



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA PARA LA CREACIÓN DE  
UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HORMIGÓN CELULAR EN LA PROVINCIA  
DE SANTA ELENA

**AUTOR**

**Barzola González Lissette Lilibeth**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico en  
**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN  
DE LA CONSTRUCCIÓN**

**TUTOR**

**Ing. Garcés Vargas Juan Francisco, PhD.**

**Santa Elena, Ecuador**

**Año 2025**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Víctor Toledo Montece, Mgtr.  
COORDINADOR DEL PROGRAMA**

---

**Ing. Juan Francisco Garcés Vargas,  
PhD.  
TUTOR**

---

**Ing. Luis Rafael Valdez Guzmán, Mgtr.  
DOCENTE ESPECIALISTA 1**

---

**Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar,  
PhD.  
DOCENTE ESPECIALISTA 2**

---

**Ab. María Rivera González, Mgtr.  
SECRETARIA GENERAL**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por ING. LISSETTE LILIBETH BARZOLA GONZÁLEZ, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción.

**TUTOR**

---

**ING. JUAN FRANCISCO GARCÉS VARGAS, PHD.**

**20 días del mes de mayo del año 2025**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, ING. LISSETTE LILIBETH BARZOLA GONZALEZ**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, Evaluación de la viabilidad financiera para la creación de una empresa productora de hormigón celular en la provincia de Santa Elena previo a la obtención del título en Magíster en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 20 días del mes de mayo del año 2025

**EL AUTOR**

---

**Ing. Lissette Lilibeth Barzola González**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Evaluación de la viabilidad financiera para la creación de una empresa productora de hormigón celular en la provincia de Santa Elena, presentado por el estudiante, ING. LISSETTE LILIBETH BARZOLA GONZÁLEZ fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al XX%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

TESIS-LISSETTE BARZOLA 20-05-25 FINAL

**7%**  
Textos sospechosos

- 6% Similitudes  
< 1% similitudes entre comillas  
< 1% entre las fuentes mencionadas
- 2% Idiomas no reconocidos
- 13% Textos potencialmente generados por IA (ignorado)

Nombre del documento: TESIS-LISSETTE BARZOLA 20-05-25 FINAL.docx ID del documento: e97c821acd5efb063bd65d050155db66c317aa45 Tamaño del documento original: 4,61 MB	Depositante: JUAN FRANCISCO GARCÉS VARGAS Fecha de depósito: 21/5/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 21/5/2025	Número de palabras: 19.086 Número de caracteres: 131.999
--	--	---

Ubicación de las similitudes en el documento:

**TUTOR**

**Ing. Juan Francisco Garcés Vargas, PhD.**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, ING. LISSETTE LILIBETH BARZOLA GONZÁLEZ**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 20 días del mes de mayo del año 2025

**EL AUTOR**

---

**Ing. Lissette Lilibeth Barzola González**

# AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios y a la virgen María por la salud y la vida. También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los docentes de la Maestría en Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), quienes con su dedicación, conocimientos y compromiso fueron una parte fundamental en mi formación académica y profesional.

Cada clase, cada consejo y cada aporte brindado durante este proceso formativo ha dejado una huella significativa en mi manera de pensar y actuar como ingeniero civil. Gracias por compartir no solo sus saberes, sino también sus experiencias, su pasión por la profesión y su constante motivación para impulsarnos a dar lo mejor de nosotros.

Su labor ha sido clave en la culminación de esta tesis y en mi crecimiento como profesional comprometido con el desarrollo de la sociedad.

*Lisette Lilibeth Barzola González*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo con todo mi amor a mi madre, a mi padre y mi hija Reichell, fuente constante de inspiración y fortaleza.

A mi esposo Javier, por su apoyo incondicional, paciencia y compañía en cada paso de este camino.

Y a mi familia, por su amor, confianza y aliento en todo momento.

Gracias por ser mi motor y mi refugio.

*Lissette Lilibeth Barzola González*

# ÍNDICE GENERAL

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	IV
DECLARO QUE: .....	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO .....	V
AUTORIZACIÓN .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	9
1.1. Revisión de literatura .....	9
1.2. Desarrollo teórico y conceptual .....	12
1.2.1 Estudio de mercado.....	12
1.2.2. Estudio técnico.....	14
1.2.3. Estudio financiero .....	17
1.3. Conceptos de Hormigón celular .....	19

1.3.1. Bloques de hormigón celular .....	19
1.3.2. Ventajas del hormigón celular .....	20
1.3.3. Técnicas para obtención de Hormigón celular.....	21
1.3.4. Materia prima empleada para la fabricación de bloques de hormigón celular. .....	23
1.3.5 Usos del hormigón celular .....	30
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
2.1. Contexto de la investigación .....	31
2.2. Diseño y alcance de la investigación .....	32
2.3. Tipo y métodos de investigación .....	32
2.4. Población y muestra .....	32
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información. ....	38
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
3.1. Estudio de mercado.....	38
3.1.1. Crecimiento de la industria de la construcción.....	38
3.1.2. Análisis de la Oferta .....	39
3.2. Estudio Técnico .....	47
3.2.1. Maquinarias propuestas .....	48
3.2.2. Descripción de la máquina elegida .....	49
3.2.3. Proceso de producción.....	53
3.2.4. Materias primas.....	55
3.2.5. La empresa.....	57
3.2.6. Misión .....	57
3.2.7. Visión.....	58

3.2.8. Valores de la empresa .....	58
3.2.9. Localización de la planta .....	58
3.3. Estudio financiero .....	59
3.3.1. Análisis de precio unitario (APU) .....	59
3.3.2. Ingresos por ventas .....	60
3.3.3. Gastos administrativos .....	61
3.3.5. Gastos mantenimiento montacargas .....	65
3.3.6. Gastos mantenimiento maquinaria.....	65
3.3.7. Gastos insumos .....	66
3.3.8. Depreciaciones y amortizaciones.....	67
3.3.9 Participación de los trabajadores (15%) .....	67
3.3.10. Impuesto a la renta (25%).....	67
3.3.11. Capital de financiamiento .....	68
3.3.12. Tabla de amortización de préstamo al banco.....	69
3.3.13. Flujo Proyectado .....	71
3.3.14. Tasa mínima de rendimiento aceptable (TMAR) .....	75
3.3.15. Valor presente neto (VAN).....	76
3.3.16. Tasa interna de retorno (TIR) .....	76
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS 2</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Resistencia a la compresión a los 28 días y su uso recomendado en obras civiles según la normativa ACI 523.1R-06.....</i>	11
Tabla 2.	<i>Resultados de Resistencia a la compresión a los 28 días de hormigones celulares de densidad de <math>d = (400 \text{ kg}) / \text{m}^3</math> y sus precios unitarios obtenidos en investigaciones de UPSE. ....</i>	11
Tabla 3.	<i>Especificaciones técnicas del cemento Holcim Premium (Tipo HE)24</i>	
Tabla 4.	<i>Especificaciones técnicas del cemento Chimborazo (Tipo HE) 25</i>	
Tabla 5.	<i>Especificaciones técnicas del cemento Atenas (Tipo HE).....</i>	26
Tabla 6.	<i>Precio cotizado en las destructoras que ofertan los cementos tipo He existentes en el medio.....</i>	27
Tabla 7.	<i>Datos de la población de Santa Elena según los últimos censos 33</i>	
Tabla 8.	<i>Porcentaje de consumo de principales materiales de construcción para paredes en viviendas de la provincia de Santa Elena</i>	41
Tabla 9.	<i>Mediana de áreas de vivienda por cantón de tipo residencial 2020-2024</i>	43
Tabla 10.	<i>Números de permisos de construcción 2020-2022.....</i>	46
Tabla 11.	<i>Listado de máquinas productoras de hormigón celular en venta alrededor del mundo .....</i>	48
Tabla 12.	<i>Características generales de la bomba mezcladora de hormigón celular FP05 .....</i>	50
Tabla 13.	<i>Características generales de los componentes de la máquina de hormigón celular KFP-40-20A.....</i>	52
Tabla 14.	<i>Datos Técnicos del agente espumante RV2020+Jaboncillo... 57</i>	

Tabla 15.	<i>Análisis de precio unitario (APU)</i> .....	59
Tabla 16.	<i>Ingresos proyectados 2024-2029</i> .....	61
Tabla 17.	<i>Gastos administrativos de la empresa proyectados 2024-2029</i> 62	
Tabla 18.	<i>Gastos proyectados de mantenimiento de montacarga 2024-2029</i> 65	
Tabla 19.	<i>Gastos proyectados de mantenimiento de maquinaria 2024-2029</i> 66	
Tabla 20.	<i>Gastos insumos proyectados 2024-2029</i> .....	66
Tabla 21.	<i>Participación de los trabajadores (15%) proyectados 2024-2029</i> 67	
Tabla 22.	<i>Impuesto a la renta (25%) proyectado 2024-2029</i> .....	68
Tabla 23.	<i>Distribución del capital de financiamiento del proyecto</i> .....	68
Tabla 24.	<i>Tabla de amortización (Préstamo al banco)</i> .....	69
Tabla 25.	<i>Diagrama de flujo del proyecto</i> .....	71
Tabla 26.	<i>Cálculo de TMAR</i> .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Clasificación de las empresas según sus categorías.....</i>	16
Figura 2.	<i>Aplicación de hormigón celular en obra.....</i>	19
Figura 3.	<i>Diseño de bloque machihembrado de la empresa NUH Gazbeton</i>	20
Figura 4.	<i>Materiales que pueden ser remplazados por la arena para fabricación de hormigón celular.....</i>	21
Figura 5.	<i>Submétodos para obtención de hormigón celular por inclusión de burbujas .....</i>	22
Figura 6.	<i>Diagrama de resistencia a la compresión del cemento Holcim Tipo He según sus edades.....</i>	24
Figura 7.	<i>Diagrama de resistencia a la compresión del cemento Chimborazo Tipo He según sus edades .....</i>	25
Figura 8.	<i>Diagrama de resistencia a la compresión del cemento Atenas Tipo He según sus edades.....</i>	26
Figura 9.	<i>Arena fina.....</i>	28
Figura 10.	<i>Espuma RV2020+Jaboncillo.....</i>	29
Figura 11.	<i>Localización de la empresa .....</i>	31
Figura 12.	<i>Proyección de la población de la Provincia de Santa Elena 2001-2024</i>	35
Figura 13.	<i>Proyección de la población económicamente activa de la Provincia de Santa Elena 2001-2024.....</i>	36
Figura 14.	<i>Edificaciones a construir serie 2012-2021.....</i>	39
Figura 15.	<i>Diagrama de etapas de funcionamiento de la máquina SP05</i>	54
Figura 16.	<i>Presentación en saco del cemento Chimborazo Tipo HE .....</i>	55

