo expresado por el grupo y que, al



partir de una exploración abierta, tras las sucesivas devoluciones, producen una opinión que representa al grupo. (Reguant Álvarez & Torrado Fonseca, 2016, p. 88)

Según Garmendia Salvador et al. (2007) para la realización del Método Delphi es importante conocer las siguientes terminologías:

- Panel de expertos:

Conjunto de expertos que forman el grupo.

- Equipo técnico:

Puede estar formado exclusivamente por una persona o por varias, su función es preparar los cuestionarios y analizar las respuestas

- Cuestionario:

Documento que se envía a los expertos. Está formado por las cuestiones y los resultados de las anteriores circulaciones.

- Circulación:

Forma en que se presentan los sucesivos cuestionarios.

Una característica fundamental del Método Delphi es el anonimato, dado que ningún experto conoce la identidad del resto, con lo que se evita la confrontación directa. El motivo radica en que ninguna persona del grupo pueda sentirse influida por otra. También permite que se pueda cambiar de opinión sin que esto suponga una merma de imagen, cada experto puede defender sus argumentos con toda libertad e incluso sin miedo a equivocarse. (Garmendia Salvador et al., 2007)

Al ofrecerse el mismo cuestionario, o similar, sucesivas veces se produce una iteración controlada, y al exponer el análisis estadístico de los resultados obtenidos se consigue que los expertos conozcan las opiniones del resto del grupo y puedan ser convencidos con los argumentos presentados. Aunque en un principio el cuestionario tenga una valoración meramente cualitativa se llega a conocer no solo la respuesta mayoritaria del grupo, sino el grado de dispersión o de consenso que existe en dicha respuesta. (Garmendia Salvador et al., 2007, pp. 197-200)

En la figura 2.4 se relaciona las fases a seguir para desarrollar el Método Delphi de la investigación:

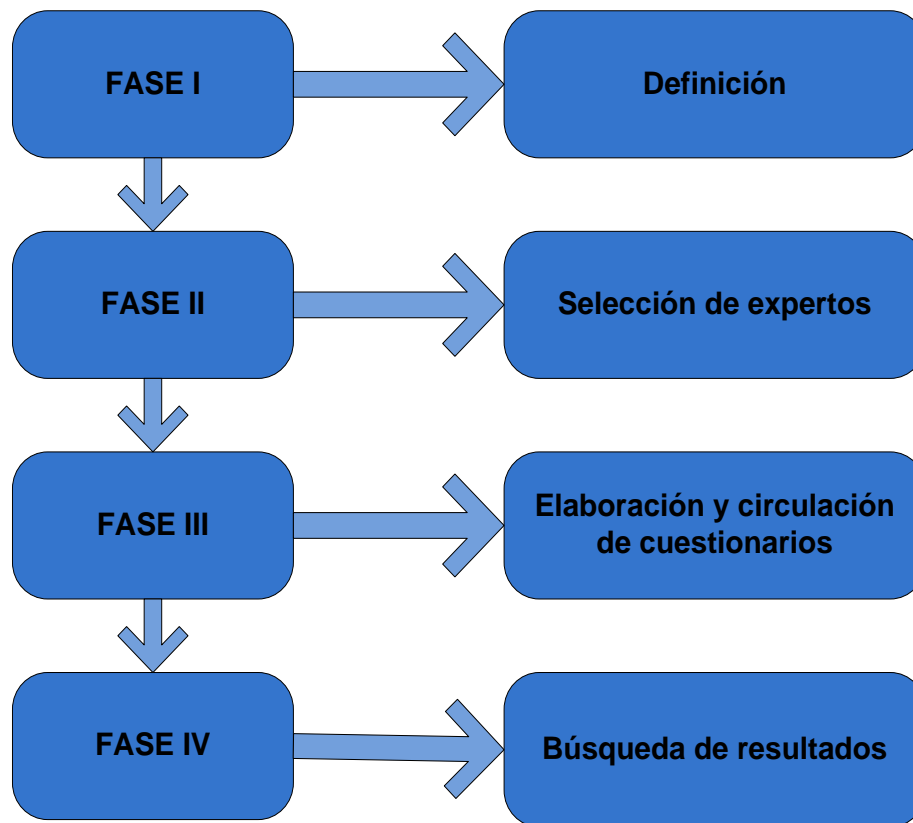


Figura 2.4 Fases del Método Delphi

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se expone la argumentación de cada fase o etapa a seguir:

Fase I: Definición

A partir del problema de investigación acotado, se debe formular el objetivo de la consulta, identificar las dimensiones que deben explorarse y delimitar la forma en que se pretende realizar el estudio. (Reguant Álvarez & Torrado Fonseca, 2016, p. 92)

Fase II: Selección de expertos

Se selecciona el panel de expertos y se consigue su compromiso de colaboración. Los criterios para dicha selección son la experiencia sobre el asunto y la pluralidad de procedencia, de esta manera se logra que los intereses y conocimientos sean diversos. Es recomendable seleccionar un número impar que no supere los 30. (Quezada et al., 2020, p. 84)

Fase III: Elaboración y circulación de cuestionarios

La temática y el problema de investigación deben ser enmarcados a través del instrumento (cuestionario), redactado de forma clara y precisa. (Quezada et al., 2020, p. 84) El cuestionario se envía a los expertos a través de un facilitador cuyas respuestas son analizadas



posteriormente por el equipo técnico de investigación. Durante el análisis se eliminan las observaciones repetidas y se seleccionan las más relevantes para confeccionar el nuevo cuestionario, el cual es sometido nuevamente a la valoración de los expertos. Se pueden utilizar preguntas abiertas y/o cerradas, pero en la medida que avanza el proceso tienden a aumentar las preguntas cerradas escalares y de ordenamiento que exhiban el nivel de acuerdo/desacuerdo de los expertos, y permitan disminuir la dispersión de las opiniones y precisar la media consensuada sobre las premisas extraídas. Cuando existen discrepancias en los criterios, se solicita que se argumenten los puntos de vista de los expertos, es aquí la importancia del anonimato. El proceso se repite hasta obtener un consenso acerca del tema objeto de estudio. (Reguant Álvarez & Torrado Fonseca, 2016, pp. 94-95)

Fase IV: Búsqueda de resultados

El procesamiento de la información recibida en cada circulación de cuestionarios, se realiza a través de cálculos que permiten conocer hasta qué punto existe consenso entre los expertos seleccionados. El tratamiento estadístico permite analizar la información adquirida en los cuestionarios, sin menospreciar ningún criterio. Los principales estadísticos que se emplean en el estudio son: media y mediana, como medidas de tendencia central de la distribución o conjunto de respuesta de expertos; y desviación típica y rango intercuartílico, que señala el grado de dispersión de las opiniones de los expertos. (Reguant Álvarez & Torrado Fonseca, 2016, p. 98)

A continuación se presenta información útil sobre los principales estadísticos según Matos Uribe et al. (2020, pp. 92-133)

a) Media:

La media aritmética para una muestra se determina a través de la sumatoria de todos los datos de la muestra divididos por el total de ellos.

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

Donde:

\bar{x} : Media aritmética

X_i : conjunto de datos $x_1, x_2 \dots x_i$

N : Número de observaciones



Las ventajas y desventajas de emplear la media aritmética son las siguientes:

Ventajas:

- Es fácil de calcular e interpretar su valor.
- Su fórmula se presta a manipulaciones algebraicas
- La suma de las desviaciones es cero.
- La suma de las desviaciones al cuadrado siempre es mínima.

Desventajas:

- Su valor se encuentra afectados por datos extremos (datos muy altos o datos muy bajo); es decir estos datos tienden a alterar su valor.
- Deja de ser un valor representativo para la muestra cuando los datos presentan mucha variabilidad o dispersión.
- No se puede calcular en tabla de distribución de frecuencias con extremos abiertos.
- Para datos con distribución asimétrica, no debe usarse como medida representativa.

b) Mediana

Es una medida de tendencia central, que divide al conjunto de datos ordenados de la muestra, en dos partes iguales; es decir el 50% de los datos tendrán valores menores o iguales al valor de la mediana y el otro 50% de los datos con valores superiores al valor de la mediana. Las ventajas y desventajas de la mediana según este autor, se mencionan a continuación:

Ventajas:

- Es fácil de calcular e interpretar su valor.
- Se realizan manipulaciones algebraicas.
- Su valor no se encuentra afectado por datos extremos.
- Se puede calcular en tablas de distribución de frecuencias con extremos abiertos

Desventajas:

- La suma de los cuadrados de las desviaciones con respecto a la mediana no es mínima, en comparación con la media aritmética.



c) Desviación Típica

Se define como la raíz cuadrada positiva de la varianza. Como resultado se obtienen valores mayores o iguales a cero: un valor cero indica que los datos de la muestra están concentrados en un mismo punto (no hay variabilidad o dispersión), mientras que un valor mayor a cero indica la presencia de variabilidad o dispersión de los datos con respecto a la media aritmética.

La fórmula para determinar la desviación típica es la siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Donde:

S: Desviación típica

\bar{x} : Media aritmética de la variable x

xi : conjunto de datos $x_1, x_2, x_3 \dots x_i$

N: Número de observaciones

La desviación estándar al igual que la varianza, se utiliza para comparar la variabilidad o el grado de dispersión de dos o más conjunto de datos que poseen la misma unidad de medida y tienen sus promedios similares; es decir si se tiene dos a más conjunto de datos que poseen la misma unidad de medida y promedio similares, tendrá mayor dispersión o mayor variabilidad con respecto a la media aritmética aquel conjunto de datos que tiene la mayor varianza o desviación estándar.

d) Rango Intercuartílico

El rango intercuartílico para un conjunto de datos, es la diferencia entre el tercer y el primer cuartil.

$$RIC = Q_3 - Q_1$$

Su valor expresa la variabilidad en el 50% central de los datos. Mientras menor sea la diferencia entre Q_3 y Q_1 , menor será la dispersión. El rango intercuartílico está directamente asociado a la mediana.



Se da por concluida la consulta cuando se ha conseguido el grado de estabilidad y consenso deseado entre las opiniones de los participantes. Finalmente se elabora un informe con los valores obtenidos y los comentarios aportados. (Garmendia Salvador et al., 2007)

En la figura 2.5 se muestra el Flujoograma de la aplicación del Método Delphi:

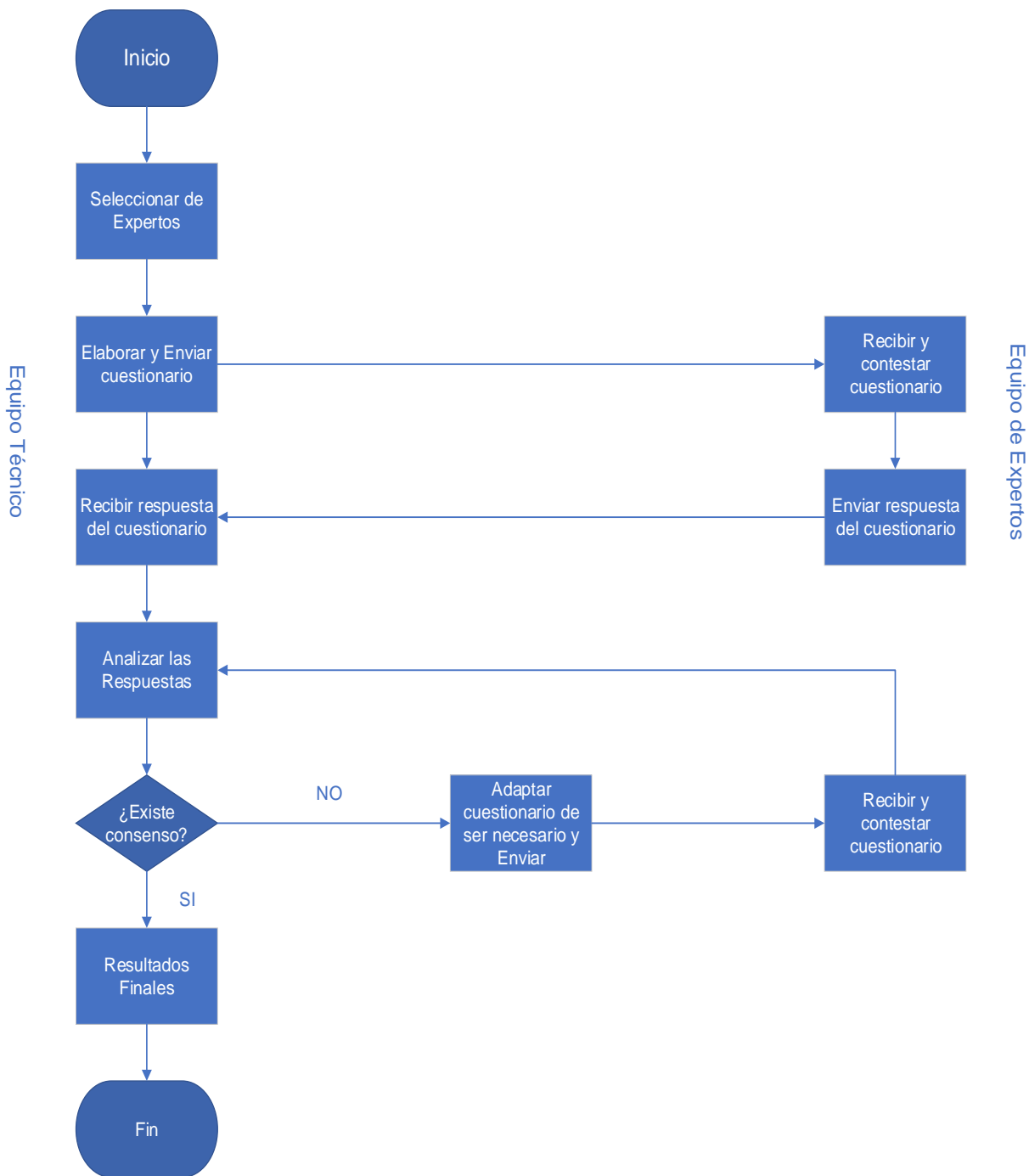


Figura 2.5 Flujoograma de aplicación del Método Delphi

Fuente: Elaboración Propia



Conclusiones del capítulo

- La descripción detallada de la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas, permitió establecer un acercamiento con la empresa objeto de estudio.
- La metodología que se diseñó presenta una secuencia lógica con información útil y concisa, lo cual facilitará su posterior aplicación en la determinación de la factibilidad de emplear un porcentaje de vidrio en la fabricación de bloques huecos de hormigón.
- Sintetizar las herramientas a emplear, a través de gráficos y descripciones precisas, posibilitó una mayor comprensión de las mismas.



CAPITULO III

En el presente capítulo se aplica la metodología propuesta anteriormente para analizar la factibilidad de emplear vidrio triturado en la fabricación de bloques huecos de hormigón en la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas. A partir de los resultados que se obtienen se arriba a las conclusiones parciales y generales de la investigación.

3.1 Análisis y Discusión de los Resultados

3.1.1 Análisis Previo

- Prácticas previas en Cuba en la fabricación de bloques con vidrio triturado.