**Figura 17. *Aspecto físico del agua potable proporcionada por Aguapen E.P.* 55**

**Figura 18. *Elaboración de agente espumante RV2020+Jaboncillo* ..... 56**

## RESUMEN

El hormigón celular en la última década ha ganado popularidad en el mercado de la mampostería de algunos países latinoamericanos como Brasil, México y Argentina considerado como un nuevo sistema constructivo y se lo comercializa en forma de bloques y paneles prefabricados para la construcción de viviendas y edificaciones de gran altura por la su baja densidad y sus múltiples beneficios, mientras que en el Ecuador aún no existen empresas dedicadas a este tipo de negocio debido a la falta de estudios financieros que convencen a empresarios de crear una empresa productora de bloques de hormigón celular en este sitio. El objetivo de este estudio es elaborar un estudio de viabilidad financiera mediante un análisis financiero para llevar a cabo la propuesta de la creación de una empresa Santaelenense productora de bloques machihembrados de hormigón celular que logre incrementar un nuevo material de construcción en el mercado con múltiples beneficios y que mejoren las infraestructuras de la población. La metodología empleada para este estudio se basó en los lineamientos establecidos en el libro Preparación y Evaluación de Proyectos de Nassir Sapag Chain. Como resultado del análisis financiero se obtuvo los valores de los indicadores de evaluación financiera tales como valor actual neto (VAN) con un valor de \$12.065,45, la tasa de índice de retorno (TIR) con un porcentaje de 25% mayor que el TMAR que tiene un valor de 22,19%. Por lo que se concluye que el proyecto es rentable y es posible la creación de la empresa productora de bloques de hormigón celular dentro de la provincia sólo si se sigue los parámetros establecidos en la propuesta y si se utiliza el mismo diseño de mezcla elaborado con los materiales descritos en este estudio.

**Palabras claves:** Hormigón celular-bloques machihembrados-viabilidad financiera

## **ABSTRACT**

In the last decade, cellular concrete has gained popularity in the masonry market of some Latin American countries such as Brazil, Mexico, and Argentina. It is considered a new construction system and is marketed in the form of prefabricated blocks and panels for the construction of homes and high-rise buildings due to its low density and multiple benefits. However, in Ecuador, there are still no companies dedicated to this type of business due to the lack of financial studies that would convince entrepreneurs to create a cellular concrete block production company in this area. The objective of this study is to prepare a financial feasibility study through a financial analysis to carry out the proposal for the creation of a Santa Elena company producing tongue-and-groove cellular concrete blocks. This will achieve an increase in the market of this new construction material with multiple benefits and improve the population's infrastructure. The methodology used for this study was based on the guidelines established in the book "Preparation and Evaluation of Projects" by Nassir Sapag Chain. The financial analysis yielded the following financial assessment indicators: net present value (NPV) of \$12.065,45 and a rate of return (IRR) 25% higher than the MARR of 22,19%. It is therefore concluded that the project is profitable, and that a company producing cellular concrete blocks within the province can be established only if the parameters established in the proposal are followed and the same mix design developed with the materials described in this study is used.

**Keywords:** Aerated concrete - tongue-and-groove blocks - financial feasibility

## INTRODUCCIÓN

En 1929 en Suecia se inició por primera vez en el mundo la producción de hormigón celular en colaboración con el empresario Carl August Carlén. La primera marca en construcción se la denominó "Yxhults Anghärdade Gasbetong" y luego en 1940 pasó a llamarse Ytong (Van Boggelen, 2014).

En el año 1950 se introdujo por primera vez en el Reino Unido un hormigón celular elaborado a base de las escorias de carbón de las centrales termoeléctricas para elementos portantes (Chica & Alzate, 2019).

En Italia la empresa ISOLTECH desde 1980 introdujo en el mercado sistemas para producir concreto celular mediante la oferta de maquinarias especializadas, sistemas para bloques, instalaciones móviles, agentes espumantes, espuma mineral, aditivos entre otros componentes necesarios para la fabricación de hormigón celular.(Isoltech,2020).

El grupo XELLA es una empresa que se encuentra ubicada en España desde el año 1990 aproximadamente, es decir hace más de 30 años y cuenta con su propio centro de Investigación y Desarrollo, fabrica y comercializa cinco marcas de productos de hormigón celular (Ytong, Silka, Multipor, Siporex y Hebel), las soluciones que ofrecen son aptas para cuatro tipos de aplicaciones: construcción - obra estructural, protección pasiva contra incendios, acondicionamiento interior y aislamiento térmico (Xella, 2022). Por otro lado la empresa HORMICEL también ubicada en España se dedica a la venta y distribución de productos elaborados a base de hormigón celular como morteros, tabiques, bloques, bloques U y bloques O (Hormicel, 2020).

Alemania desde 1905 existe una empresa llamada GROUP MASA especializada en la fabricación de instalaciones y maquinaria para la industria de la construcción, la cuál a partir del año 1999 mejoró notablemente su posición en el mercado y su gama de productos: fabricación de bloques de piedra, de placas, de bloques de roca caliza y de hormigón celular y actualmente tiene sucursales en países como Estados Unidos, China, Rusia, Dubái y Oriente Medio (Grupo Masa, 2021).

La empresa Aircrete Europe fue fundada en el año 2002 por el Ing. Willem van Boggelen actualmente cuenta con más de 100 diferentes plantas de hormigón celular en 50 países de 6 continentes diferentes y tiene décadas de experiencia en el desarrollo de tecnologías

de producción de hormigón celular y aplicaciones de construcción de paneles y bloques basada en la tecnología de la torta plana (Aircrete Europe, 2023).

En el año 2013 el grupo Aircrete anunció que una nueva subsidiaria que fue fundada con el nombre de Aircrete Brasil que es una compañía dedicada a la distribución exclusiva en Brasil de productos de Concreto Celular Autoclaveado (CCA) fabricados utilizando la tecnología de Aircrete Europe. Los productos que ofrece son: paneles divisorios súper lisos, paneles reforzados para muros, (3) paquetes modulares para vivienda, para construcción comercial y residencial (Aircrete Brasil, 2019).

La empresa BHC Perú es la primera planta de hormigón celular en Perú, inició su investigación en el año 2013 e introdujo al mercado peruano el hormigón celular con la tecnología LIKA que ofrece bloques de hormigón celular de densidad de  $800 \text{ kg/m}^3$  con una resistencia a la compresión de 2 MPA que se pueden utilizar tanto para tabiques interiores como para muros exteriores. También Se pueden emplear en viviendas, ampliaciones, refacciones, así como también en mampostería de cerramiento y divisoria en edificios e industrias (BHC Perú, 2022).

En Colombia en el año 2017 se constituyó una microempresa llamada Bloques Únicos De Colombia (Uniblock S.A) que nació a partir de la búsqueda de nuevas y exitosas tecnologías aplicadas a la construcción en Europa y Asia dedicada a la fabricación de artículos de hormigón celular tales como bloques macizos livianos, bloque para divisiones y mortero de piso autonivelante (Data Crédito Empresa, 2020).

Desde el año 2018 en Bolivia la empresa CONTRUEX en sociedad con la Empresa TECNOPRECO se dedican a la producción y venta de bloques de hormigón celular de densidades entre  $800 \text{ kg/m}^3$  y  $1200 \text{ kg/m}^3$  (Contruex Bolivia, 2024).

En el Ecuador el hormigón celular aún se encuentra en investigación puesto que recientemente en estos últimos años las distintas universidades del país han estado realizando estudios de tipo experimental en donde se hace énfasis en la parte del comportamiento físico mecánico del material como el análisis de los factores que influyen en sus densidades y resistencias en los cuáles se ha obtenido resultados favorables que permiten que el material cumpla con los parámetros de resistencia a la compresión establecidos en la norma americana ACI 523-3r-14 y ACI-523-1r-06 de acuerdo a cada una de sus densidades (Véliz Aguayo et al., 2023). Sin embargo, el problema radica en

que estas investigaciones quedan confinadas en el ámbito académico y aún no se ha logrado comercializar el producto. La carencia de estudios de factibilidad que exploren las posibles aplicaciones del producto constituye un obstáculo, ya que esto sería esencial para convencer a potenciales inversionistas de apostar por el establecimiento de una empresa dedicada a la producción de este tipo de material.

La provincia de Santa Elena al formar parte del perfil costero Ecuatoriano está propenso a que ocurran eventos sísmicos a gran escala debido a que Ecuador se encuentra situado en el Cinturón o Anillo de Fuego del Pacífico (Barragán Taco & Paucar Camacho, 2023).

El colapso de un edificio durante un terremoto representa un grave problema que puede resultar la pérdida de muchas vidas. Es crucial que las personas que residen en áreas susceptibles a terremotos comprendan una verdad fundamental: los terremotos no son los responsables directos de las muertes, sino más bien la falta de estructuras resistentes a ellos. Sin embargo, los ingenieros actualmente ya han ideado numerosas soluciones innovadoras con el uso de nuevos materiales que alivianan las estructuras (Deepak Kumaran et al., 2022).

El concreto convencional es demasiado pesado para la construcción habitual de edificaciones, especialmente en losas de entrepiso y azoteas. Esto se debe a su alta densidad de alrededor de  $2350 \text{ kg/m}^3$ . Como resultado, las estructuras construidas con este tipo de concreto son más pesadas de lo necesario, lo que requiere elementos estructurales más grandes y robustos, como vigas y columnas, así como cimentaciones más amplias y complejas. Esto aumenta los costos de construcción (Cervantes Abarca, 2008).