La Empresa de Economía Circular, Sociedad de Responsabilidad Limitada (2E2C, S.R.L), se ubica en la calle D oeste, número 12, entre 9na A oeste y 9na B oeste, Santa Marta, municipio Cárdenas de la provincia de Matanzas. Tiene como objeto social principal la comercialización de materiales de la construcción obtenidos a partir de desechos. El modelo económico que emplea se sustenta en una economía circular que promueva la innovación, la renovación y el reciclaje en reemplazo del ciclo tradicional de utilización y disposición; que disminuya la contaminación a la vez que se alargue la vida útil de un desecho y que por ello se obtenga, además, ganancias sociales y económicas con el mínimo consumo de recursos.

Su razón de ser está encaminada a lograr simultáneamente dos propósitos: proveer materiales medioambientalmente amigables y, desarrollar proyectos y sistemas constructivos con los más exigentes estándares de calidad capaz de satisfacer a los clientes, impulsar el crecimiento económico y el mejoramiento de la sociedad.

El estudio de factibilidad técnico, económico-financiero y medioambiental que se lleva a cabo, se realiza bajo el sustento de las prácticas exitosas desarrolladas por esta empresa en el desarrollo y producción de materiales sostenibles, entre ellos bloques huecos de hormigón fabricados con vidrio de desecho triturado en sustitución de un por ciento del árido convencional.

Actualmente, la empresa comercializa bloques con las siguientes características:

- Dimensiones: 150 mm x 200 mm x 500 mm (Ancho x Alto x Largo)
- Masa: 11 kg
- Resistencia: 10.2 Mpa



La funcionalidad y aceptación de estos bloques, se materializa en obras constructivas que se desarrollan en la provincia de Matanzas:

- Reparaciones en la Universidad de Matanzas por la cooperativa CCORAL.
- Construcciones diversas en Hotel Bellacosta, Hotel Aguas Azules y Hotel Meliá Las Antillas.
- Construcciones diversas en el Delfinario de Varadero.
- Reparaciones e Inversiones de la Termoeléctrica Antonio Guiteras.
- Construcción de Viviendas en Gelpi por la Empresa Valdés Reyes.
- Obras varias en la Base Provincial de Servicios Comunales de la Provincia de Matanzas.

En la tabla 3.1 se muestra las dosificaciones que emplea la empresa para la fabricación de los bloques que comercializa, no obstante, en el futuro estos valores pueden variar, dado que la empresa no se detiene en la búsqueda de alternativas que impliquen el crecimiento proporcional de sus dos objetivos fundamentales: sostenibilidad ambiental y calidad garantizada.

Tabla 3.1 Dosificación de Bloques (150 mm x 200 mm x 500 mm) para un lote de 315 unidades

Descripción	UM	Cantidad	Descripción	UM	Cantidad
Cemento	sacos	9.00	Vidrio	m ³	0.49
Arena	m ³	0.97	Agua	m ³	0.74
Granito	m ³	0.49			

Fuente: Ficha de Costo 2E2C

Estas dosificaciones responden a una proporción de: 1 parte de cemento, 2 partes de vidrio, 2 partes de granito y 4 partes de arena, como se muestra en la Figura 3.1.

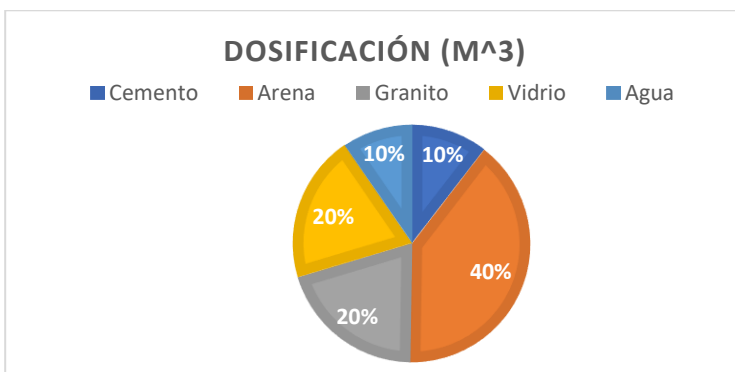


Figura 3.1 Dosificación Bloques con Vidrio triturado

Fuente: Elaboración Propia



El resultado de emplear estas dosificaciones en conjunto con un correcto proceder en el proceso de fabricación, lo representa la obtención de bloques huecos de hormigón sostenibles con una resistencia media a la compresión de 10.2 Mpa, valor que cumple satisfactoriamente los requerimientos de resistencia establecidos por la NC 247: 2010 (2010). Los ensayos de resistencia fueron realizados por la Empresa de Construcción y Montaje de Matanzas, perteneciente al Ministerio de la Construcción; la cual valida la aptitud de estos productos para ser empleados en obras de construcción ([Ver Anexo 2](#)).

- Disponibilidad de desechos de vidrio en Matanzas

Fuentes de la Empresa Recuperadora de Materia Prima de la provincia de Matanzas, tras un intercambio directo, comunican que el plan mensual de recuperación de vidrio se establece en dependencia de la demanda que posea el producto. En los meses trascendidos del actual año, la empresa ha cumplido satisfactoriamente el plan establecido, el cual ha oscilado entre 50 y 70 toneladas de desperdicios de vidrio recuperados. Entre los clientes a los que se destina el material de desecho, se encuentra la Empresa de Economía Circular 2E2C S.R.L. y la Empresa de Vidrio de La Lisa. Según informan, la Empresa Recuperadora tiene capacidad de ampliar sus contratos y proveer vidrio a otros clientes del sector estatal y no estatal; sustentados en la apreciación de que la generación de desechos sólidos en la provincia de Matanzas, entre ellos el vidrio, es superior al que se recolecta y aprovecha hoy en día.

- Demanda y Producción de bloques en la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas en el año 2022

Los bloques huecos de hormigón que produce la Empresa de Materiales de la Construcción son de cuatro dimensiones: 100mm x 200mm x 500mm, 150mm x 200mm x 500mm, 200mm x 200mm x 500mm y 150mm x 200mm x 400mm. Dado que la información que se posee de referencia, valida solamente la resistencia a la compresión de los bloques de magnitud de 150mm x 200mm x 500mm ([Ver Anexo 2](#)), se restringen los análisis que se desarrollan a continuación y los posteriores, a los bloques de esta dimensión.

La producción de bloques huecos de hormigón de 150x200x500mm planificada para el año 2022 es de 924 miles de unidades ([Ver Anexo 3](#)), mientras que la demanda que presenta la empresa es de 3565.1 miles de unidades ([Ver Anexo 4](#)). Según lo planificado, se logra satisfacer solamente el 25.9 % de la demanda.



En la tabla 3.2 se relacionan los valores correspondientes al Plan de Producción (PP) y la Producción Real (PR) de bloques huecos de hormigón en los meses trascendidos de enero a septiembre del año actual en la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas [\(Ver Anexo 3\)](#).

Tabla 3.2 Relación Plan de Producción-Producción Real

Tipo de Bloques					
150x200x500mm					
Meses	PP (Mu)	PR (Mu)	Meses	PP (Mu)	PR (Mu)
Enero	77	104.5	Junio	77	15.6
Febrero	77	78.9	Julio	77	10.2
Marzo	77	20.2	Agosto	77	23.1
Abril	77	13.7	Septiembre	77	20.1
Mayo	77	11.6	Total	693	297.9

Fuente: Elaboración Propia a partir de documentos de Cierres de Producción de la Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas.

La producción real representa el 42.99% de la producción planificada en los meses de enero a septiembre del año 2022. Para poder cumplir con lo planificado en el año, se tendría que producir en cuatro meses, 395.1 miles de unidades de bloques y para satisfacer la demanda se necesitaría fabricar aproximadamente, once veces lo producido hasta el momento.

3.2.2 Resultados del Análisis Técnico

A continuación, se expone los resultados obtenidos tras emplear la metodología correspondiente al estudio de factibilidad técnica del empleo de vidrio triturado como sustituto de un por ciento del árido convencional.

Paso 1: Etapas del Proceso Productivo

Para definir el proceso de elaboración de bloques huecos de hormigón con empleo de vidrio triturado, se realizó a la Empresa de Economía Circular 2E2C tres visitas, correspondientes al Día 1, Día 2 y Día 9 de fabricación de un lote de 630 bloques.

Día No.1- Fase inicial del proceso, cuenta con las etapas siguientes:

- I. Selección de los agregados:
 - Cemento
 - Granito
 - Agua
 - Arena
 - Vidrio



II. Dosificación de la mezcla:

La dosificación que emplea la Empresa de Economía Circular 2E2C es para una producción de 315 unidades de bloques. En la empresa donde se propone poner en práctica los resultados de la investigación, dosifica para una producción de 1000 unidades de bloques, por lo que se realiza en la tabla 3.3 una proporción de equivalencia:

Tabla 3.3 Equivalencia de las Dosificaciones

Materiales	Dosificación	
	315 unidades	1000 unidades
Cemento	9 sacos de 42.5 Kg/saco, que equivale a 0.3825 t	28.62 sacos de 42.5 Kg/saco, que equivale 1.21635 t
Arena	0.97 m ³	3.0846 m ³
Granito	0.49 m ³	1.5582 m ³
Vidrio triturado	0.49 m ³	1.5582 m ³
Agua	0.232704 m ³	0.740000 m ³

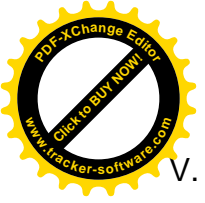
Fuente: Elaboración Propia

III. Elaboración de la mezcla:

Se mezclan los componentes secos hasta obtener un color homogéneo por 1 minuto. Posteriormente se vierte el agua parcialmente para evitar excesos, y se mezcla todo durante un período de 2 a 3 minutos. La mezcla elaborada debe ser utilizada antes del transcurso de 90 minutos.

IV. Elaboración de los bloques:

- Primeramente, hay que cerciorarse de que el molde metálico se halla sin residuos anteriores y en buen estado.
- Se procede a colocar manualmente la mezcla en la bloquera o máquina vibradora.
- Se somete a vibración el molde y conforme se compacta y consolida la mezcla, se rellena hasta el tope el molde, mientras más consolidada y compactada se encuentre la mezcla por medio de la bloquera, el bloque adquiere mayor resistencia debido al acomodamiento de las partículas y reducción de vacíos.
- Se eliminan los excesos con la bandeja.
- Se voltea el molde de modo que la tabla o bandeja quede debajo y se bajan los martillos compactadores antes de aplicar la vibración para que la mezcla se compacte lo suficiente.



V. Proceso de Fraguado de los Bloques:

Los bloques se dejan fraguar por un período de 12 a 24 horas aproximadamente hasta que alcancen una consistencia que permita manipularlos; en un lugar protegido del sol y el viento, de manera que logren fraguar sin secarse.

Día No.2- Se observa el resultado del proceso de Fraguado y se procede al Curado:

VI. Proceso de Curado de los Bloques:

Posterior al fraguado, se procede al curado de los bloques, que no es más que mantener en condiciones de humedad y temperatura favorables los bloques por un margen mínimo de siete días. Bajo estas circunstancias, el bloque endurece y adquiere resistencia. Entre los métodos de curado que se pueden emplear se encuentra:

- Rociar el bloque con agua permanentemente sin dejar que seque en momento alguno.
- Humedecer los bloques y cubrir con lonas o plásticos que creen un ambiente hermético y evite la evaporación del agua de manera brusca.
- Recubrir permanentemente los bloques con una manta mojada.

Día No. 9- Fase final del proceso, se observan los resultados del Curado de bloques y se procede a almacenar:

VII. Control de la Calidad:

Antes de utilizar o comercializar el producto se verifica que el mismo cumpla los requisitos de calidad, se comprueba las dimensiones, la no existencia de roturas, desgastes, aplastamientos, etcétera.

VIII. Almacenamiento de los Bloques:

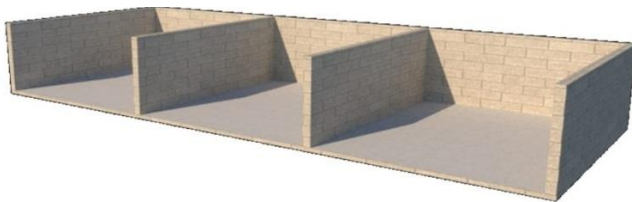
Finalizado el proceso de fabricación de los bloques se procede a almacenarlos, para ello se organizan de manera cuidadosa en un máximo de ocho filas. La manipulación debe ser de manera cuidadosa, para evitar impactos que generen roturas.

El hecho de incorporar un nuevo material a la mezcla de hormigón, no provoca variaciones en el proceso de fabricación del bloque tradicional, por ende, los bloques huecos de hormigón con vidrio triturado que propone el autor, se pueden elaborar en conjunto con los que fabrica actualmente la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas. Para

ello, la empresa cuenta con dos fábricas de estructuras similares que reúnen las condiciones para el procesamiento de los bloques: la Fábrica de Bloques Renato Guitart y la Fábrica de Bloques José Martí, ambas pertenecientes a la Unidad Empresarial de Base Combinado Cárdenas ([Ver Anexo 5](#)). En el [Anexo 6](#) se muestra el Diagrama de procesos OTIDA correspondiente a la fabricación de bloques en dichas fábricas.

Sin embargo, para incluir la alternativa sostenible que se propone a la empresa, se hace necesario destinar un área para el almacenamiento del vidrio molido de forma tal que no interfiera negativamente en el flujo del proceso. Para buscar soluciones, se realizó una visita a la fábrica Renato Guitart, y posterior a un recorrido en conjunto con especialistas del proceso y tras un intercambio con estos, se concluye lo siguiente:

La fábrica cuenta para el almacenaje de áridos con una estructura al aire libre, formada por tres dovelas, como se muestra en la figura 3.2., de aproximadamente 50 metros cúbicos cada una, concebidas previamente para el almacenamiento de granito, arena y polvo de piedra respectivamente. No obstante, la Empresa de Materiales de la Construcción no incluye en la composición de los bloques el polvo de piedra, lo cual se puede verificar en la Ficha de Costo actual de la empresa ([Ver Anexo 7](#)). Actualmente en la dovela concebida para el polvo de piedra, se descarga pequeños volúmenes de arena o granito o ambas, según estimen conveniente; sin embargo, ninguna de las tres dovelas se aprovecha a su máxima capacidad dado que el volumen por suministro no supera los 50 metros cúbicos ([Ver Anexo 8](#)).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.2 Dovelas de áridos de la Fábrica Renato Guitart

Se propone hacer un reajuste de forma tal que se respete la concepción inicial y se aproveche los espacios destinados a cada árido, y de esta forma se pueda hacer uso de una de las dovelas para almacenar el vidrio molido, como se muestra en la figura 3.3.

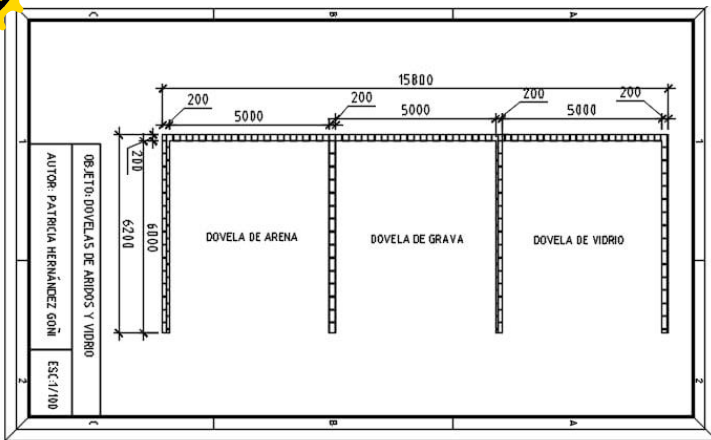


Figura 3.3. Distribución de las dovelas

Fuente: Elaboración Propia

Paso 2: Análisis de las Dosificaciones

A continuación, en la tabla 3.4 se establece un análisis comparativo entre las dosificaciones que emplea actualmente la Empresa de Materiales de la Construcción para fabricar bloques sin vidrio, y las dosificaciones que se propone emplear para la elaboración de bloques sostenibles con vidrio triturado

Tabla 3.4 Dosificación Bloques sin Vidrio-Bloques con vidrio

Materiales	Unidad de Medida	Dosificación para 1000 unidades de bloques	
		Bloques sin vidrio	Bloques con vidrio triturado
Cemento	T	1.810000	1.216350
Arena	m ³	7.000000	3.084600
Granito	m ³	6.620000	1.558200
Vidrio triturado	m ³	0.000000	1.558200
Agua	m ³	0.570000	0.740000

Fuente: Elaboración Propia

Ventajas de fabricar bloques con vidrio:

- Cada 1000 unidades de bloques fabricados se ahorran:
 - 0.59365 t de cemento
 - 3.9154 m³ de arena
 - 5.0618 m³ de granito



- Cada 1000 unidades de bloques fabricados se le da utilidad a 1.558200 m³ de desechos de vidrio

Desventajas de emplear bloques con vidrio:

- Cada 1000 unidades se consumen 0.17 m³ de agua por encima del bloque tradicional.

Paso 3: Suministro de Vidrio

Como parte del objeto social de la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas, se encuentra destinado a la Empresa Recuperadora de Materia Prima de la provincia de Matanzas los desechos ferrosos y no ferrosos resultantes de la fabricación de materiales de la construcción. Para la adquisición del vidrio que se requiere como agregado para la producción de bloques huecos de hormigón, se propone que la Empresa de Materiales de la Construcción extienda su convenio con la Empresa Recuperadora de Materia Prima, la cual cuenta con una tarifa de precios que varía en dependencia de las características del desperdicio en cuanto a forma, color y granulometría. En el caso que se valora, resulta apto cualquier tipo de vidrio en estado triturado o en polvo. El precio correspondiente a una tonelada de desperdicios de vidrio triturado es de 642.03 CUP, y como parte del servicio incluye la [transportación \(Ver Anexo 9\)](#).

Paso 4: Disponibilidad de insumos, maquinarias y fuerza laboral

La adquisición del vidrio triturado a adicionar en la mezcla de hormigón para fabricar los bloques, se propone obtener a través de convenios con la Empresa Recuperadora de Materia Prima de la provincia de Matanzas, por lo que, como se menciona en análisis anteriores, no varía el proceso de fabricación actual de la Empresa de Materiales de la Construcción, ni se requiere de inversión para nuevas maquinarias. Por lo tanto, las condiciones en cuanto a recursos, maquinarias y fuerza laboral de la empresa objeto de estudio, son aptas para producir alternativamente, bloques huecos de hormigón con vidrio como sustituto de un % del árido convencional.

Los insumos que intervienen en el proceso son:

- Equipos de Protección e Higiene personal: garantizan la seguridad y salud de los trabajadores en su labor, incluye: guantes de carnaza para la protección de las manos, tapabocas para evitar la aspiración de partículas, gafas para evitar que las partículas



de polvo se introduzcan en los ojos, botas cerradas para en caso de la ocurrencia de golpeaduras los daños se minimicen, entre otros.

- Electrodo: Varillas de soldadura para el mantenimiento de maquinarias o moldes metálicos
- Aceites lubricantes: Los aceites lubricantes se adicionan a las paredes de los moldes para que la mezcla del bloque no se adhiera a estos.
- Tablero Madera: el tablero de madera o bandeja de madera, se sitúan debajo del molde en el caso de las máquinas estáticas, para su posterior traslado al área de fraguado.
- Energía Eléctrica y Combustible: Para el funcionamiento de los equipos y medios de transporte.

Las maquinarias fundamentales del proceso productivo, son las siguientes:

En la tabla 3.5 se muestra una relación con los equipos y maquinarias que dispone la empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas para sus fabricaciones ([Ver Anexo 10](#)), distribuidos en ambas fábricas:

Tabla 3.5 Maquinarias y Equipos de la Empresa de Materiales de la Construcción

Maquinaria/Equipo	Unidades	Maquinaria/Equipo	Unidades
Almacenamiento		Mezclado	
Silos de Cemento	6	Hormigonera mezcladora	2
Dosificación		Transporte	
Embudo dosificador	6	Banda Transportadora	4
Transporte y Carga		Conformado	
Montacargas	4	Máquinas vibratoras o bloqueras	3
Cargador	2		

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de las máquinas vibratoras, la empresa cuenta para sus fabricaciones con tres bloqueras, dos de ellas son móviles "ponedora" y la que resta es fija "estática". Esta última actualmente se encuentra en desuso por roturas, por lo que, en estos momentos, el proceso de fabricación recae sobre la máquina ponedora perteneciente a cada fábrica. En la tabla 3.6 se muestra la capacidad de producción de ambas máquinas:



Tabla 3.6 Capacidad de producción de las máquinas ponedoras.

No.	Líneas de producción	Horas reales trabajadas	Capacidad por hora	Capacidad disponible mensual
1.	Ponedora (Renato Guitart)	573	1 000	573 000
2.	Ponedora (José Martí)	571	1 100	628 100
	TOTAL	1 144	2 560	1 201 100

Fuente: Elaboración Propia a partir de registros de la Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas.

La figura 3.4 permite apreciar el nivel de aprovechamiento de las máquinas vibratoras en los meses de mayor y menor producción de bloques [\(Ver Anexo 3\)](#), independientemente del tipo de bloque producido.

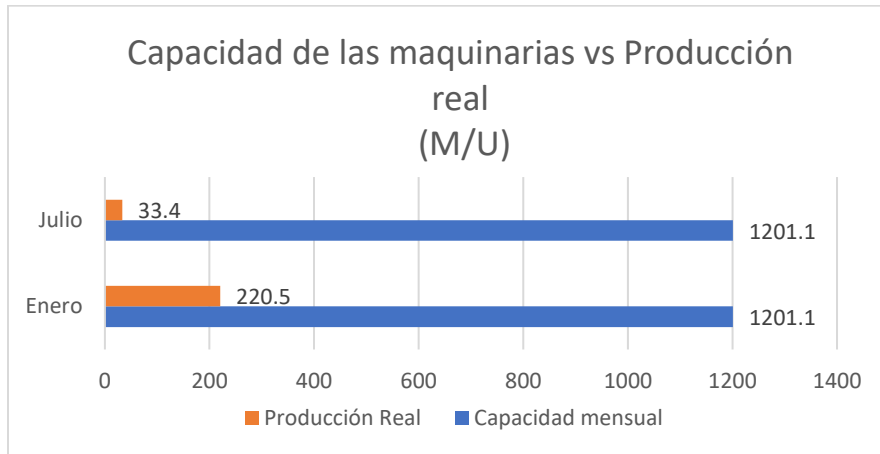


Figura 3.4. Maquinarias de la Empresa de Materiales de la Construcción.

Fuente: Elaboración Propia.

Tras el análisis de la figura anterior, se aborda que el porcentaje de utilización de las bloqueras ha sido inferior a un 20 %. Con la incorporación del vidrio triturado como componente de la mezcla de hormigón, se elevaría el grado de aprovechamiento de las maquinarias, y por consiguiente la producción de bloques en vistas a satisfacer la demanda actual.

Fuerza Laboral en las fábricas de producción:

Para desarrollar el proceso de producción de bloques, la Empresa de Materiales de la Construcción cuenta con 9 trabajadores por fábrica, formados por 5 operarios y 4 ayudantes:

- 1 operador para la máquina bloquera
- 1 operador integral
- 2 operadores de montacargas



- 1 operador de cargador
- 4 ayudantes Integrales

Conclusiones del Análisis Técnico:

- Se comprobó que la inclusión de desechos de vidrio triturado en la fabricación de bloques huecos de hormigón, no hace variar el proceso tradicional de producción.
- Con el estudio técnico se pudo corroborar que la disponibilidad de insumos, maquinarias y fuerza laboral que posee la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas, reúne las condiciones técnicas para poner en práctica la fabricación de bloques sostenibles con desechos de vidrio.
- Se determinó que por cada 1.558200 m³ de vidrio de desecho utilizado en la mezcla de hormigón del bloque, se produce un ahorro del 32,8%; 55,93% y 76,46% de cemento, arena y granito respectivamente, de lo que se deduce que, para satisfacer la demanda el consumo de áridos naturales se reduciría en más de un 50%. Por otra parte, cada mil bloques elaborados con vidrio triturado se consumen un 22% de agua por encima del bloque tradicional.

3.2.3 Resultados del Análisis Económico- Financiero

Una vez establecidos los recursos humanos y materiales que intervienen en el proceso, se hace necesario determinar los costos de producir bloques huecos de hormigón con desechos de vidrio. Para ello se elaboró la Ficha de Costo que se muestra en las tablas 3.6; 3.7 y 3.8 respectivamente. Las disposiciones que se asumieron para su conformación, fueron las siguientes:

- Se empleó la estructura del modelo de Ficha de Costo que utiliza actualmente la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas ([Ver Anexo 7](#)).
- Para establecer las Normas de Consumo, se tomó como referencia las dosificaciones del cemento, arena, granito y vidrio empleadas por la Empresa de Economía Circular y Construcción 2E2C ([Ver Anexo 11](#)), dado que satisfacen las especificaciones que establece la NC 247: 2010 (2010)
- Para definir el costo de los insumos fundamentales, con excepción del vidrio triturado, se adoptó el precio con que los adquiere actualmente la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas ([Ver Anexo 7](#)).



- El precio de adquisición del vidrio que se asume, es el correspondiente al “Vidrio en polvo” establecido en el listado de tarifas de la Empresa Recuperadora de Materia Prima de la provincia de Matanzas ([Ver Anexo 9](#)).
- El precio establecido por la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas para las ventas mayoristas es de 13.85 CUP ([Ver Anexo 7](#)), se propone que, para la comercialización de los bloques elaborados con un porcentaje de vidrio, se mantenga el precio actual.

En el [Anexo 12](#) se puede observar y analizar la Ficha de Costo determinada para la producción de bloques huecos de hormigón con el empleo de un porcentaje de vidrio. La tabla 3.7 resume los resultados obtenidos, a partir de una comparativa donde se muestra los datos económicos de los bloques sin vidrio de la Empresa de Materiales de la Construcción y de los bloques con vidrio obtenidos en el estudio.

Tabla 3.7 Comparativa Bloques sin vidrio-Bloques con vidrio

	Producción de Bloques (sin vidrio triturado)	Producción de Bloques (con vidrio triturado)
Costo unitario total	13.81	13.57
Costo unitario Materia Prima	13.23	12.99
Costo unitario Salarios	0.2	0.2
Precio Mayorista	13.85	13.85

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla anterior, la producción de cada unidad de bloque elaborado con vidrio triturado, resulta 0.24 CUP más económico que la producción de bloques sin empleo de vidrio que actualmente produce la Empresa de Materiales de la Construcción. Además, el margen de utilidad actual de la empresa es de 0.04 CUP y con esta alternativa podría llegar a ser de 0.28 CUP, lo que trae grandes beneficios para la empresa y la sociedad.

Un crecimiento económico de la empresa, permite disponer de un mayor presupuesto para destinar a obras sociales:

- Apadrinamiento de círculos infantiles, hogar de ancianos, escuelas y hospitales.
- Venta de materiales a personas subsidiadas.
- Donación de materiales de construcción a personas damnificadas por catástrofes naturales o de otra índole.



Además, llevar a cabo acciones que impacten positivamente en el entorno laboral:

- Aumento de la repartición de utilidades, lo cual genera motivación por parte de los trabajadores debido a que se ve reflejada en sus ingresos.
- Mejoramiento de las condiciones laborales, reflejado en mayor confort de las instalaciones y en el buen estado de los equipos y maquinarias de trabajo.

Conclusiones del Análisis Económico:

- Se demostró que resulta factible económicamente elaborar bloques huecos de hormigón con empleo de vidrio como sustituto de un porcentaje del árido convencional, dado que se reducen costos y se generan más utilidades sin necesidad de variar el precio de ventas actual.
- Del análisis económico se deriva la conclusión de que un crecimiento en las utilidades de la Empresa de Materiales de la Construcción da lugar al mejoramiento de las condiciones laborales y a una participación más activa en obras sociales.

3.2.4 Resultados del Análisis Medioambiental

El 25 de septiembre del 2015, la Organización de Naciones Unidas hizo un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad, para ello se estableció 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, de los cuales 5 objetivos, se encaminan de manera directa a salvaguardar el medio ambiente. (UN, 2020)

Con el objetivo de determinar en qué medida la inclusión de vidrio reciclado en la fabricación de bloques, contribuye al cumplimiento de los Objetivos medioambientales de Desarrollo Sostenible, se realizó el Método Delphi. Para ello se hizo necesario hacerle saber a los expertos, qué efectos negativos busca mitigar cada objetivo ([Ver Anexo 13 B](#)), documento que se anexó al cuestionario enviado ([Ver Anexo 13 y 13A](#)). A continuación se muestra el desarrollo del Método y los resultados obtenidos:

Para seleccionar los especialistas que conforman el panel de expertos, se tuvo en cuenta para evitar la parcialidad de criterios, que no pertenecieran en su totalidad a una misma área profesional ni a una misma institución laboral; no obstante, todos con vasta experiencia en procesos ambientales y/o de construcción. Los miembros del equipo de expertos seleccionados, se agrupan según se observa en la tabla 3.8.



Tabla 3.8 Panel de Expertos del Método Delphi

Panel de expertos	Especialidad	Vía de comunicación
I. Geovani Díaz Luis	Especialista del CITMA	Personal
II. Ernesto Hernández	Especialista del CITMA	Personal
III. Lianne Expósito	Inversionista de Inmobiliaria ALMEST	Correo Electrónico
IV. Karla Acosta	Proyectista en EMPAI	Correo Electrónico
V. Alberto Roque	Proyectista en EMPAI	Personal
VI. Anselmo Jorin	Especialista de la Empresa de Materiales de la Construcción	Correo Electrónico
VII. Ernesto Granado	Especialista Empresa Recuperadora de Materia Prima	Telefónica
VIII. Evelio E. Hernández	Especialista de la Empresa 2E2C	Personal
IX. Hervis Díaz Horta	Vicepresidente de la Empresa 2E2C	Personal
X. Lenier Díaz Horta	Presidente de la Empresa 2E2C	Correo Electrónico
XI. Juan Felipe Martín	Especialista cooperativa de construcción CABILDO	Correo Electrónico
EQUIPO TÉCNICO		
Patricia Hernández Goñi	Autor de la investigación	

Fuente: Elaboración Propia

Circulación No.1:

La mezcla de hormigón que se emplea para la fabricación de bloques, se compone de materias primas (cemento y áridos) que inician su proceso de obtención con la explotación de canteras. Según su criterio, valore en una escala con importancia ascendente de 0-5, en qué medida la inclusión de un material de desecho como el vidrio en la fabricación de bloques u otros materiales de construcción, contribuye a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

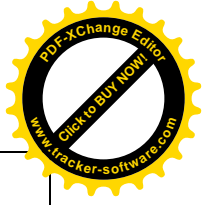
De manera opcional, puede dejar plasmado una justificativa de su valoración, que facilite la mayor comprensión de sus respuestas.