Como la tecnología avanza y la investigación es continua con el pasar de los años se ha ido descubriendo nuevas técnicas para la fabricación de nuevos materiales, es así como surge el interés por el hormigón celular que se trata de un tipo de pasta o mortero elaborado con cemento Portland (OPC), y en algunos casos se añade cal hidratada, que incluye un sistema de microburbujas de aire cerrado que ocupa hasta el 85% del material (Font Pérez et al., 2018).

El ACI define el hormigón celular como una combinación de cemento, agua y espuma preformada, en donde la función principal de la espuma es generar una cantidad significativa de huecos de aire estables en la mezcla, dando como resultado una estructura

sólida, porosa o celular tras el proceso de curado. (American Concrete Institute, 2024) Este material presenta ventajas significativas como alta capacidad de flujo, bajo autopeso, mínimo consumo agregado, baja resistencia controlada y excelentes propiedades de aislamiento térmico. Con un control adecuado en la dosis de espuma se puede obtener una amplia gama de densidades de hormigón celular desde 400 hasta 1600 kg/m<sup>3</sup> para su aplicación de partición, aislamiento y de llenado (Ramamurthy et al., 2009).

La demanda de vivienda es proporcional al crecimiento poblacional por lo que esto beneficia a la industria de la construcción. Si toma como base los datos del último censo realizado en el año 2022 por la INEC en donde hasta el año 2022 la provincia de Santa Elena estuvo conformada por 385.735 habitantes se estima que para el año 2024 la población proyectada será de aproximadamente 431.846 habitantes y seguirá creciendo con el pasar de los años. (Instituto nacional de estadísticas y censos, 2024) Además en los últimos años, la industria de la construcción en Ecuador ha experimentado avances significativos que han tenido un fuerte impacto en la economía nacional. Este crecimiento ha generado una expansión notable en el sector y ha elevado su contribución al Producto Interno Bruto (PIB), lo que demuestra su creciente importancia, especialmente en el período posterior a la dolarización y el auge petrolero de la última década (Yagual Velastegui et al., 2018).

Considerando los antecedentes descritos anteriormente se ha optado por realizar el presente estudio que consiste en la evaluación financiera para la creación de una empresa dentro de la provincia de Santa Elena que se dedique a la producción y distribución de bloques machihembrados de hormigón celular, para ello es necesario conocer que existen factores que pueden influir en la creación de una empresa, los cuáles se los debe identificar para que puedan ser analizados. Es por ello que este estudio plantea las siguientes hipótesis:

- (i) La demanda proyectada de los bloques machihembrados de hormigón celular o similares a este en el mercado Santaelenense identificada mediante cálculos proyectados influirán en la capacidad de producción de la empresa.
- (ii) La indagación de las maquinarias y equipos necesarios mediante un estudio técnico permitirá el diseño del área de implantación de la planta de producción de bloques machihembrados de hormigón celular.

- (iii) La evaluación de la rentabilidad de la empresa productora de bloques machihembrados de hormigón celular a través de un análisis financiero influirá en la viabilidad económica del proyecto.

Entonces este estudio radica en la necesidad de ofrecer una alternativa eficiente y sustentable en el sector de la construcción, promoviendo la utilización de materiales de bajo impacto ambiental y alta calidad. Además, se busca contribuir al crecimiento económico y generación de empleos en el ámbito de la producción de materiales de construcción. Este análisis de factibilidad es fundamental para determinar si es viable establecer una empresa productora de bloques machihembrados de hormigón celular, considerando aspectos técnicos y financieros. Asimismo, se busca satisfacer la demanda del mercado de la construcción, ofreciendo un producto de calidad, sostenible y competitivo en el mercado.

Este trabajo se estructura en torno a un análisis exhaustivo de la demanda del mercado, los procesos de producción, los costos asociados, la competitividad, y los posibles riesgos financieros. Además, se examinarán las tendencias actuales en la industria de la construcción y se evaluarán las oportunidades de posicionamiento y crecimiento que esta innovadora propuesta empresarial puede aprovechar. La meta es proporcionar a los inversionistas y tomadores de decisiones una visión clara y fundamentada sobre la viabilidad económica de establecer y operar una empresa dedicada a la producción de bloques machihembrados de hormigón celular.

El capítulo I contiene todo lo relacionado al marco teórico referencial que es la base conceptual necesaria para abordar el problema de investigación. Tales como revisión de literatura, es decir se presenta estudios anteriores tanto de tipo financiero como técnico que servirán de guía para la elaboración de este trabajo. Así mismo en esta sección se muestran los conceptos básicos que son fundamentales para garantizar la claridad, la comprensión, la fundamentación teórica y la credibilidad del trabajo.

El capítulo II está relacionado con la metodología que se aplicará en el trabajo aquí se encontrará el contexto, diseño, alcance, tipo y métodos de la investigación, así también como la población, muestra, técnicas de recolección y validez de datos.

El capítulo III muestra los resultados obtenidos y la discusión mediante tablas y gráficos de acuerdo a los objetivos y metodología planteada, cada uno con sus respectivos análisis.

Finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados encontrados en el presente trabajo para la orientación de las futuras investigaciones relacionadas a este tema.

### **Planteamiento de la investigación (Fundamentación de la investigación)**

Esta investigación comprende la evaluación financiera de una empresa productora de bloques machihembrados de hormigón celular en la Provincia de Santa Elena mediante un análisis financiero.

### **Formulación del problema de investigación**

A pesar de que el hormigón celular en el país aún se encuentra en estudio, existen investigaciones que muestran buenos resultados en el área técnica para su aplicación, el problema es que todo se queda encapsulado en la investigación y aún no se lleva el producto al mercado, es decir, no existen empresas dedicadas a la producción de dicho material debido a que la mayoría de los estudios se centran en aspectos técnicos, como el comportamiento físico-mecánico del material, los diferentes materiales que pueden emplearse en su fabricación, los métodos de elaboración y sus diversas dosificaciones. Hacen falta estudios de evaluación financiera sobre el producto y sus posibles aplicaciones que convencen a posibles inversionistas a apostar por el desarrollo de una empresa que se dedique a la producción de este tipo de material.

### **Objetivo General:**

Evaluar la factibilidad financiera de la creación de una empresa productora de bloques machihembrados de hormigón celular en la Provincia de Santa Elena.

### **Objetivos Específicos:**

1. Identificar la demanda actual y proyectada de los bloques machihembrados de hormigón celular o similares a este en el mercado Santaelenense mediante

proyecciones calculadas para que pueda predecirse la capacidad de producción de la empresa.

2. Indagar las maquinarias y equipos necesarios mediante un estudio técnico para el diseño del área de implantación de la planta de producción de bloques machihembrados de hormigón celular.
3. Evaluar la rentabilidad de la empresa productora de bloques machihembrados de hormigón celular a través de un análisis financiero detallado para la viabilidad financiera del proyecto.

### **Hipótesis general**

La creación de una empresa productora de hormigón celular en la provincia de Santa Elena es financieramente viable, considerando los ingresos proyectados, la inversión inicial y los costos operativos.

### **Planteamiento hipotético según objetivos**

1. La demanda proyectada del hormigón celular o un hormigón similar a este, en el mercado Santaelenense identificada mediante proyecciones calculadas influirán en la capacidad de producción de la empresa.
2. La indagación de las maquinarias y equipos necesarios mediante un estudio técnico permitirá el diseño del área de implantación de la planta de producción de hormigón celular
3. La evaluación de la rentabilidad de la empresa productora de hormigón celular a través de un análisis financiero influirá en la viabilidad financiera del proyecto.

### **Alcance**

Esta investigación abarca únicamente en la parte teórica información relevante publicada en los últimos años sobre el producto ofertado que sustenta su uso y su importancia en la actualidad. Cabe recalcar que el estudio es netamente financiero no incluye estudios experimentales ya que se basa en ofertar un producto que fue parte de una investigación en la Universidad Estatal Península de Santa Elena dentro de la Carrera de Ingeniería Civil denominado “El hormigón celular, una alternativa para reducir el peso de las construcciones”

# CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

## 1.1. Revisión de literatura

A continuación, se muestran estudios técnicos referenciales realizados recientemente en la Provincia de Santa Elena que serán utilizados como referencia para este estudio para comprobar la validez técnica del producto que se ofrecerá en la empresa de hormigón celular propuesta en este estudio como son los bloques machihembrados de hormigón celular de densidad de  $400 \text{ kg/m}^3$ .

Dentro de la provincia de Santa Elena en el año 2019 se inició la investigación sobre el hormigón celular en la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena en la cual el primer estudio se realizó con el propósito de la participación de algunos estudiantes en un concurso de canoas de concreto auspiciado por la ESPOL en la cual resultaron ganadores (Zambrano, 2019).

Para conocer cuál es la resistencia mínima que debe obtener un hormigón celular de densidad de  $400 \text{ kg/m}^3$  se toma como referencia la resistencia a la compresión establecida en la normativa ACI 523.1R-06.