En la tabla 3.9 se muestra la valoración asignada por los especialistas. y el análisis estadístico correspondiente para determinar el grado de consenso. Se decidió que este último se alcanza al cumplirse simultáneamente que: Rango Intercuartílico ($RIC \leq 1$) y Desviación Típica ($S \leq 0.75$).



Tabla 3.9 Resultados de la primera circulación del Método Delphi

	I.	II.	III.	IV.	V	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Garantizar Energía Asequible y no contaminante	1	1	3	1	3	1	1	2	1	2	3
Mediana	1										
Rango Inter cuartílico	2										
Media	1.73										
Desviación Típica	1.37										
Garantizar Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles	4	5	5	4	2	4	3	5	4	4	2
Mediana	4										
Rango Inter cuartílico	2										
Media	3.81										
Desviación Típica	1.58										
Combatir el cambio climático y sus efectos	5	4	2	2	5	5	2	4	5	5	4
Mediana	4										
Rango Inter cuartílico	3										
Media	3.91										
Desviación típica	1.86										
Conservar sosteniblemente los océanos	2	2	1	3	1	2	4	1	2	1	1
Mediana	2										
Rango Inter cuartílico	1										
Media	1.82										
Desviación Típica	1.75										
Preservar el Ecosistema Terrestre	3	3	4	5	4	3	5	3	3	3	5
Mediana	3										



Rango Inter cuartílico	2
Media	3.73
Desviación Típica	1.38

NOTA:
Existe consenso cuando se cumple simultáneamente:

- $RIC \leq 1$
- $S \leq 0.75$

Fuente: Elaboración Propia



Como se aprecia, ningún experto valoró de nula, la contribución del vidrio reciclado en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. No obstante, el consenso que se obtuvo, no es el deseado; existe gran dispersión entre los criterios.

A continuación se plasma las Justificativas aportadas por los especialistas en la primera circulación del cuestionario.

Justificativas del Panel de Expertos (Copia Textual)

- I. La mayor incidencia está en el Clima y en el Consumo Sostenible. Para obtener el cemento que se emplea en la mezcla del homigón, ocurre todo un proceso, el principal y más dañino es la descomposición de la piedra caliza que se obtiene de las canteras, en hornos de altas temperaturas. Este proceso expulsa a la atmósfera alta cuantía de CO₂. Los demás recursos también se obtienen del tratamiento de canteras, que al igual que la caliza son recursos que se forman con el paso lento de los años.
- II. La justificativa que menciono en breve, pertenece a mi mayor y menor valoración:
 - Valoración 5: Garantizar Modalidades de Producción y Consumo Sostenibles.

El reciclaje como alternativa de desarrollo sostenible es fundamental en este aspecto. Los materiales mencionados en la pregunta, son recursos que surgen por procesos erosivos que tardan miles de años. En la actualidad, principalmente con el crecimiento de la industria de la construcción a nivel mundial, la explotación de canteras ocurre a una velocidad superior que el tiempo de regeneración del recurso, y esto influye negativamente sobre el ecosistema dado que además de los daños significativos que produce en los componentes aire, agua y suelo; se corre el riesgo de que estos recursos renovables se agoten.

- Valoración 1: Conservar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.

El aporte de la reutilización del vidrio (en el sector de la construcción) a la disminución de la contaminación de las aguas, radica principalmente en el proceso inicial de recolección de aquellos desechos que se hallen contaminando el mar. Mientras que en los Objetivos de Desarrollo Sostenible restantes, la repercusión positiva va más allá de ese proceso inicial.



NOTA: Si en vez de explotación de canteras se refiriese a explotaciones marítimas de arena, entonces mi criterio variaría.

- III. (No se recibió Justificativa)
- IV. (No se recibió Justificativa).
- V. Para materializar un proyecto hay que estudiar varios factores y entre ellos interviene el medioambiental. La adición de vidrio a una mezcla de hormigón, disminuye el uso de áridos y cemento. El proceso de producción de cemento emite valores elevados de CO₂ a la atmósfera, el cual contribuye al efecto invernadero y por ende al calentamiento global. Todo forma parte de una cadena, el calentamiento global genera la proliferación de enfermedades típicas de climas calurosos, provoca cambios en las precipitaciones que dan lugar a tormentas frecuentes y de intensidad, los incendios forestales se producen con facilidad, entre otros desencadenantes que supone peligros para los seres humanos y las demás formas de vida.
- VI. Soy partícipe, como primera opción del reciclaje, la idea de reutilizar y aprovechar de manera cíclica y al máximo, el componente de vidrio para el propósito que fue conformado. Cuando estos objetos ya no reúnan las condiciones para su posterior uso, pienso que la inclusión de este desecho como alternativa de disminución de recursos naturales para la fabricación de bloques u otros materiales de construcción, se presenta como una idea sostenible, sobre todo porque la obtención de la materia prima componente de los bloques, emiten gases a la atmósfera que contaminan el medio ambiente.
- VII. La recuperación de desechos sólidos de vidrio, conlleva un proceso de selección donde se destina aquellos objetos en buen estado a las respectivas industrias que los puedan reutilizar, por ejemplo frascos de medicamentos, botellas de bebidas, envases de perfume, etcétera. Por otra parte, existe un buen porcentaje de desperdicios que van a parar a los vertederos, con el inconveniente de que el vidrio demora aproximadamente mil años en descomponerse. Por lo tanto, independientemente del Objetivo de Desarrollo Sostenible al que contribuya su utilización en el sector de la construcción (que ya valoré anteriormente) considero que el aporte medioambiental nace primeramente con romper el modelo lineal de utilización y extender la vida útil del desecho, de manera tal que su deposición final no sea en vertederos o que de lo contrario se recuperen de estos.



Las opciones de reutilización en el sector de la construcción, contribuye en gran medida a fomentar la Producción y el Consumo Sostenible. Los recursos se agotan si la demanda es mayor que su regeneración, entonces hay que preguntarse en este caso ¿Qué sucedería, si por ejemplo, se agotase la arena? La respuesta resumida gira en torno a graves consecuencias para el ecosistema: erosión de ríos, lagos y lagunas; indisponibilidad de agua potable, afectación de hábitats, etc.

- IX. Cuando se incluye vidrio a una mezcla, dada a sus propiedades físico- mecánicas, se hacen reducciones en los demás componentes. Si bien es cierto que estas reducciones implican ahorro de energía en cada uno de los procesos de obtención por los que estos transitan, también se debe tener en cuenta que, aunque en menor escala, el vidrio de desecho requiere también de esta energía para la molienda. Mi valoración más baja le pertenece al Objetivo de Desarrollo Sostenible relacionado con la Energía, no considero que la contribución al objetivo sea nula dado que como dije anteriormente el consumo se minimiza. Considero apropiado asignar mayores valores a los otros aspectos.
- X. (No se recibió Justificativa)
- XI. La disminución de la explotación de canteras contribuye a la preservación de la especie. Las transformaciones paisajísticas producto a las etapas de excavación, perforación y explotación que conlleva la extracción de áridos hace que disminuya la vegetación y se afecte la fauna, dado que se minimiza la capacidad de refugio, la nidificación y la alimentación en el área de las canteras. Cuando las características del entorno donde se desarrollan las especies, sufren alteraciones, provoca la migración y el desplazamiento de estas. Además, las actividades extractivas emiten polvo que despurifica el aire y el procesamiento de cemento, provoca emisiones de gases a la atmósfera.

Las justificativas anteriores fueron adjuntadas al documento enviado a los expertos en la segunda circulación del cuestionario.

Circulación No.2 :

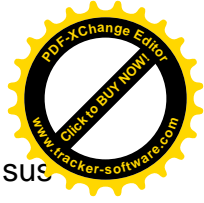
La segunda circulación ([Ver Anexo 14](#)) se realizó con la finalidad de que cada especialista compare sus respuestas con la de los demás participantes, a través de la información estadística y las Justificativas aportadas en la primera circulación. Los resultados obtenidos se aprecian en la tabla 3.10.



Tabla 3.10 Resultados de la segunda circulación del Método Delphi

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Garantizar Energía Asequible y no contaminante	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2
Mediana	2										
Rango Intercuartílico	1										
Media	1.73										
Desviación Típica	0.64										
Garantizar Consumo y Producción Sostenibles	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4
Mediana	4										
Rango Intercuartílico	1										
Media	4.63										
Desviación Típica	0.71										
Combatir el cambio climático y sus efectos	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5
Mediana	4										
Rango Intercuartílico	1										
Media	4.34										
Desviación Típica	0.71										
Conservar sosteniblemente los océanos	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1
Mediana	1										
Rango Intercuartílico	1										
Media	1.27										
Desviación Típica	0.64										
Preservar el Ecosistema Terrestre	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mediana	3										
Rango Intercuartílico	0										
Media	3										
Desviación Típica	0										

Fuente: Elaboración Propia



En la segunda iteración, no se recibió justificativa por parte de ningún experto respecto a sus valoraciones. No obstante, se logró alcanzar el consenso deseado; lo cual se le hizo saber a cada miembro del panel de experto.

En la tabla 3.11 se establece una comparación entre los Rangos Intercuartílicos y las Desviaciones Típicas de los criterios de la Primera y Segunda Circulación:

Tabla 3.11 Análisis del Rango Intercuartílico y la Desviación Típica de la primera y segunda circulación

	Primera Circulación	Segunda Circulación	Primera Circulación	Segunda Circulación
	Rango Intercuartílico	Rango Intercuartílico	Desviación Típica	Desviación Típica
Garantizar Energía Asequible y no contaminante	2	1	1.37	0.64
Garantizar Consumo y Producción Sostenibles	2	1	1.58	0.71
Combatir el cambio climático y sus efectos	3	1	1.86	0.71
Conservar los océanos	1	1	1.75	0.64
Preservar el Ecosistema Terrestre	2	0	1.38	0

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de la tabla anterior permite arribar a las siguientes conclusiones:

- El hecho de que los especialistas, tengan acceso a las Justificativas de los demás miembros de expertos, hace que adquieran otras perspectivas, y aumente el grado de consenso y entendimiento. Además que el análisis estadístico les permite tener una idea de qué tan disperso está el criterio individual del criterio colectivo.
- En la primera circulación se obtuvo una dispersión considerable (determinada por el Rango Intercuartílico y la Desviación Típica). Mientras que en la segunda circulación, como era de esperarse según Pereira de Divassón (2007), esa dispersión se reduce de un 40% a un 100%.
- Al concluir la segunda iteración, se determinó el orden de importancia en el que el uso de vidrio supone alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, según las valoraciones mayoritarias del Panel de Expertos:



1. Garantizar Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles
2. Combatir el cambio climático y sus efectos
3. Preservar el Ecosistema Terrestre
4. Garantizar Energía Asequible y no contaminante
5. Conservar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos

Conclusiones del Análisis Medioambiental:

- La aplicación del método Delphi demostró la efectividad de esta técnica en lograr un nivel de consenso elevado entre los expertos.
- Se comprobó que aumentar la vida útil de los desechos de vidrio, tras emplearlo como sustituto de un porcentaje del árido convencional en la fabricación de bloques, contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- A través del consenso de expertos se pudo afirmar que la utilización de desechos de vidrio triturado en la mezcla de hormigón, favorece principalmente a la disminución de la explotación de recursos naturales de lenta generación, a la mitigación de la contaminación atmosférica y a la preservación de la diversidad biológica.
- Se pudo evidenciar que al recuperar y reutilizar vidrio de desecho se logra la disminución de volúmenes de desperdicios sólidos acopiados en vertederos a la par que adquiere un valor agregado.

Conclusiones del capítulo

- La aplicación de la metodología diseñada hizo posible comprobar que a la Empresa de Materiales de la Construcción le resulta factible técnico y económicamente elaborar bloques huecos de hormigón, y que esta acción repercute medioambientalmente de manera amigable al contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.



Conclusiones Generales

- Los fundamentos teóricos concebidos como resultado de una amplia revisión bibliográfica, generaron dos aportes fundamentales y de gran utilidad a la investigación: valer de premisa en cuanto a la necesidad del reciclaje y del modelo de economía circular como estrategias de desarrollo sostenible; y, servir de guía recurrente y sistemática para comprender los conceptos técnicos relacionados con el proyecto.
- La secuencia metodológica diseñada permitió determinar la factibilidad técnico, económico y medioambiental de incluir desechos de vidrio triturado en la fabricación de bloques huecos de hormigón, mediante métodos teóricos y empíricos.
- La aplicación del procedimiento trazado, permitió comprobar que la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas cuenta con las condiciones técnicas para producir bloques sostenibles con empleo de vidrio como sustituto de un porcentaje del árido convencional, le resulta económicamente factible al generar mayores utilidades y contribuye grandemente a aliviar el impacto ambiental que produce la explotación de recursos naturales.
- El estudio realizado posibilitó afirmar que producir de manera alternativa bloques sostenibles contribuye a satisfacer la demanda que presenta la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas, con menor consumo de cemento y áridos naturales.



Recomendaciones

Se le recomienda a la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas las siguientes disposiciones:

- Realizar estudios de factibilidad de emplear vidrio y otros desechos sólidos como fibra de polipropileno, virutas de madera, escoria de fundición, bagazo, papel; en las mezclas de hormigón para fabricar estructuras prefabricadas sostenibles.
- Estudiar la factibilidad de procesar los desperdicios de vidrio en los molinos propios de la empresa, en busca de posibles alternativas que disminuyan el costo de adquisición del vidrio.
- Trazar estrategias y fomentar medidas en la empresa que garanticen ahorrar líquido y equilibrar el consumo extra que conlleva la fabricación de bloques sostenibles.
- Capacitar a los trabajadores acerca de la inclusión de los desechos de vidrio y la necesidad de emplear correctamente los equipos de protección que garantizan la seguridad y salud de los trabajadores.