Por ejemplo (Cruz Ricardo et al., 2023) realizaron la tesis denominada **“Estudio comparativo para la fabricación de hormigón celular de densidad  $400 \text{ kg/m}^3$  con diferentes líquidos espumantes KV-LITE AFFF, Sika poro plus, RV 2020-2 y jaboncillo (*Sapindus saponaria*)”** el cuál tuvo como objetivo la fabricación de un hormigón celular de densidad de  $400 \text{ kg/m}^3$  empleando cuatro variantes de espumantes para evaluar sus características en la mezcla y en base a esto escoger la mejor combinación que logre una resistencia a la compresión igual o superior a la normativa establecida por ACI 523.1R-06. Para ello se realizaron pruebas experimentales con los cuatro diseños basados en el método gravimétrico, siguiendo las pautas establecidas por la norma ASTM C138/C138M (2014). Este método implica el cálculo preciso de la cantidad de mortero convencional, y la correspondiente cantidad de espuma para lograr un diseño de  $1\text{m}^3$  de hormigón celular con diferentes masas unitarias. Cabe recalcar que una vez realizado los primeros ensayos los autores afirman que el uso de la arena resultó perjudicial para la elaboración de hormigones celulares de densidades  $400 \text{ kg/m}^3$  ya que había problemas de asentamiento en la mezcla y bajas resistencias en las primeras pruebas de resistencia a la compresión por lo que optaron por realizar los diseños sin

arena obteniendo finalmente como resultado que a los 28 días los hormigones elaborados con espumantes KV-LITE Y RV alcanzaron una resistencia a la compresión de 0.63 MPa. Mientras que los diseños que cumplieron en resistencia con la normativa fueron los realizados con espumantes RV 2020-2+Jaboncillo y KV-LITE AFFF+Jaboncillo alcanzando una resistencia a la compresión a los 28 días de 1.05 MPa Y 1.56 MPa respectivamente. Según el análisis de precio unitario de los hormigones con buenos resultados se obtuvo que el precio para un metro cúbico para un hormigón celular de densidad de 400 kg/m<sup>3</sup> fabricado con RV 2020-2+Jaboncillo es de \$87,91 y para el fabricado con KV-LITE AFFF+Jaboncillo es de \$89,59.

Borbor Yagual & Ramos González, (2023) realizaron un estudio comparativo de tres tipos de espumantes para la fabricación de un hormigón celular de densidad de 400 kg/m<sup>3</sup> basándose en el mismo método que el del estudio anterior para el diseño de mezcla y como agente espumante se utilizó un nuevo líquido espumante denominado RV+colofonia y también se volvió a utilizar los espumantes KV-LITE AFFF y Sika Poro Plus en distintas proporciones para comprobar su comportamiento frente a la mezcla y obtuvieron los siguientes resultados en resistencia a la compresión a los 28 días. Para la mezcla con KV-LITE AFFF se alcanzó 0,88 MPa, mientras que nuevamente con el uso del espumante Sika Poro Plus se evidenció que este espumante no es apto para la fabricación de hormigones celulares de densidad de 400 kg/m<sup>3</sup> ya que presentó un asentamiento considerable a los 25 min de su encofrado motivo por el cual no se le pudo realizar la prueba de resistencia a la compresión. Finalmente, el diseño que obtuvo la mejor resistencia a la compresión fue la mezcla elaborada con RV+ Colofonia alcanzando una resistencia a la compresión de 0,99 MPa a los 28 días. Según el análisis de precio unitario realizado en este estudio el costo del diseño elaborado con espumante RV 2020 + Colofonia es de \$109,00, mientras que el elaborado con espumante KV LITE AFFF tiene un precio de \$105,68. Por su parte, el diseño elaborado con espumante Sika Poro Plus es de \$101.41. Este análisis comparativo muestra que no hay una gran variación en el costo por metro cúbico, ya que se utilizó la misma dosificación para cada tipo de espumante solo varió el costo del espumante.

La tabla descrita a continuación muestra la normativa para la fabricación de hormigones celulares de densidad de  $d = 400 \text{ kg/m}^3$  con su respectiva recomendación de uso según la resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días.

**Tabla 1.**

*Resistencia a la compresión a los 28 días y su uso recomendado en obras civiles según la normativa ACI 523.1R-06*

<b>Normativa de diseño</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión a los 28 días por normativa (MPa)</b>	<b>Uso recomendado según normativa</b>
ACI 523.1R-06	400	0,86	-Cubierta de techo.
		0,23	-Aislamiento de tuberías y paredes. -Rellenos de túneles y minas. -Rellenos en construcción de alcantarillados y carreteras.

*Nota.* Elaboración propia con datos de (ACI 523.1R-06, 2024).

La tabla descrita a continuación muestra tres estudios realizados en UPSE sobre hormigones celulares de densidad de  $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$  con su respectiva resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días y su precio unitario por  $\text{m}^3$  que varía de acuerdo con el tipo de espuma que se utiliza en cada diseño.

**Tabla 2.**

*Resultados de Resistencia a la compresión a los 28 días de hormigones celulares de densidad de  $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$  y sus precios unitarios obtenidos en investigaciones de UPSE.*

<b>Estudios realizados en UPSE</b>	<b>Resistencia a la compresión a los 28 días (MPa)</b>	<b>Precio Unitario por <math>\text{m}^3</math></b>
Hormigón celular de $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$ con espumante RV 2020-2+Jaboncillo	1,05	\$87,91
Hormigón celular de $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$ con espumante KV-LITE AFFF+ Jaboncillo	1,56	\$89,59
Hormigón celular de $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$ con RV 2020 + Colofonia	0,99	\$109,00

*Nota.* Elaboración propia con datos de (Borbor Yagual & Ramos González, 2023) y (Cruz Ricardo et al., 2023).

A continuación, se menciona un estudio de tipo financiero realizado con anterioridad que avala la rentabilidad que tiene de este tipo de empresas en la industria de la construcción.

En Ecuador el hormigón celular aún se encuentra en investigación, no hay empresas que se dediquen a la producción y elaboración de este material, solo existen propuestas como es el caso de la tesis desarrollada en el año 2015 en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en el año 2015 en donde se realizó un estudio sobre la creación de una empresa productora de bloques de hormigón celular que funcionaría en la ciudad de Ambato, en la cual se hizo un análisis técnico-financiero para conocer si sería viable su instalación. Para conocer la viabilidad técnica se elaboraron tres tipos de mezclas distintas para la elaboración de bloques que fueron sometidos a pruebas de resistencia a la compresión, luego de esto se escogió el mejor diseño con mejores resultados en resistencia, dicho modelo fue escogido como producto de venta para la empresa propuesta. Para conocer si el producto sería aceptado en el mercado se realizó una encuesta a 246 personas de la provincia de Tungurahua, este número de encuestados fue calculado de acuerdo al método de muestreo que se empleó, en este caso el de muestreo probabilístico estratificado. Para conocer la viabilidad financiera de la empresa se realizó un análisis financiero, a través del cual se pudo conocer que para cubrir los gastos iniciales de la empresa se realizó un crédito bancario por \$70.000,00 el cuál se pagaría en dividendos mensuales fijos de \$1.808,33 durante 60 meses, se realizaron los respectivos cálculos asumiendo que la empresa era de mediana capacidad, con una producción diaria de 5000 bloques de hormigón en 8 horas de trabajo. Finalmente se obtuvo como resultados que el período de recuperación de la inversión sería en dos años, además de que tiene un índice de rentabilidad de 2,92, un VAN de \$120. 749,23 y un TIR de 54,05%, motivos suficientes para concluir que el proyecto es rentable (Castillo, 2015).

## **1.2. Desarrollo teórico y conceptual**

### **1.2.1 Estudio de mercado**

El concepto de mercado debe abarcar varias variables, como los consumidores (demanda), la competencia (oferta), los proveedores (insumos) y los distribuidores

(comercialización), a lo largo de los plazos históricos, actuales y futuros (Viñán Villagrán et al., 2018).

Un estudio de mercado es una herramienta efectiva para fomentar el cumplimiento de las regulaciones y políticas de competencia. Estos análisis se sitúan en el ámbito de lo que se conoce como "Abogacía de la Competencia" (Superintendencia de telecomunicaciones, 2022).

Su objetivo principal es verificar si existe una situación de falta de competencia, es decir, si el mercado no está operando correctamente y en caso de confirmarse esta ausencia de competencia, los estudios de mercado identifican las causas principales y ofrecen recomendaciones para mejorar la competencia en ese sector (Fiscalía Nacional Económica, 2017).

#### **a) Consumidores (demanda)**

Los consumidores son aquellas personas que adquieren y utilizan productos o servicios que han comprado, ya sean bienes físicos o servicios que han sido producidos (Cahue Olvera & Cruz Reyes, 2018).

#### **b) Competencia (oferta)**

La competencia se refiere al conjunto de todas las empresas que ofrecen productos o servicios que satisfacen la misma necesidad del consumidor. Esto incluye no solo a los competidores directos, que ofrecen productos similares, sino también a aquellos que proporcionan alternativas o sustitutos reales o potenciales que un cliente podría considerar en lugar del producto o servicio que ofrece una empresa específica (Proyectos Consultoría e Formación SL, 2009).

#### **c) Proveedores (Insumos)**

Un proveedor es una entidad o persona que suministra a una empresa los recursos necesarios para su funcionamiento, ya sean materiales, mano de obra o capital. Estos recursos pueden incluir insumos físicos, servicios especializados, o financiamiento, esenciales para la producción y operación diaria del negocio (Nacional Financiera, 2004).

#### **d) Distribuidores (comercialización)**

Un distribuidor es una entidad o persona que se encarga de transportar y entregar productos o servicios al lugar donde serán comercializados. Actúa como un intermediario

entre los productores y los consumidores, facilitando la venta de bienes a través de canales tradicionales o modernos (Euroinnova, 2024).

#### **e) Técnicas para realizar un estudio de mercado**

Según (Tobar, 2019) las técnicas más comunes para realizar un estudio de mercado son las siguientes: i) **Entrevistas personales:** Las entrevistas personales han sido una de las técnicas más populares y aplicadas a lo largo de la historia por su capacidad para establecer una interacción directa con los entrevistados. La elección de los participantes puede depender de los objetivos específicos de las empresas, optando por métodos de muestreo tanto probabilísticos como no probabilísticos.(Tobar, 2019); ii) **Encuestas telefónicas:** Las encuestas telefónicas tiene menor costo que las encuestas personales puesto que en la fase de recolección de datos se reduce la cantidad de personal, además existe la posibilidad de llamar nuevamente al encuestado si es necesario, lo que ayuda a recortar gastos y agiliza tanto la circulación de información como la eficiencia de toda la investigación.(Sánchez et al., 2020); iii) **Encuestas en línea:** Consiste en enviar un conjunto de preguntas necesarias por correo u otro medio similar. Este conjunto de preguntas debe estar bien elaborado para facilitar la respuesta y la participación de quienes lo reciben. Aunque este método ahorra costos al no necesitar entrevistadores, suele tener una baja tasa de respuesta (Torres et al., 2019).