Bibliografía

- Alomoto Guanoulouisa, N. W. (2014). *Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la Empresa Industrial Metálica COTOPAXI*. [Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial Universidad Técnica de Cotopaxi].
- Arroyo Morocho, F. R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA*.
- Barrios Trejo, B. A., Castro Cruz, Y. S., & Daza Novoa, H. L. (2018). *Elaboración de bloques de mampostería mediante el uso de mortero, adicionado con ceniza del cuesco y de fibra de palma africana en el departamento del meta*. UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA].
- Betancourt Rodríguez, S. (2017). *Materiales para la Construcción*.
- Cano Cano, J. D., & Cruz Pulgarin, C. M. (2017). *Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón*
- Cardona Valencia, M., & Leon Tabares, P. (2019). Estudio de Factibilidad Comercial y de Mercados. In.
- Carrasco Montesdeoca, R. B. (2018). *Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de riobamba, análisis de costo e impacto ambiental*. Pontifica Universidad Católica del Ecuador].
- CEPAL. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe. Oportunidad para una recuperación transformadora*.
- CEPAL. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- Cruz Abud, Y. P. (2018). Historia de la arquitectura hasta el siglo XII. Prehistoria, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Duvergel Cobas, Y., & Argota Vega, L. E. (2017). Estudio de factibilidad económica del producto Sistema Automatizado Cubano para el control de equipos médicos. *3C Tecnología*.
- Echeverría Ruiz, C. d. R. (2017). Metodología para determinar la factibilidad de un proyecto. *Publicando*.
- Fernández Arzuaga, E. (2018). *Estudio de factibilidad para el análisis de la sostenibilidad agroindustrial de la Empresa Azucarera de Holguín*. Universidad de Holguín].
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del Trabajo*. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.academia.edu/6472658/ESTUDIO_DEL_TRABAJO_ROBERTO_GARCIA_CRIOLLO&ved=2ahUKEwi2f-ZscL7AhVjSDABHUraDjkQFnoECCIQAQ&usq=AOvVaw3HDU_NJ5IV9g19GZsxQvoM



- García Ruiz, M. A. (2020). *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto en comparación del concreto convencional*, Tarapoto - 2020 Universidad Científica de Perú].
- Garmendia Salvador, A., Salvador Alcaide, A., Garmendia Salvador, L., & Crespo Sánchez, C. (2007). *Evaluación de impacto ambiental*.
- González Fernández, L. (2018). *Estudio de factibilidad del proyecto de iniciativa municipal de desarrollo local: Ampliación del servicio de reparación de colchones e introducción de línea de producción*. Universidad de Holguín].
- González, M., Jiménez Herrero, L. M., Serón Galindo, D., Valor Martínez, C., & Losada Besteiro, J. (2020). La economía circular: Una opción inteligente. *Economistas Sin Fronteras*.
- Jové, F. (2018). *Los materiales y sus propiedades*.
- Lara Vasquez, M. A., & Noriega de Aguas, J. A. (2018). *Análisis técnico-económico de la fabricación de bloques de mortero estructural adicionados con vidrio molido como alternativa sostenible para la construcción*. Universidad de Cartagena].
- León Reyes, D. J. C., & Rázuri Cueva, D. A. (2020). *Resistencia a la compresión de un concreto agregando vidrio reciclado finamente molido*. Universidad César Vallejo]. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47498>
- López Parra, E., González Navarro, N., Osobampo, N., Cano, A., & Gálvez Chang, R. (2009). Estudio Técnico. Elemento indispensable en la evaluación de proyectos de inversión. In.
- Marx, K. (1965). *El Capital. Tomo I*.
- Matos Uribe, F. F., Contreras Contreras, F., & Olaya Guerrero, J. C. (2020). *Estadística descriptiva y probabilidad para las ciencias de la información con el uso del SPSS*.
- Medina López, J. (2019). *Implementación de materiales reciclados en la construcción de viviendas subsidiadas por el Estado en el municipio de Cabaiguán*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas].
- Mora Quintana, J. (2018). *El vidrio reciclado y su conversión en material de la construcción. Estudios prospectivos en la provincia de Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas].
- Morales Ortega, L. (2017). *El vidrio en la edificación: propiedades, aplicaciones y estudios de fracturas en casos reales*. [Tesis en opción al título de Ingeniero Civil, Universidad Politécnica de Cataluña]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2117/11614>
- Moreno, L. C. A., & Porras, J. A. P. (2018). *Desempeño de un concreto hidráulico adicionado con vidrio molido reciclado y eafs*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].
- Hormigón Hidráulico-Especificaciones, (2014).
- Bloques huecos de hormigón — especificaciones, (2010).
- Áridos- Términos y Definiciones., (2013).
- Nistal Cordero, A. F., Retana Maqueda, M. J., & Ruiz Abrio, T. (2012). El hormigón: Historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia. *Tecnología y Desarrollo*.



- Ocho Tapia, L. M., & Sotomayor Nunura, G. d. S. (2018). *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos*.
- PADIT. (2019). *Análisis de la Factibilidad Ambiental de Proyectos de Desarrollo Local*.
- Palacio Rodríguez, J. A. (2017). *Confeción de la ficha de costo para la producción de "Plantas de Sombra" en el Jardín Botánico de la UCLV*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas].
- Paredes Bendezú, A. (2019). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto].
- Pelegrín Rodríguez, P. M., & Breffe Suárez, J. (2021). El reciclaje de los residuos sólidos urbanos como elemento fundamental para lograr un desarrollo sostenible.
- Pereira de Divassón, E. P. (2007). *Propuesta de una función de transformación para evaluar impactos ambientales relacionados con el factor erosión de suelos producidos por fenómenos hidráulicos*.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: Measuring innovation in the product chain.
- Potting, J., Henemaaijer, A., Delahaye, R., Ganzevles, J., & Hoekstra, R. (2018). Circular Economy: what we want to know and can measure. System and baseline assessment for monitoring the progress of the circular economy in the Netherlands. In.
- Pytel, P. (2014). *Viabilidad y estimación de proyectos de explotación de información*. [Doctorado, Universidad Nacional de La Plata].
- Quesada Costa, A. L. (2013). *Utilización de desechos de vidrio reciclado como árido en bloques huecos de hormigón*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa].
- Quezada, G., Castro-Arellano, M. d. P., Oliva, J., Gallo, C., & Quezada-Castro, M. d. P. (2020). Método Delphi como estrategia didáctica en la formación de semilleros de investigación. *Revista Innova Educaciòn*.
- Quiroa, M. (2020). *Estudio de factibilidad*. Recuperado de <https://www.economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html>
- RAE. (2021). *Real Academia Española* <https://dle.rae.es>
- Reguant Álvarez, M., & Torrado Fonseca, M. (2016). El método Delphi. *REIRE*.
- Rendón Matienzo, F. B. (2022). *Una economía circular que además de reciclar encadene procesos productivos*. Recuperado de <https://www.cubahora.cu/economia/una-economia-circular-que-ademas-de-reciclar-encadene-procesos-productivos&ved=2ahUKewjm9MDGnbv7AhUHSTABHVU4DeUQFnoECBEQAQ&usq=A0vVaw2ProBU8b4tI92tGIkDx9vZ>
- Rios, A., & González, N. (2019). *La falta de hierro y madera empuja a una cooperativa cubana a convertir el plástico en "ecomadera"*. Recuperado de <https://www.returs.com/article/cuba-ambiente-plastico-idESKBN1YM213>
- Rus Arias, E. (2020). *Factibilidad Técnica*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/factibilidad-tecnica.html>



Suárez, D. (2018). *Recuperar valores, meta permanente del reciclaje en Cuba*. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/noticias/2018/07/24/recuperar-valores-meta-permanente-del-reciclaje-en-cuba/>

Tamayo Ochoa, D. (2020). *El vidrio triturado como alternativa en la producción de materiales de construcción*. Universidad de Holguín].

UN. (2020). *Take Action for the Sustainable Development Goals-the United Nations*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

UN. (2022). *The 17 Goals- Sustainable Development Goals (SDGs)*. Recuperado de <https://sdgs.un.org/goals>

Walhoff Tello, G. M. (2017). *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional*.



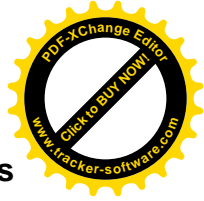
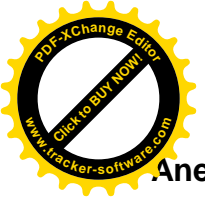
Anexos

Anexo 1 Materiales prefabricados elaborados con vidrio triturado en la Empresa 2E2C, S.R.L.



Figura 1. Muestras de bloques y adocretos elaborados con vidrio triturado en la Empresa 2E2C, S.R.L.

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 2 Resistencia a la compresión de los bloques huecos de hormigón fabricados con vidrio

R-05.11	CERTIFICADO DE CONFORMIDAD COMPONENTES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN		CUBACONS MICONS			N° 2		
						FECHA		
						D	M	A
			16	5	12			
Empresa de Construcción y Montaje de Matanzas								
Dirección: Calzada San Luis Nro. 13 entre San Francisco y San Juan Bautista, Pueblo Nuevo, Municipio y Provincia Matanzas								
UB Producción Industrial		Planta: <i>Matanzas</i>						
Componente prefabricado	Cantidad	Resistencia especificada (Mpa)	Resistencia media obtenida (Mpa)			Fecha de fabricación	N° de muestra	
			7 días	14 días	28 días			
<i>Bloque V20x50</i>	<i>10</i>	<i>70</i>	<i>59</i>	<i>—</i>	<i>102</i>	<i>15-4-22</i>	<i>2</i>	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	/	/	
DECLARAMOS QUE EL HORMIGÓN SUMINISTRADO ES CONFORME CON LA NC/374:2004) <i>ZX17010</i>								
Nombre y Apellidos				Cargo		Firma		
<i>Ingr. José Ramón Díaz Gordo</i>				<i>J. Técnico Prefab</i>		<i>[Firma]</i>		

Figura 2. Resistencia a la compresión de los bloques huecos de hormigón fabricados con vidrio
 Fuente: Empresa 2E2C

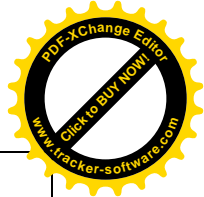
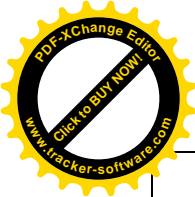


Anexo 3 Plan y Producción de Bloques huecos de hormigón en los meses de Enero a Septiembre de 2022

Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas				
	U/M	Plan Mensual	Mes. Enero	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	220.5
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	30.5
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	85.5
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	104.5
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0

Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas				
	U/M	Plan Mensual	Mes. Febrero	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	165.3
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	30.0
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	56.4
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	78.9
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0

Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas				
	U/M	Plan Mensual	Mes. Marzo	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	119.3
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	19.4
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	79.7
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	20.2
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0



Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas

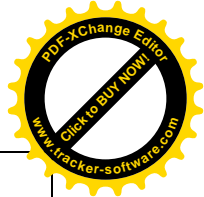
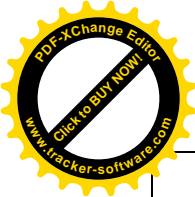
	U/M	Plan Mensual	Mes. Abril	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	73.9
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	13.8
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	46.3
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	13.7
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0

Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas

	U/M	Plan Mensual	Mes. Mayo	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	84.91
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	16.6
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	56.7
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	11.6
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0

Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas

	U/M	Plan Mensual	Mes. Junio	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	91.7
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	30.3
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	45.8
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	15.6
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0



Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas

	U/M	Plan Mensual	Mes. Julio	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	33.4
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	0.0
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	23.2
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	10.2
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0

Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas

	U/M	Plan Mensual	Mes. Agosto	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	69.6
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	0.0
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	46.5
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	23.1
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0

Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas

	U/M	Plan Mensual	Mes. Septiembre	
			Plan	Real
BLOQUES	Mu	220.0	220.0	64.8
Bloque 10x20x40	Mu	0.0	0.0	0.0
Bloque 15x20x40	Mu	30.0	30.0	0.0
Bloque 10x20x50	Mu	108.0	108.0	44.7
Bloque 15x20x50	Mu	77.0	77.0	20.1
Bloque 20x20x50	Mu	5.0	5.0	0.0
Bloque canal	Mu	0.0	0.0	0.0

Figura 3 Plan y Producción Real de Bloques huecos de hormigón en los meses de enero a septiembre de 2022

Fuente: Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas



Anexo 4 Demanda de Bloques huecos de hormigón en la Empresa de Materiales de la Construcción.

Organismos	Hormigón				
	Plan Bloques	Bloques Hgon	10 cm	15 cm	20 cm
	mu	mu	mu	mu	mu
Producción TOTAL	2640	2640	1296.0	1284.0	60.0
Inventario Año anterior (Estimado 2022)	0	0			
Producción IMC (Plan de producción 2023)	2640	2640	1296.0	1284.0	60.0
1. Insumos	0	0	0.0	0.0	0.0
Insumos IMC	0	0			
2. Programa Viviendas	63958.7	63958.7	1.4	63957.3	0.0
MINEM	3.6	3.6		3.6	
FGR	21.0	21.0	1.0	20.0	
IPF	0.0	0.0			
TSP	2.0	2.0	0.4	1.6	
MINTUR	63932.1	63932.1	3,672,56	63932.1	
3. CUBACONS	187.8	187.8	46.5	141.3	0.0
<i>Inversiones</i>	2.9	2.9	1.1	1.8	
<i>Mantenimiento</i>	183.3	183.3	45.4	137.9	
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
<i>Vivienda</i>	1.6	1.6		1.6	
<i>Prefabricado</i>	0.0	0.0			
<i>Asfalto</i>	0.0	0.0			
4. GEDIC	25.3	25.3	2.0	24.8	0.0
<i>Inversiones</i>	0.0	0.0			
<i>Mantenimiento</i>	25.3	25.3	1.0	24.3	
<i>Vivienda</i>			1.0	0.5	
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
4.1Otros (abrir)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Inversiones</i>	0.0	0.0			
<i>Mantenimiento</i>	0.0	0.0			
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
5. GEICON	1040.6	1040.6	765.8	274.8	0.0
Comercializadora González Lines	1040.6	1040.6	765.8	274.8	0.0
<i>Inversiones</i>	0.0	0.0			
<i>Mantenimiento</i>	1040.6	1040.6	765.8	274.8	
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
6- Defensa	1893.3	1893.3	532.0	1061.5	299.8
6.1 MINFAR	1882.5	1882.5	526.4	1056.3	299.8
6.1.2 MINFAR UCM	81.2	81.2	50.2	26.3	4.7
<i>Inversiones</i>	35.5	35.5	16.9	16.3	2.3
<i>Mantenimiento</i>	0.0	0.0			
<i>Vivienda</i>	45.7	45.7	33.3	10.0	2.4
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
6.1.3 MINFAR ALMEST	1660.0	1660.0	419.0	964.0	277.0
<i>Inversiones</i>	1655.8	1655.8	417.0	961.8	277.0
<i>Mantenimiento</i>	2.0	2.0		2.0	
<i>Vivienda</i>	2.2	2.2	2.0	0.2	
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
6.1.4 MINFAR UAM	87.2	87.2	43.4	34.0	9.8
<i>Inversiones</i>	49.6	49.6	35.3	9.5	4.8
<i>Mantenimiento</i>	35.5	35.5	8.0	24.5	3.0
<i>Vivienda</i>	2.1	2.1	0.1		2.0
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
6.1.5 MINFAR UIM	43.6	43.6	4.8	30.5	8.3
<i>Inversiones</i>	39.6	39.6	0.8	30.5	8.3
<i>Mantenimiento</i>	4.0	4.0	4.0		
<i>Vivienda</i>	0.0	0.0			
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
6.1.7 MINFAR GEOCUBA	1.5	1.5	0.0	1.5	0.0
<i>Inversiones</i>	0.0	0.0			
<i>Mantenimiento</i>	1.5	1.5		1.5	
<i>Vivienda</i>	0.0	0.0			
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
6.1.8 MINFAR UACC	9.0	9.0	9.0	0.0	0.0
<i>Inversiones</i>	0.0	0.0			
<i>Mantenimiento</i>	9.0	9.0	9.0		
<i>Vivienda</i>	0.0	0.0			
<i>Producción</i>	0.0	0.0			
6.1.9 Tarea de Refuerzo	0.0	0.0			
6.1.10 Lucha Armada	0.0	0.0			
6.1.11 Otros (abrir)	3.4	3.4	0.0	3.4	0.0