### **1.2.2. Estudio técnico**

El estudio técnico contempla la Localización, Determinación del tamaño óptimo, Ingeniería del proyecto (selección de tecnología), estudio organizacional, empresa y la Estructura Organizacional del proyecto.

#### **a) Localización del proyecto**

El propósito de la localización es evaluar diversas opciones de ubicación para el proyecto, con el objetivo de identificar el lugar que proporciona los mayores beneficios y los costos más favorables. En el caso de una empresa privada, se busca maximizar la ganancia, mientras que en un proyecto social se busca minimizar el costo unitario (Corrillo Machicado & Gutierrez Quiroga, 2016).

## **b) Determinación del tamaño óptimo**

Para evaluar la ubicación de un proyecto, se analizan dos niveles: la macro y la microlocalización. Además, se deben considerar las fuerzas locacionales, que son factores que influyen en la decisión de invertir.

**Macro localización:** Se refiere a elegir el lugar que ofrece las mejores condiciones generales dentro de un país o región, considerando: i) Proximidad a consumidores y materias primas; ii) Accesibilidad a vías de comunicación y transporte; iii) Infraestructura de servicios públicos; iv) Políticas y regulaciones locales; v) Condiciones ambientales y climáticas; vi) Intereses sociales y comunitarios.

**Micro localización:** Implica determinar el punto exacto para la construcción de la empresa y distribuir sus instalaciones en el terreno. Se consideran: i) Disponibilidad y costo de recursos (mano de obra, materias primas); ii) Factores como la ubicación de la competencia y limitaciones tecnológicas; iii) Costos de transporte de insumos y productos (Corrillo Machicado & Gutiérrez Quiroga, 2016).

## **c) Ingeniería del proyecto (selección de tecnología)**

La ingeniería de proyectos consiste en desarrollar soluciones para necesidades identificadas en diversos contextos, como el empresarial, social e individual (López et al., 2008).

La ingeniería del proyecto abarca principalmente el estudio de los siguientes elementos: i) Proceso de producción; ii) Distribución en planta; iii) Construcciones civiles (Cevallos et al., 2022).

## **d) Estudio organizacional**

Este estudio tiene como propósito definir la forma de organización que requiere la empresa con base a sus necesidades funcionales y presupuestales, abarca la evaluación del contexto legal en el que la empresa operará, junto con la determinación de la estructura organizacional más idónea a las características y necesidades del proyecto (Meza Orozco, 2017).

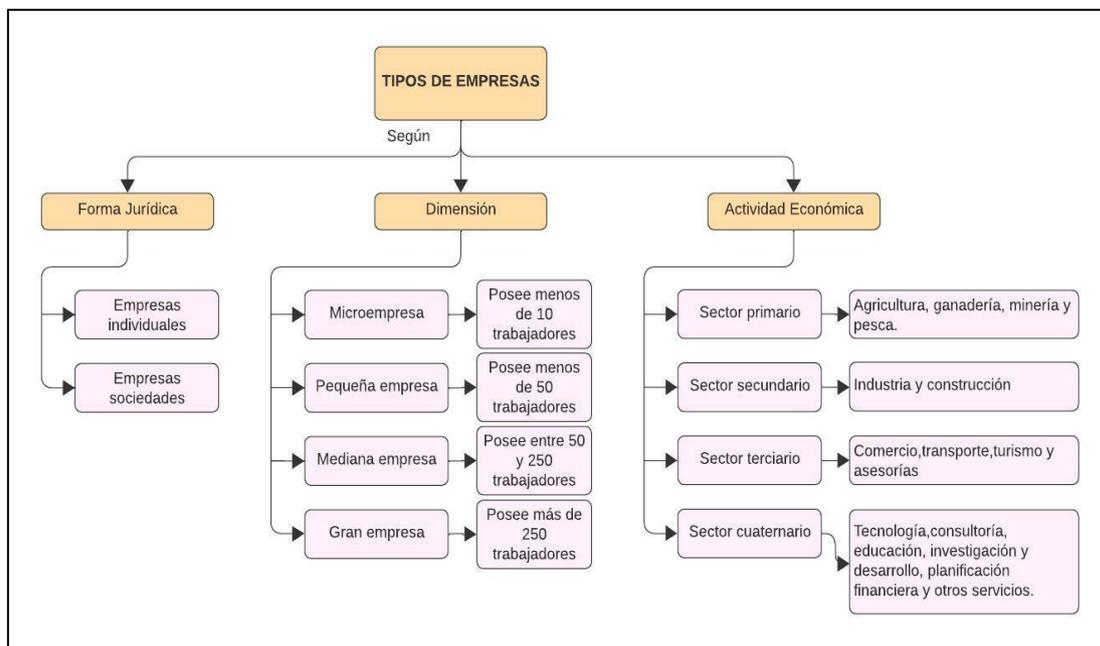
## **e) Empresa**

Es una organización en la cual se ejerce una actividad económica planificada y formal con el objetivo de obtener utilidades al involucrarse en intercambios comerciales de

bienes y servicios.(García Padilla, 2015) y se clasifican según: su forma jurídica, dimensión y actividad económica.

Figura 1.

*Clasificación de las empresas según sus categorías*



*Nota:* Elaboración propia con datos de (García Padilla, 2015)

#### f) Estructura organizacional

Dado que suele ser más simple y claro comprender una imagen, la herramienta para plasmar la estructura organizacional de una empresa es el Organigrama, que es una representación gráfica que permite visualizar funciones y relaciones, así como también los canales de autoridad formal. Los organigramas muestran todas las unidades de organización o de posición de la dirección, de forma que indica las relaciones de autoridad y mando entre los diferentes empleados (Calanoce & Salvo, 2019).

Estas unidades son las generadoras de información sobre las actividades que realizan. Por tal razón un organigrama es la base para un sistema contable que asigna responsabilidades de manera específica. Sin embargo, debe tenerse presente que antes de definir estas áreas de responsabilidad y autoridad, el diseñador de sistemas de contabilidad, debería identificar las funciones de la dirección de la empresa que deben quedar establecidas en un manual de funciones formalmente aprobado por la gerencia u otro órgano competente (Torres Gallardo, 2019).

### **1.2.3. Estudio financiero**

El análisis financiero es una evaluación que realiza la empresa en el cuál para su ejecución utiliza información histórica de la empresa y los datos obtenidos de los estados financieros con el propósito de planificar a largo, mediano y corto plazo. Este proceso resulta beneficioso para las empresas al proporcionarles la capacidad de identificar sus áreas críticas y corregir desviaciones, aprovechando de manera efectiva sus fortalezas.

El análisis financiero se convierte en un elemento imprescindible para cualquier tipo de empresa, ya sea industrial, comercial o de servicios. Este análisis desempeña un papel fundamental al proporcionar una comprensión precisa de la situación actual de la empresa. Para lograr esto, es esencial emplear indicadores como la liquidez, solvencia, eficiencia y endeudamiento (Marcillo-Cedeño et al., 2021).

#### **a) Técnicas de evaluación financiera de un proyecto de inversión**

La evaluación de un proyecto implica medir su valor, Esto se logra mediante la comparación de los beneficios esperados con los costos asociados. Este proceso busca obtener indicadores que reflejen la eficiencia en la utilización de los recursos económicos y basándose en estos resultados, se toma la decisión de llevar a cabo la inversión (Andía-Valencia et al., 2020).

El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son dos métodos de análisis de inversiones que se utilizan para conocer la posible rentabilidad de un proyecto financiero (Cevallos-Ponce, 2019).

#### **b) Valor presente neto (VAN)**

También conocida como Valor Actual Neto, es una de las técnicas de evaluación financiera más utilizadas en la evaluación de un proyecto de inversión, se relaciona con el cálculo de los ingresos y egresos futuros, traídos a valores presentes, a través de esta técnica se puede visualizar si los ingresos son mayores que los egresos (Cevallos-Ponce, 2019). El valor presente neto es una técnica que evalúa cómo el valor actual de una cantidad de dinero puede cambiar en el futuro debido a variaciones en el poder adquisitivo, es decir se considera cómo la inflación o la devaluación pueden afectar el valor real de ese dinero en el tiempo.

La fórmula para su cálculo se expresa en la Ecuación 1 descrita a continuación:

$$VPN = -P + \left(\frac{FNE}{(1+i)^1}\right) + \left(\frac{FNE}{(1+i)^2}\right) + \left(\frac{FNE}{(1+i)^3}\right) + \dots + \left(\frac{FNE}{(1+i)^n}\right)$$

**Donde:**

**VPN:** Valor presente neto.

**P:** Inversión inicial en el año 0.

**FNE:** Flujo neto de efectivo, ganancia neta después de impuestos.

**i:** Tasa de referencia que corresponde a la TMAR

**n:** Periodo anual (Ramírez et al., 2023).

Para tomar la decisión de invertir o no en un proyecto considerando el cálculo del Valor Actual Neto como método de evaluación de un proyecto de inversión es necesario tener en cuenta los siguientes criterios:

**VAN positivo:** Indica que el proyecto generará más ingresos de los que se invierten. Por lo tanto, el proyecto es rentable y debe aceptarse.

**VAN negativo:** Indica que los ingresos esperados del proyecto son inferiores a la inversión inicial. Por lo tanto, el proyecto no es rentable y debe ser rechazado.

**VAN igual a cero:** Si el VAN es cero, indica que los ingresos futuros generados por el proyecto serán iguales a la inversión inicial. En este caso, se podría considerar el proyecto como "aceptable", pero la decisión queda a criterio del analista (Fajardo Vaca et al., 2019).

#### c) **Tasa interna de retorno (TIR)**

La Tasa Interna de Retorno (TIR) busca encontrar un porcentaje que iguale el Valor Presente Neto (VPN) a cero. No hay una fórmula directa para calcular la TIR, por lo que su determinación se realiza mediante métodos de ensayo y error. Si la TIR supera el rendimiento necesario, la inversión podría considerarse (Hernández Allauca et al., 2019).