MINFAR Almacen Universal	3.4	3.4	0.0	3.4	0.0
Inversiones	2.4	2.4		2.4	
Mantenimiento	1.0	1.0		1.0	

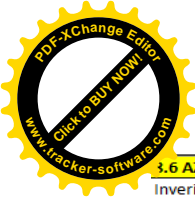
6.3 INRE	10.8	10.8	5.6	5.2	0.0
6.3.1	10.8	10.8	5.6	5.2	0.0
Inversiones	5.2	5.2		5.2	
Mantenimiento	5.6	5.6	5.6		
Vivienda	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
6.3.2 Otros (abrir)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
7. CAP	107.1	107.1	5.3	147.9	3.8
20% del Plan de Produccion de Materiales c	2.1	2.1	0.1	3.0	0.1
DIFERENCIA(Total Demanda - PLCAP)	104.9	104.9	5.2	145.0	3.8
7.1 Viviendas CAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Vivienda	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
7.2 Viales CAP	1.1	1.1	0.0	0.8	0.2
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	1.1	1.1		0.8	0.2
Producción	0.0	0.0			
7.3 Poder popular	106.0	106.0	5.3	97.1	3.6

Inversiones	27.4	27.4	1.3	23.1	3.0
Mantenimiento	78.6	78.6	4.0	74.0	0.6
Producción	0.0	0.0			
7.5 CAP de la Provincia (abrir)	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0
Poder Popular					
EMPAI				50.0	
7.5.1 CAP EDUCACIÓN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8. Otros Organismos	3795.5	3795.5	1468.7	1914.8	412.0
8.1 INRH (INST. DE REC HIDRÁULICOS)	405.3	405.3	0.0	405.3	0.0
INRH PROVINCIAL	405.3	405.3	0.0	405.3	0.0
Inversiones	401.0	401.0		401.0	
Mantenimiento	4.3	4.3		4.3	
Producción	0.0	0.0			

8.3 MINDUS (MIN. INDUSTRIAS)	18.0	18.0	8.0	10.0	0.0
8.3.1 GESIME (OSDE Industria Sidero-Mec)	18.0	18.0	8.0	10.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mantenimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vivienda	18.0	18.0	8.0	10.0	0.0
Producción					

8.5 MINAL (MIN. ALIMENTARIA)	12.3	12.3	11.0	1.3	0.0
8.5.1 GEIA (GRUPO EMP. IND. ALIMENTA)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Vivienda	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.5.2 IIIA (Int de Invest para la Ind Alimen)	12.3	12.3	11.0	1.3	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	12.3	12.3	11.0	1.3	
Producción	0.0	0.0			

8.9 MINCOM (MIN. COMUNICACIONES)	42.5	42.5	9.6	13.7	19.2
8.9.1 CORREOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.9.2 GEIC	28.5	28.5	9.1	0.2	19.2
8.9.2.1 COPEXTEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



3.6 AZCUBA (GRUPO DEL AZUCAR)	102.6	102.6	40.1	62.5	0.0
Inversiones	63.5	63.5	20.0	43.5	
Mantenimiento	39.1	39.1	20.1	19.0	
Producción	0.0	0.0			
Bioeléctricas	12.0	12.0	5.0	7.0	0.0
Inversiones	12.0	12.0	5.0	7.0	
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
AZUMAT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.7 MITRANS (MIN. TRANSPORTE)	641.0	641.0	480.0	121.0	40.0
8.7.1 CACSA (Corporacion de la Aviación C	557.0	557.0	480.0	37.0	40.0
Inversiones	519.0	519.0	475.0	4.0	40.0
Mantenimiento	5.0	5.0	2.0	3.0	
Vivienda	33.0	33.0	3.0	30.0	
Producción	0.0	0.0			
8.7.16 CNV (Centro Nacional de Vialidad)	84.0	84.0	0.0	84.0	0.0
8.7.16 CPV (Centro Provincial de Vialidad)					
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	84.0	84.0		84.0	
Producción	0.0	0.0			
8.7.17 GEMAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Vivienda	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.7.18 MITRANS Otros (abrir)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Transtur Varadero (Cuba Sol)					
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.8 MINEM (MIN. ENERGIA Y MINAS)	128.9	128.9	70.7	34.0	24.3
OFIC. CENTRAL	35.8	35.8	14.3	21.6	0.0
Inversiones	3.0	3.0	3.0		
Mantenimiento	32.0	32.0	11.1	21.0	
Vivienda	0.8	0.8	0.2	0.6	
Producción	0.0	0.0			
8.8.3 UNE	60.4	60.4	54.8	5.1	0.5
8.8.3.1 UNE	60.4	60.4	54.8	5.1	0.5
Inversiones	50.2	50.2	47.7	2.0	0.5
Mantenimiento	10.2	10.2	7.1	3.1	
Producción	0.0	0.0			
8.8.3.2 Parques Fotovoltaicos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.8.3.3 Parques Eólicos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.8.3.4 Grupos Electógenos	7.5	7.5	0.0	7.5	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	7.5	7.5		7.5	
Producción	0.0	0.0			
8.8.4 CUBAPETROLEO (CUPET)	32.7	32.7	1.6	7.3	23.8
Inversiones	14.5	14.5	1.0	1.5	12.0
Mantenimiento	0.6	0.6	0.6		
Producción	17.6	17.6		5.8	11.8
8.8.5 MINEM Otros (abrir)	0.0	0.0			
8.10.8 Programa Desarrollo Turistico	407.0	407.0	120.9	264.0	22.1
UCM	0.0	0.0			
MINTUR	41.5	41.5	7.4	33.3	0.8
GECONS	230.4	230.4	75.0	155.4	
GAE	45.2	45.2	5.2	40.0	
ALMEST	89.0	89.0	33.0	35.0	21.0
INRH	0.0	0.0			
UNE	0.9	0.9	0.3	0.3	0.3
OTROS	0.0	0.0			
8.10.9 MINTUR Otros (abrir)	153.5	153.5	150.3	3.2	0.0
SERVITUR	153.5	153.5	150.3	3.2	0.0
Inversiones	149.2	149.2	149.2		
Mantenimiento	4.3	4.3	1.1	3.2	
Producción	0.0	0.0			
8.11 GAE	1677.1	1677.1	434.5	965.6	277.0



5.9.2 ETECSA	14.0	14.0	0.5	13.5	0.0
Inversiones	12.5	12.5		12.5	
Mantenimiento	1.5	1.5	0.5	1.0	
Producción	0.0	0.0			
5.9.3 MINCOM Otros (abrir)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.10 MINTUR (MIN. TURISMO)	595.7	595.7	298.4	275.2	22.1
8.10.1 Cubanacán S.A	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	3.0	3.0	3.0		
Producción	0.0	0.0			
8.10.2 Gran Caribe S.A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.10.3 Gaviota S.A.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.10.4 Islazul	32.3	32.3	24.2	8.1	0.0
Inversiones	21.1	21.1	21.1		
Mantenimiento	11.2	11.2	3.1	8.1	
Producción	0.0	0.0			
8.11.6 ALMEST	1657.6	1657.6	415.0	965.6	277.0
Inversiones	1655.6	1655.6	415.0	963.6	277.0
Mantenimiento	2.0	2.0		2.0	
Producción	0.0	0.0			
8.14 CITMA (MIN. CIENCIA TEC Y MEDIO	2.1	2.1	0.9	1.2	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	2.1	2.1	0.9	1.2	
Producción	0.0	0.0			
8.16.2 MINED Presupuestado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.18.1 MINED Otros (abrir)	0.0	0.0			
Inversiones	28.0	28.0	28.0		
Mantenimiento	56.0	56.0	28.0	28.0	
Producción	0.0	0.0			
8.17 MES (MIN. EDUCACIÓN SUPERIOR)	31.0	31.0	1.0	4.0	26.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	31.0	31.0	1.0	4.0	26.0
Producción	0.0	0.0			
8.30 MFP (MIN. FINANZA Y PRECIO)	109.0	109.0	109.0	0.0	0.0
8.30.1 ONAT	109.0	109.0	109.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	109.0	109.0	109.0		
Vivienda	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.34 MINJUS (MIN. JUSTICIA)	30.0	30.0	5.4	21.1	3.5
8.34.1 Tribunal Supremo Popular	6.5	6.5	3.4	3.1	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	6.5	6.5	3.4	3.1	
Producción	0.0	0.0			
8.34.2 Fiscalía General de la República	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.34.3 Bufetes Colectivos	23.5	23.5	2.0	18.0	3.5
Dirección Prov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
Unidad ADM. Interna	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	0.0	0.0			
Producción	0.0	0.0			
8.34.4 Tribunal Provincial	23.5	23.5	2.0	18.0	3.5
Inversiones	0.0	0.0			
Mantenimiento	23.5	23.5	2.0	18.0	3.5
Producción	0.0	0.0			
10. TOTAL DEMANDA	7049.6	7049.6	2820.3	3565.1	715.7
11. DISPONIBILIDAD	-4461.1	-4461.1	-1524.3	-2281.1	-655.7

Figura 4. Demanda por clientes de la Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas.

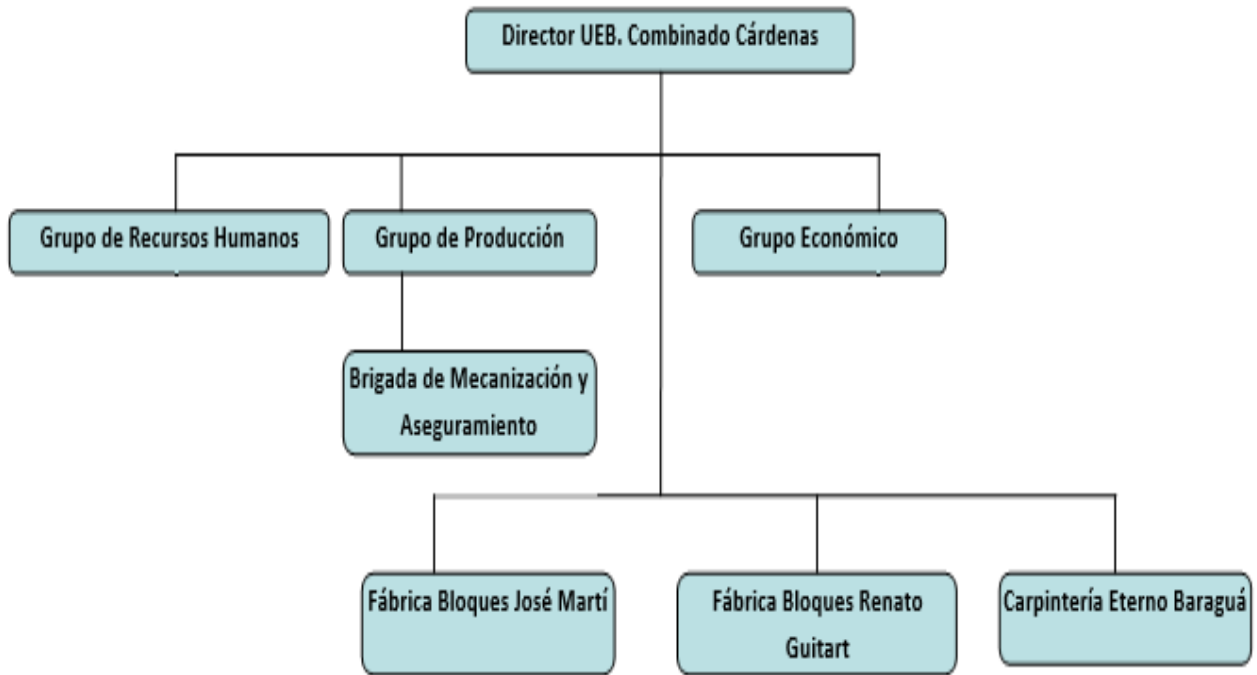
Fuente: Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas



Anexo 5 Estructura Organizativa Unidad Empresarial de Base Combinado Cárdenas



ESTRUCTURA ORGANIZATIVA UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE COMBINADO CÁRDENAS



Aprobado por: Msc. Wilbert Reyes Navia

Figura 5. Estructura Organizativa de la Unidad Empresarial de Base al que pertenece ambas fábricas de bloques de la Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas.

Fuente: Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas.



Anexo 6 Diagrama OTIDA

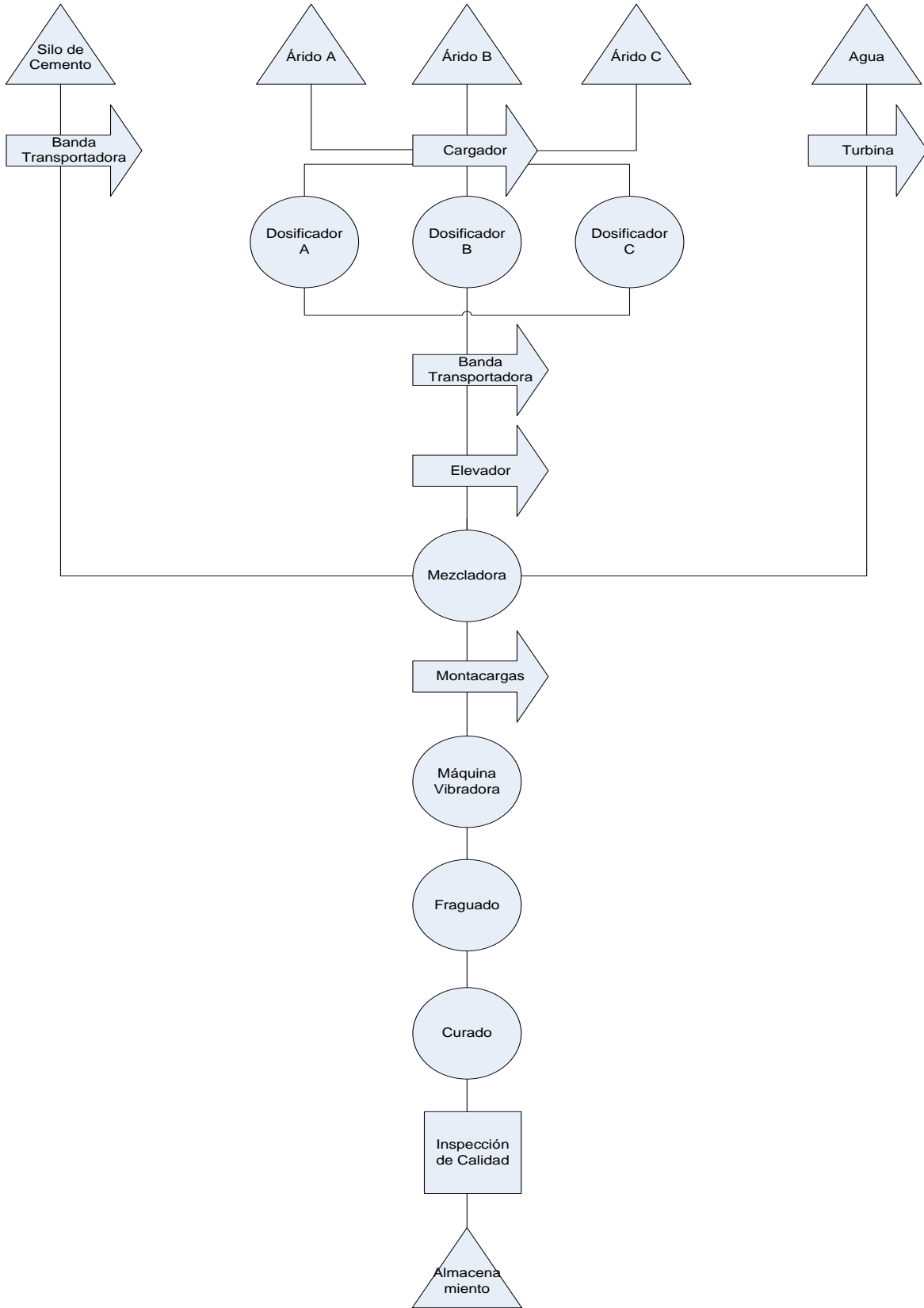


Figura 6. Diagrama OTIDA del proceso de fabricación de bloques huecos de hormigón.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo 7 Ficha de Costo Bloques huecos de hormigón de la Empresa de Materiales de la Construcción de Matanzas.