Los criterios de aceptación basados en la Tasa Interna de Retorno (TIR) son clave para evaluar si un proyecto es financieramente viable. A continuación, se detallan los aspectos esenciales a considerar:

**TIR es mayor a la tasa esperada:** El proyecto es atractivo financieramente, ya que genera beneficios adicionales después de cubrir los costos.

**TIR es menor a la tasa esperada:** El proyecto no es viable, ya que existen mejores alternativas. Dentro de este escenario pueden mostrarse dos resultados: TIR menor a la expectativa, pero mayor a 0 que significa que los ingresos apenas cubren los egresos, sin generar beneficios extras o una TIR menor a cero que quiere decir que el proyecto presenta pérdidas ya que los ingresos no alcanzan a cubrir los egresos.

**TIR es igual a la tasa esperada:** El proyecto es indiferente frente a las alternativas, pero si no hay otras opciones, debería ejecutarse ya que cubre los costos (Mete, 2014).

### 1.3. Conceptos de Hormigón celular

El hormigón celular se considera una solución interesante por sus propiedades aislantes termoacústicas esto lo convierte en un material eficiente desde el punto de vista energético (Pérez et al., 2018). El beneficio más destacado del hormigón celular es la reducción del peso, lo cual hace que los elementos estructurales tengan un tamaño o espesor menor y así lograr obtener espacios más grandes, y los elementos no estructurales tengan conductividades térmicas más bajas que el hormigón convencional debido a la estructura porosa en su interior (Xiaoyu Shang, 2020).

Figura 2.

*Aplicación de hormigón celular en obra*



*Nota:* Tomada de (Xiaoyu Shang, 2020).

#### 1.3.1. Bloques de hormigón celular

El bloque de hormigón celular, también llamado bloque espumoso o aireado, es un material de construcción muy ligero, con un peso que varía entre 10.5 y 12.5 kg, utilizado

para construir paredes en estructuras. Se compone de arena fina, cal, cemento, agua y un agente expansor que puede ser en forma de gas o espuma. (Sarango Estrella, 2017)

La empresa NUH GAZBETÓN en Turquía fabrica bloques de hormigón celular autoclaveado machihembrados de densidad de 400 kg/m<sup>3</sup> de dimensiones descritas en la figura a continuación (NUH GAZBETON, 2018).

Figura 3.

*Diseño de bloque machihembrado de la empresa NUH Gazbeton*

BLOQUES MACHIHEMRADOS		DIMENSIONES DEL PRODUCTO						
	ESPESOR	100	125	150	190	200	250	300
	ALTURA	250						
	LONGITUD	600						
	CLASES DE PRODUCTO	G2/350 - G2/400						

*Nota:* Tomada de (Xiaoyu Shang, 2020)

### 1.3.2. Ventajas del hormigón celular

Ventajas en la producción son: **i)** Prefabricado: paneles, bloques; **ii)** Transporte; **iii)** Trabajabilidad; **iv)** Ligereza manejo del material; **v)** Piezas de mayor tamaño; **vi)** Precisión de los elementos fabricados, exactitud dimensional (Arbitro, 2016).

Ventajas en la construcción son: **i)** Rapidez de construcción, más liviano permite manipular elementos de mayor tamaño; **ii)** Los elementos pueden ser cortados, aserrados y clavados; **iii)** Reducción de la mano de obra; **iv)** Facilidad de terminación, para elementos preformados, permite revoques muy finos desde 4 mm logrando terminados de calidad; **v)** Liviano, disminuye las sobrecargas en la estructura y fundaciones, lo que permite obtener elementos estructurales más delgados y de luces más grandes (Arbitro, 2016).

**Ventajas en las habitaciones son:** **i)** Aislamiento térmico, por las burbujas de aire incorporada la conductividad térmica se reduce; **ii)** Aislamiento Acústico, absorción acústica de hasta 4 veces, mejorando el confort habitacional; **iii)** Ventilación natural, traspaso del aire entre los poros; **iv)** Impermeabilidad, las micro celdas de aire impiden que las moléculas de agua penetren en su interior impidiendo que la humedad se transmita por capilaridad.; **v)** Aislamiento al fuego, Es estanco al fuego y a los gases; **vi)** Plagas, material inorgánico que no favorece a la formación de plagas, resistente a los hongos, insectos (Arbitro, 2016).

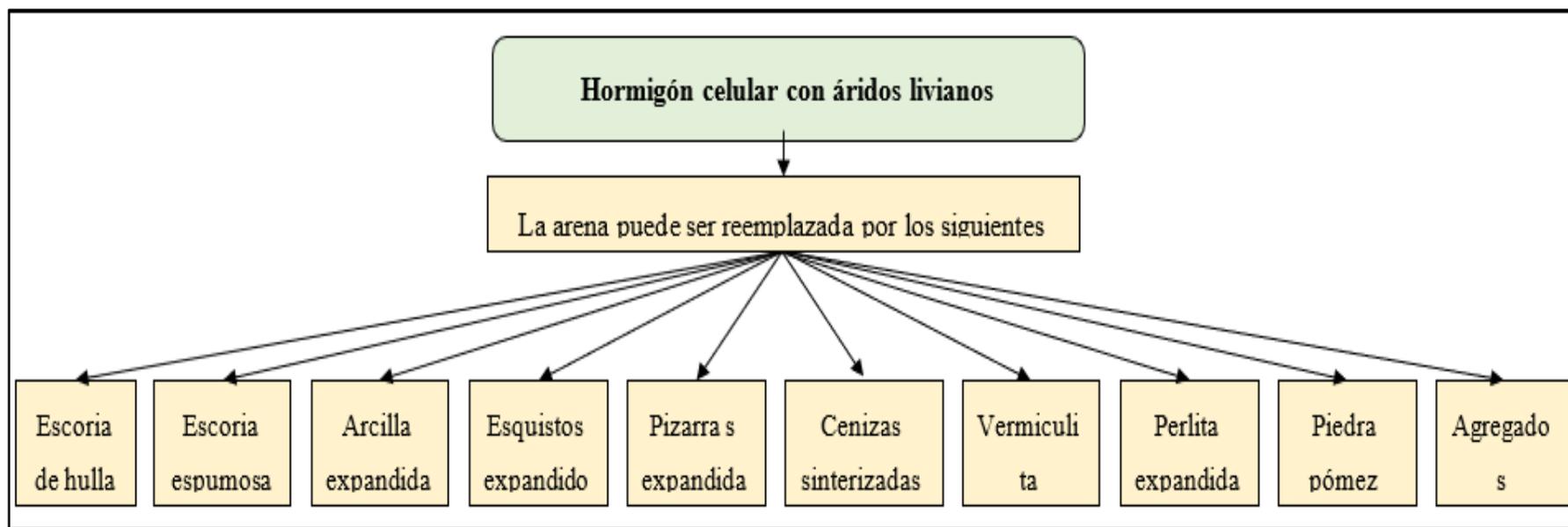
### 1.3.3. Técnicas para obtención de Hormigón celular

Según (ARBITO CONTRERAS, 2016) existen dos técnicas para la obtención de hormigón celular:

Hormigón celular con áridos livianos. Al reemplazar el árido fino que forma parte que forma parte de la mezcla en parte o en su totalidad por cualquiera de los áridos livianos mostrados en la figura 5 se obtiene un hormigón celular.

Figura 4.

*Materiales que pueden ser reemplazados por la arena para fabricación de hormigón celular*



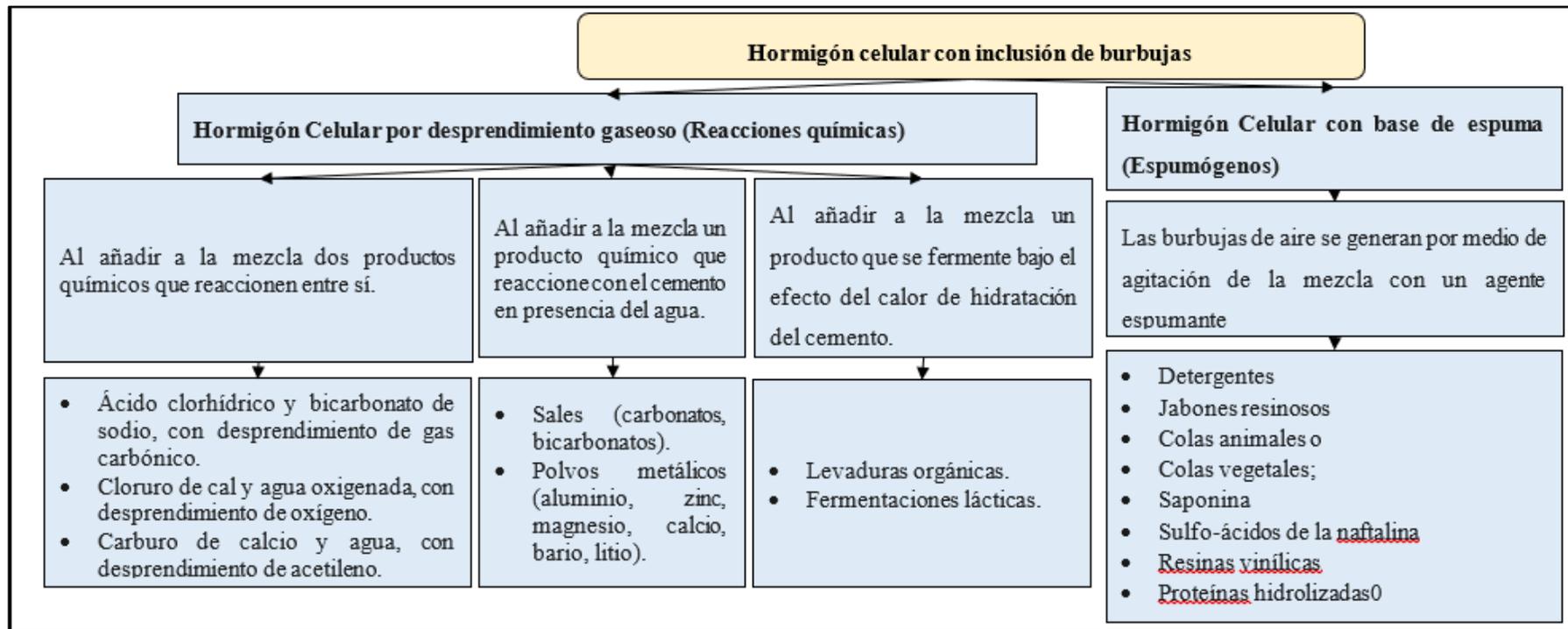
*Nota:* Elaboración propia con datos de (ARBITO CONTRERAS, 2016)

a) **Hormigón celular por inclusión de burbujas**

Para elaborar un hormigón celular por inclusión de burbujas existen dos métodos mostrados en la figura .