MODELO PARA DETERMINAR PRECIOS Y TARIFAS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS.				MODELO FCM-1	
ORGANISMO: MICONS		GRUPO: GEICON			
EMPRESA: MATERIALES MATANZAS					
PRODUCTO: Bloque Hueco de Hormigón Tipo II 150x200x500 mm					
CODIGO EMPRESA: 01296 101- Hormigon		COD. PROD. 447207000U		U/M: MU (1,000.000)	
NIVEL DE PROD.: 0.00		AÑO ANT. PLAN REAL		Capacidad Instalada: 0.00 VOL./ PROD.: 0	
				% CAPACIDAD UTILIZADA: 0.0 %	

CONCEPTOS DE GASTOS	FILA	TOTAL
<u>Materias Primas y Materiales.</u>	<u>1</u>	<u>13.231.13</u>
- Insumos Fundamentales.	<u>1.1</u>	<u>12.987.59</u>
- Combustible y Lubricantes	<u>1.2</u>	<u>236.96</u>
- Energía Eléctrica	<u>1.3</u>	<u>0.40</u>
- Agua	<u>1.4</u>	<u>6.18</u>
<u>Salarios Directos.</u>	<u>2</u>	<u>199.10</u>
<u>Otros Gastos Directos</u>	<u>3</u>	<u>1.11</u>
<u>Gastos Asociados a la Producción</u>	<u>4</u>	<u>163.26</u>
- De ello: Salarios.	<u>4.1</u>	<u>115.48</u>
<u>Costo Total (1+2+3+4)</u>	<u>5</u>	<u>13.594.60</u>
<u>Gastos Generales y de Administración</u>	<u>6</u>	<u>121.45</u>
- De ello: Salarios.	<u>6.1</u>	<u>75.66</u>
<u>Gastos de Distribución y Venta</u>	<u>7</u>	<u>13.94</u>
- De ello: Salarios.	<u>7.1</u>	<u>13.94</u>
<u>Gastos Financieros.</u>	<u>8</u>	<u>0.03</u>
<u>Gastos por financiamiento entregado a la OSDE</u>	<u>9</u>	<u>10.57</u>
<u>Gastos Tributarios. (17.5 %)</u>	<u>10</u>	<u>70.73</u>
<u>TOTAL DE GASTOS. (De Fila 6 a Fila 10)</u>	<u>11</u>	<u>216.72</u>
<u>TOTAL DE COSTOS Y GASTOS. (Fila 5 + Fila 11)</u>	<u>12</u>	<u>13.811.32</u>
<u>Normativa de Utilidad a aplicar.</u>	<u>13</u>	<u>10 %</u>
<u>Masa de Utilidad. (5 - 1) x (14 / 100)</u>	<u>14</u>	<u>36.35</u>
<u>PRECIO O TARIFA MAYORISTA (5 + 11 + 14)</u>	<u>15</u>	<u>13.847.67</u>

	Total
Costo Unitario:	13.59
Costo Unitario + Total Gastos	13.81
Precio Mayorista	13.85

Confeccionado por:
Andie Trimiño Alvarez
Especialista
Firma:
Fecha: 19/04/2022

Aprobado por:
Lic. Eduardo Sierra Navarro
Dtr. Contab. y Fzas
Firma:

Figura 7 A. Modelo para determinar precios y Tarifas de productos y servicios
 Fuente: Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas.

**DESAGREGACION DE LOS INSUMOS FUNDAMENTALES**

MODELO FPM-2

ORGANISMO: MICONS PRODUCTO: Bloque Hueco de Hormigón Tipo II 150x200x500 mm
 UNION: GEICON COD. PROD. 447207000U U/M: MU (1,000)
 EMPRESA: MATERIALES MATANZAS CODIGO EMPRESA: 01296 - 101

DESCRIPCION	U/M	CODIGO	NORMA D CONSUMO	PRECIO	COSTO TOTAL
1	2	3	4	5	6 (4X5)
1 Hormigon					
Gomas, cám y bat.	U	6190000000	0.041000	8627.250000	353.717250
Eqpo Protec e Higiene	PESOS	5250000000	1.485000	24.000000	35.640000
Electrodos	KG	3161098029	0.280000	197.130000	55.196400
Cemento P-350 gris	T	440.1.02.0005	1.810000	1699.460000	3,076.022600
Arena Artificial Matanzas	M3	4414040411	7.000000	304.300000	2,130.100000
Agua	M3	2270000000	0.570000	10.850000	6.184500
Aceites lubricantes	L	2330000000	0.360000	50.210000	18.075600
Bandas transportadoras	M	2780272800	0.093000	2044.000000	190.092000
Electricidad	KWH	2260000000	0.158000	2.532000	0.400056
Diesel	T	2250000000	0.013000	16837.104900	218.882364
Piezas tecnológicas	PESOS	1390000000	1.000000	950.440000	950.440000
Piezas no tecnológicas	PESOS	1400000000	1.000000	836.930000	836.930000
Tablero Madera p/Mosaico	U	1832030105	2.000000	742.000000	1,484.000000
Laminado de acero	T	2731110003	0.008200	62962.500000	516.292500
Piedra Triturada Granito Matanzas	M3	4414040351	6.620000	282.594000	1,870.772280
					11,742.745550

Total Insumos Fundamentales: **11,742.745550**
 Gastos de Transportación: 1,488.383200
 - Residuos Recuperables: 0.000000
Total General: 13,231.128750

AREA TECNICA: Maria Teresa Mancha Calderin-Katuska Castillo

CONFECCIONADO POR: Andie Trmiño Alvarez
Especialista

APROBADO POR: Lic. Eduardo Sierra Navarro
Dtr. Contab. y Fzas

FIRMA:

FIRMA:

FECHA:

19/04/2022

Figura 7 B. Desagregación de los insumos correspondiente al costo de producción de bloques huecos de hormigón.

Fuente: Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas



DESGLOSE DE LOS GASTOS DE SALARIO DE LOS OBREROS DE LA PRODUCCION Y LOS SERVICIOS

MODELO FPM-3

ORGANISMO: MICONS PRODUCTO: Bloque Hueco de Hormigón Tipo II 150x200x500 mm
 GRUPO: GEICON COD. PROD. 447207000U U/M: MU (1,000)
 EMPRESA: MATERIALES MATANZAS CODIGO EMPRESA: 01296

DESCRIPCION	CAT.	GRUPO	CANTIDAD	NORMA DE	TARIFA SAL.	IMPORTE				TARIFA	IMPORTE
	OCUP	ESCALA	OBREROS	TIEMPO (Hrs.)	CUP	SAL. BASICO	CLA	% ANTIG.	CIES	TOTAL	TOTAL
TALLER: 101 Hormigon											
C/COSTO: 1 Hormigon											
Operador "B" Planta de Hormigón	O	V	1	1.600000	13.330000	21.3280	0.00	0	0	13.3300	21.3280
Operador Integral A de la IMC	O	VI	1	1.600000	13.960000	22.3360	0.00	0	0	13.9600	22.3360
Ayudante Integral de la IMC	O	II	4	1.600000	11.540000	73.8560	0.00	0	0	11.5400	73.8560
Operador de Montacargas	O	V	2	1.600000	13.330000	42.6560	0.00	0	0	13.3300	42.6560
Oprador de Cargador	O	VI	1	1.600000	13.960000	22.3360	0.00	0	0	13.9600	22.3360
						182.5120					182.5120
TOTAL:				8.000000		182.5120					182.5120
										Vacaciones (9.09 %):	16.5903
										Total Salario + Vac:	199.1023

Figura 7 C. Desglose de salario de los obreros de la producción y los servicios.

Fuente: Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia de Matanzas

Anexo 8 Dovelas de la fábrica Renato Guitart



Figura 8 Dovelas de la fábrica de producción de bloques Renato Guitart

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 9 Tarifa de Precios de la Empresa Recuperadora de Materia Prima

RECUPERACIÓN DE MATERIAS PRIMAS		Nueva Precios		
L.O.P. En vigor por Carta Circular No. 4/2022, que sustituye L.O.P de Circular No. 3/2022				
Código	Descripción	Precio Compra o Recuperación	Precio Venta o Industria	
		UM		
514.3.11.0120	Onsulado tipo II a granel (autidos)	T	85.34	950.00
514.3.11.0145	Bianco sin impresión pacas alta densidad	T	1,402.66	5,581.20
514.3.11.0150	Bianco sin impresión pacas baja densidad	T	1,266.65	5,317.20
514.3.11.0155	Bianco sin impresión a granel (envasado)	T	1,003.28	4,845.20
514.3.11.0156	Papel forma continua pacas alta densidad	T	1,230.34	1,954.63
514.3.11.0157	Papel forma continua pacas baja densidad	T	1,085.00	1,834.61
514.3.11.0158	Papel forma continua a granel (envasado)	T	826.28	1,580.57
514.3.11.0160	Bianco con impresión Ligera pacas alta densidad	T	735.48	3,289.00
514.3.11.0200	Bianco con impresión Ligera pacas alta densidad	T	644.65	3,049.20
514.3.11.0210	Bianco con impresión Ligera a granel (envasado)	T	515.02	2,557.20
514.3.11.0250	Recorteria Papel gaceta con impresión Ligera pacas alta densidad	T	249.70	3,078.95
514.3.11.0270	Recorteria Papel gaceta sin y con impresión Ligera a granel (envasado)	T	189.14	2,402.90
514.3.11.0275	Papel mezclado pacas alta densidad	T	127.12	622.55
514.3.11.0280	Papel mezclado pacas baja densidad	T	89.25	650.12
514.3.11.0281	Papel mezclado pacas alta densidad destino Empresa Mixta	T	65.10	553.15
514.3.11.0282	Papel mezclado pacas baja densidad destino Empresa Mixta	T		2,887.84
514.3.11.0283	Papel mezclado a granel (envasado) destino Empresa Mixta	T		2,381.84
514.3.11.0285	Papel mezclado a granel (envasado)	T	54.46	209.29
514.3.11.0310	Revisia e impresos pacas alta densidad	T	127.12	858.51
514.3.11.0320	Revisia e impresos pacas baja densidad	T	95.34	704.15
514.3.11.0330	Revisia e impresos a granel (envasados)	T	63.56	0.00
514.3.11.0340	Archivos blancos pacas alta densidad	T	454.00	2,437.20
514.3.11.0345	Archivos blancos pacas baja densidad	T	587.74	2,208.20
514.3.11.0350	Archivos blancos a granel (envasado)	T	195.22	1,753.20
514.3.11.0360	Archivos color pacas alta densidad	T	396.52	1,441.20
514.3.11.0365	Archivos color pacas baja densidad	T	306.72	2,095.20
514.3.11.0368	Archivos color a granel (envasado)	T	151.66	1,507.20
514.3.11.0420	Residuos de papel Kraft 100% en bobinas	T	295.10	826.75
514.3.11.0410	Residuos de papel blanco sin impresión clase A en bobinas	T	426.78	1,180.65
514.3.11.0420	Residuos de papel lineal en bobinas	T	63.58	740.47
514.3.11.0430	Residuos de otros papeles en bobinas	T	63.50	740.47
514.3.11.0450	Residuos de papel gaceta en bobinas	T	115.50	859.51
514.3.11.0460	Residuos de papel semiblanco en bobinas	T	72.64	826.75
*Nota para desperdicio Papel y Carbon vez Nota 3				
514.4	Desperdicio Textil			
514.4.11	Desperdicios de algodón y similares			
514.4.11.0010	Residuos de hilazas de algodón	T	838.80	2,600.29
514.4.11.0020	Residuos de hilazas (químicos y sintéticos)	T	1,789.44	3,634.80
514.4.11.0030	Residuos de hilazas (mezcla)	T	1,006.50	2,785.02
514.4.11.0040	Residuos industriales (peñadoras)	T	2,236.82	4,117.11
514.4.11.0050	Residuos de hilazas duras engranadoras (algodón)	T	1,118.40	2,907.84
514.4.11.0060	Residuos de hilazas duras engranadoras (Quim. y Sint)	T	1,453.92	3,271.52
514.4.11.0070	Estopa de algodón y similares	T	1,009.56	2,782.02
514.4.11.0360	Barraduras (algodón)	T	593.29	2,236.80
514.4.11.0370	Barraduras (Quim. Y Sint.)	T	571.04	2,412.54
514.4.11.0380	Barraduras (Mezcla)	T	001.13	2,343.94
514.4.11.0390	Fibras textiles deterioradas (Wool, Quim, Sint)	T	1,119.40	2,907.84
514.4.11.0400	Deschos textiles procesados (Algodón)	T	1,116.40	2,907.84
514.4.11.0410	Deschos textiles procesados (Mezcla)	T	1,342.08	3,145.50
514.4.11.0420	Deschos textiles procesados (Pato y Meria)	T	2,380.58	4,284.87
514.4.11	Desperdicios de yute y similares			
514.4.11.0010	Des. Argillera y env. En desuso deteriorado clase A (limpio)	T	2,798.00	4,725.24
514.4.11.0020	Des. Argillera y env. En desuso deteriorado clase B (Sucio)	T	2,236.80	4,117.11
514.4.11.0030	Relleno de yute y kenaf molido	T	1,398.00	3,208.41
514.4.11.0040	Desperdicios de mechas de konaf	T	1,008.56	2,782.02
514.4.98	Desperdicios textiles varios			
514.4.98.0040	Relleno de colchón y colchoneta sin tratamiento de limpieza	T	1,398.00	3,117.04
514.4.98.0050	Relleno de colchón y colchoneta con tratamiento de limpieza	T	0.00	5,018.82
514.4.98.0170	Residuos tej. Plano poliéster, Color,ent. (uniformes usados,etc)	T	363.48	1,999.14
514.5	Desperdicios de otros materiales			
514.5.11	Desperdicios de vidrio			
514.5.11.0010	Desperdicios de vidrio blanco o incoloro	T	174.75	601.14
514.5.11.0040	Desperdicios de vidrio amarillo o verde	T	139.80	538.23
514.5.11.0070	Desperdicios de vidrio mezclado	T	104.85	454.35
514.5.11.0080	Residuos de vidrio plano	T	1,398.00	4,194.00
514.5.11.0090	Desperdicios de vidrio (polvo)	T	0.00	642.03
514.5.98	Desperdicios de otros materiales (varios)			
514.5.98.0130	Tapa de backelite	MU	9.79	76.69
514.5.98.0140	Tapa de cartón	MU	13.98	82.91
514.5.98.0150	Balckiosas	m²	0.91	1.40
514.5.98.0240	Manta de sacos utilizables como tal	m²	0.00	2.59
514.5.98.0250	Tacos de bobina	MU	804.05	1,046.50
514.5.98.0260	Desechos de microporosa	T	4,613.40	9,786.00
514.5.98.0280	Recortes de piel	T	1,719.54	4,026.24
514.5.98.0290	Recortes húmedos de cuero con cal	T	1,677.00	3,963.33
514.5.98.0320	Recortes de suela menores de 2"m²	T	1,298.20	3,365.20
514.5.98.0330	Recortes de espuma de goma	T	259.70	696.00
514.5.98.0340	Desperdicios de rebato de piel en cromo	T	1,477.85	2,229.81
514.5.98.0350	Recorteria de cuero artificial	T	3,148.50	8,875.45
514.5.98.0360	Cuero de coco	T	314.55	517.26
514.5.98.0190	Cuchillas de uso de cortar cordón de cigarrillos	MU	0.00	300.57