Figura 5.

*Submétodos para obtención de hormigón celular por inclusión de burbujas*



*Nota:* Elaboración propia con datos de (ARBITO CONTRERAS, 2016).

#### **1.3.4. Materia prima empleada para la fabricación de bloques de hormigón celular.**

Los materiales principales para elaborar un hormigón celular son:

##### **a) Cemento**

**Definición:** Es la mezcla de cal, sílice, alúmina y dióxido de hierro, como generalmente estas sustancias no se encuentran en las proporciones anheladas en un solo material se mezcla caliza (rica en cal) y arcilla o margas (pobres en cal pero con mayor contenido de alúmina y dióxido de hierro) (DUDA, 2021).

**Producción:** Según el Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Hormigón en el año 2015 la comercialización a nivel nacional del cemento gris estuvo representada mayormente por tres empresas: 17,66% (UCEM S.A.), 23,61% (UNACEM ECUADOR) y 58,73% (HOLCIM), las mismas que cuentan con cinco plantas cementeras distribuidas en las ciudades de Guayaquil, Riobamba, Otavalo, Latacunga y Azogues (LEÓN VELEZ & GUILLÉN MENA, 2020).

**UCEM S.A.:** Es una empresa Ecuatoriana privada que se dedica a la producción y comercialización de cemento, hormigón premezclado y prefabricados a nivel nacional, los cementos que distribuyen son de las marcas Chimborazo, Guapán y Manabí.

**UNACEM ECUADOR.:** Es una empresa dedicada a la producción y comercialización de cemento, y concreto y energía. Los cementos que distribuyen son de las marcas Selvalegre, Campeón Y Armaduro.

**HOLCIM ECUADOR S.A.:** Es una empresa con más de 100 años de trayectoria dedicada a la producción de cemento, concreto, agregados y soluciones, No están asociados con otras marcas de cemento únicamente son distribuidores de su propia marca.

El tipo de cemento que se debe utilizar para la fabricación de los bloques de hormigón celular es un cemento de alta resistencia inicial (Tipo HE). En el medio se encuentran disponibles tres marcas de este tipo de cemento como lo son: El cemento Holcim Premium Tipo HE, el cemento Chimborazo Tipo HE y el cemento Atenas Tipo HE. Las tablas y figuras descritas a continuación muestran los datos técnicos y el precio actual de cada uno de ellos.

**Tabla 3.**

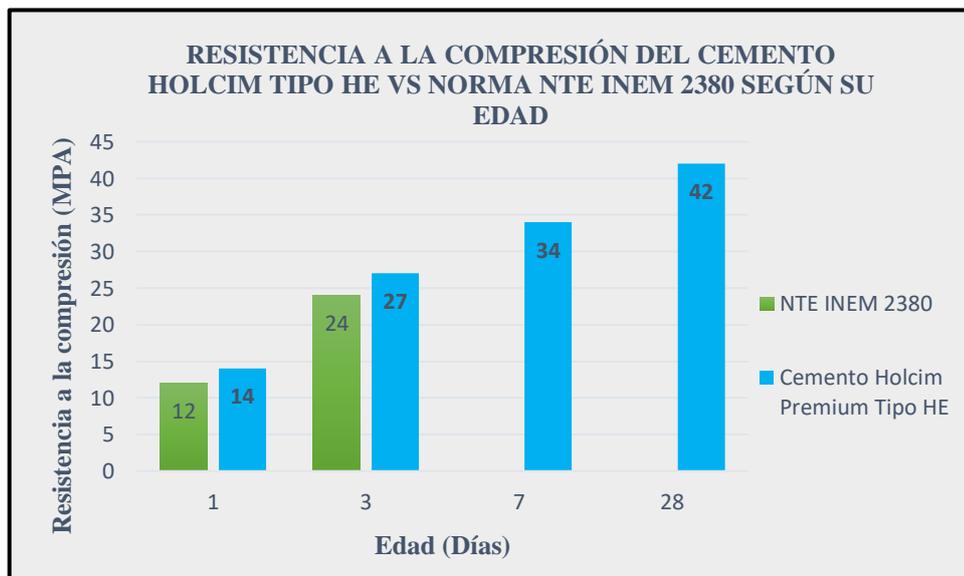
*Especificaciones técnicas del cemento Holcim Premium (Tipo HE)*

Requisitos Físicos	INEM 2380	Valor Referencial
Expansión en autoclave (%)	0.80	-0.02
Fraguado Vicat Inicial (min)	45	130
Fraguado Vicat Final (min)	420	
Contenido de aire mortero, en volumen, %	—	5
Expansión en barras de mortero 14 días, % máximo	0.02	0.002

*Nota.* Elaboración propia con datos de (Holcim, 2024).

**Figura 6.**

*Diagrama de resistencia a la compresión del cemento Holcim Tipo He según sus edades*



*Nota.* Elaboración propia con datos de (Holcim, 2024).

**Tabla 4.**

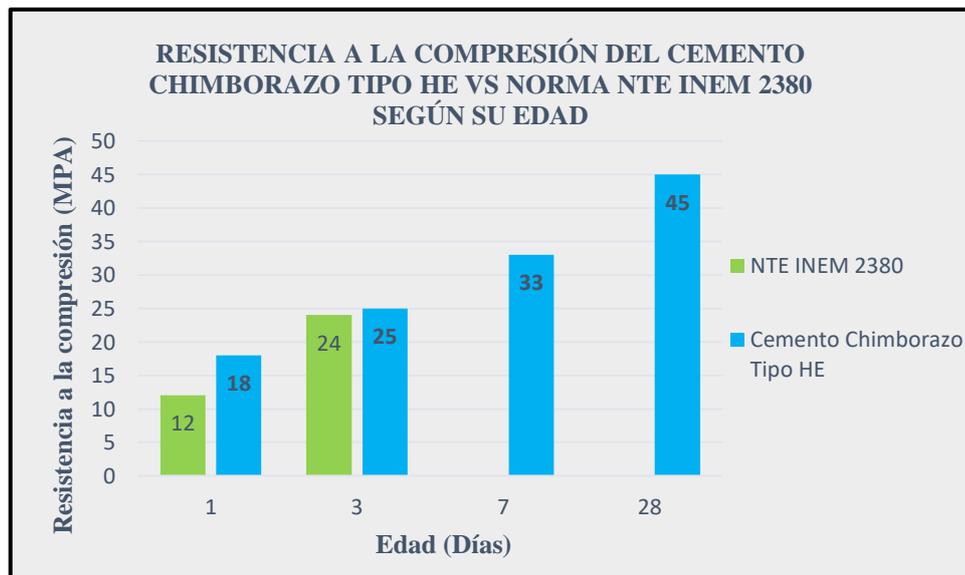
*Especificaciones técnicas del cemento Chimborazo (Tipo HE)*

Requisitos Físicos	INEM 2380	Cemento Chimborazo Superior Portland Puzolanico
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	—	2.92
Expansión en autoclave (%)	0.80	0,0013
Fraguado Vicat Inicial (min)	45	150
Fraguado Vicat Final (min)	420	240
Expansión en barras de mortero 14 días, % máximo	0.02	0.012

*Nota.* Elaboración propia con datos de (UCEM, 2024).

Figura 7.

*Diagrama de resistencia a la compresión del cemento Chimborazo Tipo He según sus edades*



*Nota.* Elaboración propia con datos de (UCEM, 2024).

**Tabla 5.**

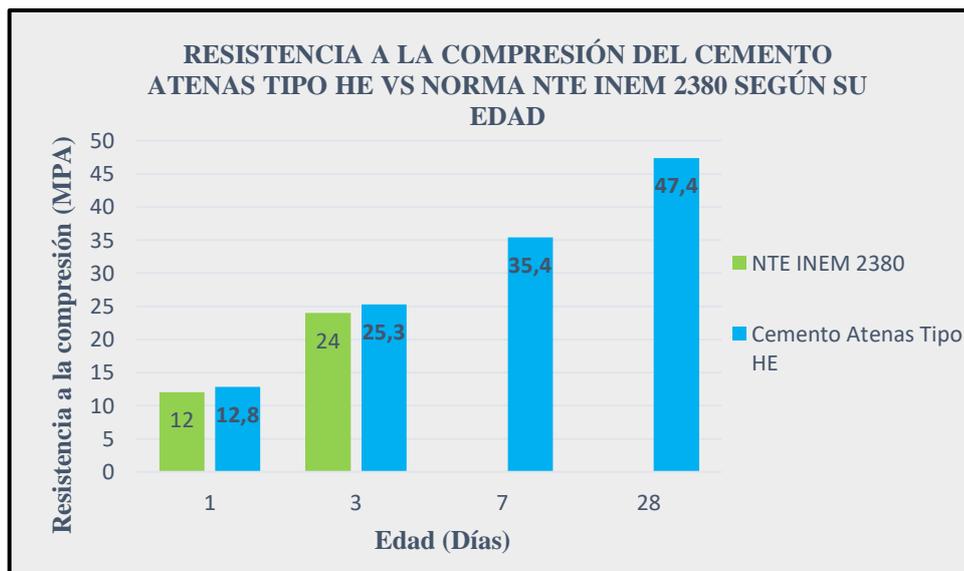
*Especificaciones técnicas del cemento Atenas (Tipo HE)*

Requisitos Físicos	INEM 2380	Valor Referencial Atenas
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	—	3.00
Expansión en autoclave (%)	0.80	-0.07
Fraguado Vicat Inicial (min)	45	219
Fraguado Vicat Final (min)	420	263
Contenido de aire mortero, en volumen, %	—	7.70
Expansión en barras de mortero 14 días, % máximo	0.02	-0.022

*Nota.* Elaboración propia con datos de (Atenas, 2024).