514.5	Desperdicios de otros materiales			
514.5.11	Desperdicios de vidrio			
514.5.11.0010	Desperdicios de vidrio blanco o incoloro	T	174.75	601.14
514.5.11.0040	Desperdicios de vidrio amarillo o verde	T	139.80	538.23
514.5.11.0070	Desperdicios de vidrio mezclado	T	104.85	454.35
514.5.11.0080	Residuos de vidrio plano	T	1,398.00	4,194.00
514.5.11.0090	Desperdicios de vidrio (polvo)	T	0.00	642.03

Figura 9. Precios establecidos por Empresa Recuperadora de Materia Prima

Fuente: Empresa Recuperadora de Materia Prima

Anexo 10 Equipos y Maquinarias. Fábrica Renato Guitart



Figura 10 A Silos de Cemento y Cargador
Fuente: Elaboración Propia



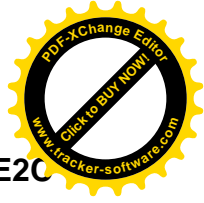
Figura 10 B Montacargas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 10 C Máquina Vibradora
Fuente: Elaboración Propia



Figura 10 D Banda transportadora
Fuente: Elaboración Propia



Anexo 11 Ficha de Costo de Bloques huecos de hormigón con vidrio en Empresa 2E2C S.R.L.

2E2C S.R.L. ELABORACION DE BLOQUES DE 0.15(1 UNIDAD)				Ficha Resumen de Costo-Precio de Producción de Taller					
		Código	Descripción	UM	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE		
Base de Datos: COSTOS MICONS 2021, Publicada el 01/01/2022				ECOMAD000	CEMENTO	SC	315.00	9.00	2,835.00 \$
		ECOMAD000	ARENA	M3	800.00	0.97	777.60 \$		
		VARI000072	GRANITO	M3	800.00	0.49	388.80 \$		
		VARI000074	VIDRIO	M3	2300.00	0.49	1,117.80 \$		
		VARI000071					0.00		
Elemento	Total								
1 Materias Primas y Materiales	17.68	52%							
1.01 Materias Primas y Materiales Fundamentales	16.25	48%							
1.02 Combustibles y Lubricantes	1.20	4%							
1.03 Energía Eléctrica	0.21	1%					1498		
1.04 Agua	0.02	0.066%					4.76		
2 Sub Total (Gastos de Elaboración)	12.59	37%							
3 Otros Gastos Indirectos	1.16	3%					TOTAL 16.25		
3.01 Uso de Equipos minimecanización	0.00852	0%							
3.02 Servicios Productivos Comprados	1.16	3%							
4 Gastos de Fuerza de Trabajo	6.25	18%							
4.01 Mano de Obra	6.25	18%							
5 Gastos Indirectos de Producción	1.00	3%							
5.1 Alquiler de Taller	0.47	1%							
5.2 Custodio	0.53	2%							
5.3 Peaje	0.00	0.000%							
6 Gastos Generales y de Administración	4.18	12%							
7 Gasto Total	30.27	89%							
8 Margen de Utilidad (Sobre Base Autori	3.91	11%							
9 Precio	34.19	100%							
							TOTAL 0.47		
A COMUNALES	24.13 \$								

Código	Descripción	UM	PRECIO	CANTIDAD	IMPORTE
ECOMAD000	CEMENTO	SC	315.00	9.00	2,835.00 \$
ECOMAD000	ARENA	M3	800.00	0.97	777.60 \$
VARI000072	GRANITO	M3	800.00	0.49	388.80 \$
VARI000074	VIDRIO	M3	2300.00	0.49	1,117.80 \$
VARI000071					0.00
	BLOQUES POR SACO			315	
					TOTAL 16.25

Figura 11 Costo de producción de bloques huecos de hormigón con vidrio triturado. 2E2C

Fuente: Empresa 2E2C.



Anexo 12 Ficha de Costo de Bloques huecos de hormigón con inclusión de vidrio triturado.

Producto: Bloque hueco de hormigón con vidrio molido		
Dimensiones: 150mm x 200mm x 500 mm		U/M: MU (1000.000)
Conceptos de Gastos	Fila	Total (CUP)
<u>Materias Primas y Materiales</u>	1	12 985.56875
• Insumos Fundamentales	1.1	12 740.18173
• Combustible y Lubricantes	1.2	236.9579637
• Energía Eléctrica	1.3	0.400056
• Agua	1.4	8.029000
Salarios Directos	2	199.10
Otros Gastos directos	3	1.11
Gastos Asociados a la Producción	4	163.26
• De ello: Salarios	4.1	115.48
Costo Total (1+2+3+4)	5	13 349.03875
Gastos Generales y de Administración	6	121.45
• De ello: Salarios	6.1	75.66
Gastos de Distribución y Venta	7	13.94
• De ello: Salarios	7.1	13.94
Gastos Financieros	8	0.03
Gastos por financiamiento entregado a la OSDE	9	10.57
Gastos Tributarios	10	70.73
Total de Gastos (De Fila 6 a Fila 10)	11	216.72
Total de Costos y Gastos (Fila 5 + Fila 11)	12	13 565.75875
Costo Unitario	13. 35	
Costo Unitario + Total Gastos	13.57	

Tabla 12 A. Precios y tarifas de productos y servicios.

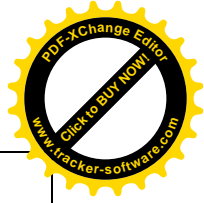
Fuente: Elaboración Propia



Descripción	U/M	Norma de Consumo	Precio	Costo Total (CUP)
Cemento P-350 gris	t	1.21635	1699.460000	2067.138171
Arena	m ³	3.0846	304.300000	938.64378
Piedra triturada granito	m ³	1.5582	282.594000	440.3379708
Vidrio triturado	m ³	1.5582	2172.437400	3385.091957
Agua	m ³	0.740000	10.850000	8.029000
Gomas, cámara y batería	u	0.041000	8627.250000	353.71725
Equipo de Protección e Higiene	pesos	1.485000	24.000000	35.64
Electrodos		0.280000	197.130000	55.1964
Aceites lubricantes	l	0.360000	50.210000	18.0756
Bandas transportadoras	m	0.093000	2044.000000	190.092
Electricidad	kw	0.158000	2.532000	0.400056
Diesel	t	0.013000	16837.104900	218.8823637
Piezas tecnológicas	pesos	1.000000	950.440000	950.440000
Piezas no tecnológicas	pesos	1.000000	836.930000	836.930000
Tablero Madera para Mosaico	u	2.000000	742.000000	1 484.000000
Laminado de acero	t	0.008200	62962.500000	516.292500
Total de Insumos Fundamentales				11 496.90705
Gastos de Transportación				+1 488.383200
Total General				12 985.56875
Costo Unitario				12.99

Tabla 12 B Desagregación de la materia prima y materiales

Fuente: Elaboración Propia



Descripción	Cantidad de Obreros	Norma de Tiempo (horas)	Tarifa de Salario (CUP)	Importe Total (CUP)
Operador de Planta de Hormigón	1	1.60	13.33	21.328
Operador Integral	1	1.60	13.96	22.3360
Ayudante Integral	4	1.60	11.54	73.8560
Operador de Montacargas	2	1.60	13.33	42.6560
Operador de Cargador	1	1.60	13.96	22.3360
Total Salario				182.5120
Vacaciones (9.09%)				+16.5903
Total Salario + Vacaciones				199.1023
Costo Unitario				0.2

Tabla 12 C Desglose de los gastos de salario de los obreros de la producción y los servicios

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 13. Primera circulación del Cuestionario. Hoja de Presentación a los Expertos

A: _____

Quien se presenta, Patricia Hernández Goñi, estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos; en opción al título de Ingeniero Industrial, desarrolla el proyecto de grado titulado: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL EMPLEO DE VIDRIO TRITURADO EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. Como parte de la investigación del aspecto ambiental, se emplea el método Delphi que consiste en agrupar la opinión de un grupo de personas especializadas, es por ello que se solicita su aporte en cuanto a determinar el impacto que genera la reutilización del vidrio como material de construcción para contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

De ser posible su colaboración, se le pide que no delegue la respuesta del cuestionario adjunto a otras personas, dado que se deposita mucha confianza en su criterio y aporte en la investigación. Si no es mucha molestia y no genera estragos en su tiempo, le agradecería poder recibir la contestación del cuestionario antes del 20 de octubre del año

La comunicación necesaria para la circulación del cuestionario se puede realizar según sus posibilidades y preferencias a través del intercambio personal, por vía de correos electrónicos La información de contacto de quien escribe, se presenta a continuación:

Correo Electrónico:

Teléfono móvil:

Muchas gracias de antemano y reciba saludos cordiales,

Patricia Hernández Goñi

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 13 A. Primera circulación del Cuestionario

La mezcla de hormigón que se emplea para la fabricación de bloques, se compone de materias primas (cemento y áridos) que inician su proceso de obtención con la explotación de canteras. Según su criterio, valore en una escala con importancia ascendente de 0-5, en qué medida la inclusión de un material de desecho como el vidrio en la fabricación de bloques u otros materiales de construcción, contribuye a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

De manera opcional, puede dejar plasmado una justificativa de su valoración, que facilite la mayor comprensión de sus respuestas.

Objetivos de Desarrollo Sostenible	Reutilización del vidrio en la construcción.
Garantizar Energía Asequible y No contaminante	
Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.	
Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	
Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos	
Preservar el Ecosistema Terrestre	

Justificativa:

Fuente. Elaboración Propia



Anexo 13 B. Documento Adjunto a la primera circulación del cuestionario. Efectos negativos que busca mitigar los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Efectos negativos	Objetivos de Desarrollo Sostenible
La energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático, y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.	Garantizar Energía Asequible y No contaminante
El consumo y la producción mundiales (fuerzas impulsoras de la economía mundial) dependen del uso del medio ambiente natural y de los recursos, de una manera que tiene efectos destructivos sobre el planeta. El progreso económico y social conseguido durante el último siglo ha estado acompañado de una degradación medioambiental que está poniendo en peligro los mismos sistemas en los que depende nuestro desarrollo futuro (y ciertamente nuestra supervivencia). Actualmente el consumo de recurso es superior a la capacidad de generación del planeta.	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
El 2019 fue el segundo año más caluroso de todos los tiempos y marcó el final de la década más calurosa (2010-2019) que se haya registrado jamás. Los niveles de dióxido de carbono y de otros gases del efecto invernadero en la atmósfera, aumentaron hasta niveles récord en el 2019. El cambio climático afecta a todos los países de todos los continentes, altera las economías nacionales y afecta a las distintas vidas. Actualmente el consumo de recurso es superior a la capacidad de generación del planeta.	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
El océano impulsa los sistemas mundiales que hacen de la tierra un lugar habitable para el ser humano. Una gestión cuidadosa de este recurso mundial esencial es una característica clave de un futuro sostenible. No obstante, en la actualidad, existe un deterioro continuo de las aguas costeras debido a la contaminación y a la acidificación de los océanos que tiene un efecto adverso sobre el funcionamiento de los ecosistemas y la biodiversidad.	Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos
Es necesario crear una respuesta coordinada a nivel mundial ante la pérdida y degradación de los hábitats. Los bosques albergan a más del 80% de todas las especies terrestres de animales, plantas e insectos. Entre 2010 y 2015, el mundo perdió 3,3 millones de hectáreas de áreas forestales.	Preservar el Ecosistema Terrestre

Fuente: Elaboración Propia a partir de los Objetivos de Desarrollo Sostenible emitidos por la Organización de Naciones Unidas (ONU). (UN, 2022)



Anexo 14 Segunda Circulación del Cuestionario

A: _____, agradecerle su colaboración en la contestación del cuestionario anterior.

A continuación, se sintetiza la información correspondiente a la valoración emitida por usted y demás especialistas en conjunto. Se le solicita de ser posible, analizar los valores nuevamente y retroalimentarse de los criterios emitidos por cada experto en la primera circulación. De considerarlo apropiado, puede realizar una nueva valoración.

De poder contar nuevamente con su contribución, le agradecería poder recibir la contestación del cuestionario antes del 2 de noviembre del año 2022.

Muchas Gracias de antemano y reciba saludos cordiales,

Patricia Hernández Goñi.

	Garantizar Energía Asequible y No contaminante	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.	Combatir el cambio climático y sus efectos	Conservar los océanos	Preservar el Ecosistema Terrestre
Su valoración personal					
Mediana del grupo	1	4	4	2	3
Rango Intercuartílico	2	2	3	1	2
Media de grupo	1.73	3.81	3.91	1.82	3.73
Desviación Típica	1.37	1.58	1.86	1.75	1.38
¿Mantiene su valoración? (SI o NO)					
Nuevo valor					

De manera opcional, puede dejar plasmado una justificativa de su valoración, que facilite la mayor comprensión de sus respuestas.

Justificativa _____

Fuente: Elaboración propia