Figura 8.

*Diagrama de resistencia a la compresión del cemento Atenas Tipo He según sus edades*



*Nota.* Elaboración propia con datos de (Atenas, 2024).

**Tabla 6.**

Costo puesto en Obra, cotizado en las distribuidoras que ofertan los cementos tipo He existentes en el medio

Descripción	Distribuidora	Precio Unitario/Ton	Imagen
Cemento “Holcim Premium” Tipo HE	Holcim Planta Guayaquil	\$165,00	
Cemento “Chimborazo” Tipo HE	Distribuidora Pila	\$174,00	
Cemento “Atenas” Tipo HE	Contruex	\$140,00	

*Nota.* Elaboración propia con datos de cotizaciones a las diferentes distribuidoras.

### b) Arena

La arena es un relleno de la mezcla de hormigón celular. No participa en la reacción, pero la calidad del producto terminado depende de sus propiedades. La arena debe ser fina y limpia, sin grandes inclusiones, arcillas y limos.

Según la empresa rusa AltaiStroyMash quien lleva 29 años de experiencia en hormigón celular afirma que una forma de aumentar la calidad de los bloques de hormigón celular

es considerando el tamaño de la partícula de la arena que se va a utilizar en la mezcla de hormigón celular, ya que al hacer esto tendremos como resultado lo siguiente: i) Los bloques de hormigón celular se vuelven más fuertes; ii) Se desmoronan o rompen menos durante el transporte; iii) Aumenta la homogeneidad del hormigón celular.

Si la fracción es grande, con partículas mayores a 3 mm, la mezcla se irá separando a medida que asciende. Las partículas grandes se depositan en el fondo de la mezcla y forman capa densa. Dichos bloques pueden desmoronarse con mayor facilidad y afectan sus propiedades, especialmente su conductividad térmica. La calidad del hormigón celular mejora con la finura de la arena. Sin embargo, esta dependencia tiene un límite. Si la arena es demasiado fina la humedad se acumulará más, lo que agrietar o encoger los bloques. Estos efectos se pueden observar con tamaños de fracción de hasta 0,2 mm.

**La arena según su tamaño de partícula se clasifica en:** i) **Arena fina:** se refiere a los granos que pasan a través de un tamiz de 1 mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25 mm; ii) **Arena media:** comprende los granos que pasan a través de un tamiz de 2.5 mm de diámetro y quedan retenidos por otro de 1 mm; iii) **Arena gruesa:** son partículas que pasan a través de un tamiz de 5 mm de diámetro y son retenidas por otro de 2.5 mm (Muñoz Macías et al., 2019).

Tomando en cuenta estas sugerencias y de acuerdo con la clasificación del tipo de arena existente se recomienda trabajar con arena fina.

Figura 9.

*Arena fina*



*Nota: Foto tomada en el laboratorio de Suelos y Asfalto de la UPSE*

### c) Agua

El agua utilizada para la fabricación del mortero debe ser limpia y no debe contener aceites, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras sustancias que puedan causar daño al mortero, de ser posible agua potable (Galvan Romero & Guzman Julio, 2020).

### d) Espumantes

La estructura porosa del hormigón celular se logra mediante la introducción de huecos de aire creados por agentes espumantes mediante métodos mecánicos o químicos; sin embargo, la uniformidad de la forma, el tamaño, la cantidad y la distribución de los huecos suele ser difícil de controlar, principalmente debido a la estabilidad de la espuma (Sherong Zhang, 2020).

Dentro del Ecuador existen pocas marcas de espumantes que se comercializan para fabricar hormigón celular, entre ellas están: Sika Poro Plus y Kv-Lite AR AFF Foam concéntrate 3x3 y 3x6% .

Durante la ejecución del proyecto “El hormigón celular, una alternativa para reducir el peso de las construcciones” de la UPSE, se logró desarrollar un agente espumante que está compuesto por un surfactante natural *Sapindus Saponaria*, también conocido como árbol de jabón o jaboncillo que es muy conocido en el Ecuador. Es una planta que se utiliza tradicionalmente como fuente natural de saponinas, compuestos químicos con propiedades espumantes y detergentes.

Figura 10.

*Espuma RV2020+Jaboncillo*



*Nota:* Foto tomada durante el proceso de investigación de la espuma RV2020+Jaboncillo del proyecto “El hormigón celular, una alternativa para reducir el peso de las construcciones” realizado en la UPSE en los años 2022-2024.

### 1.3.5 Usos del hormigón celular

El hormigón celular según algunas investigaciones puede ser usado principalmente para los siguientes propósitos:

a) **Aislante térmico en edificaciones:**

El hormigón celular es un material ligero con baja conductividad térmica propuesto para envolventes de edificios en climas cálidos, que ofrece un ahorro potencial de energía del 15 al 28% en comparación con el hormigón convencional (Borbon-Almada et al., 2020).

b) **Elaboración de capas de subbase para pavimentos:**

Se ha demostrado que las capas de subbase de hormigón celular son una alternativa viable a los materiales de subbase tradicionales, ya que reducen la presión de las subrasantes durante la construcción hasta en un 78% con densidades que oscilan entre 400 y 600 kg/m<sup>3</sup> (Oyeyi et al., 2023).

c) **Relleno geotécnico:**

El hormigón celular se utiliza como material de relleno en diversas aplicaciones geotécnicas, como paredes de tierra estabilizadas mecánicamente, cimientos y relleno de huecos.(Yu-qiu Ye et al., 2022).

d) **Paneles divisorios:**

Los paneles de hormigón celular se utilizan generalmente para dividir los espacios interiores y se pueden usar en varios tipos de edificios, incluidas estructuras residenciales, comerciales, industriales e institucionales, lo que demuestra su versatilidad en diferentes proyectos de construcción (C C Joshy & Thomas Subin, 2020).

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

En este apartado se detalla los métodos y técnicas que fueron empleados para recopilar la información necesaria para dar respuesta a los objetivos de este estudio.

### 2.1. Contexto de la investigación

La investigación se llevará a cabo en la provincia de Santa Elena, cantón La Libertad, la ubicación de la empresa será en un terreno dentro del sector industrial de La Libertad, diagonal a la UPSE, atrás de la Agencia de Coca Cola. El motivo por el cual se escoge este lugar para el proyecto es debido a que, siendo una zona declarada Industrial, tendrá un menor impacto con las áreas residenciales puesto que la operación de una bloquera puede generar ruido y tráfico, lo que puede ser una molestia para las áreas residenciales. Además, existen este tipo de fábricas cercanas como hormigoneras operando allí como “Hormipen”, lo cual indica que las regulaciones y permisos para la operación de este tipo de negocio no implican un problema municipal. Además, Santa Elena al ser una nueva provincia se encuentra en constante desarrollo con numerosos proyectos en marcha y un creciente interés de inversionistas nacionales y extranjeros y hay una oferta diversa de empresas constructoras, arquitectos y profesionales del sector para satisfacer las necesidades de construcción de la provincia (Moreno, 2019).

Figura 11.

*Localización de la empresa*



## **2.2. Diseño y alcance de la investigación**

La presente investigación es de tipo no experimental porque se basa en datos existentes. En cuanto al alcance de la investigación es de tipo correlacional ya que este tipo de alcance se refiere a la naturaleza y los límites de un estudio que busca establecer relaciones entre dos o más variables, sin manipular activamente ninguna de ellas. En otras palabras, la investigación correlacional busca determinar si existe una relación estadística entre dos o más variables, pero no implica la manipulación directa de esas variables para establecer una relación de causa y efecto (Arias et al., 2020).

## **2.3. Tipo y métodos de investigación**

El estudio realizado fue clasificado como tipo cuantitativo, ya que se basa en la recolección de datos cuantitativos que fueron obtenidos mediante el registro de los censos publicados en la página principal del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la provincia de Santa Elena y que serán útiles para el análisis estadístico de la muestra de la población (Jiménez, 2020).

El método de investigación empleado es de tipo Hipotético-Deductivo en el cuál, la lógica de la investigación científica se basa en la formulación de leyes universales y el establecimiento de condiciones iniciales relevantes que forman el principio básico de construcción de la teoría. Las leyes generales mencionadas provienen de especulaciones, no de consideraciones inductivas. Así, las leyes universales pueden corresponder a proposiciones como: "Si ocurre X, ocurrirá Y" o, por casualidad, "Si ocurre Y con probabilidad P, entonces ocurrirá X" (Hernández Chanto, 2008).

## **2.4. Población y muestra**

La técnica para hallar la muestra en este estudio es la de muestreo probabilístico estratificado, que es un método en el que la población compuesta por una cantidad definida de unidades experimentales se subdivide en X número de estratos dependiendo del rango de la variable de interés que puede ser sexo, edad, nivel socioeconómico, dimensiones, productividad, entre otros y partiendo de esta división se hace un muestreo aleatorio simple de cada estrato para definir la muestra significativa (Almaguer & Franco, 2022).

Por otro lado (Mucha Hospinal et al., 2021) señalan que en el contexto de la investigación científica los modelos matemáticos utilizados en la técnica de muestreo probabilístico o al azar garantizan la equiprobabilidad para determinar la muestra de estudio, de modo que todos los sujetos tienen la misma probabilidad de integrar la muestra.

Para el cálculo del tamaño de la muestra y la estratificación de este estudio se inicia con el uso del valor de la población actual de la Provincia de Santa Elena, para su estratificación se tomará en cuenta los datos de la población económicamente activa. Debido a que los datos requeridos no existen se realizará una proyección mediante el uso del método geométrico que consiste en considerar que a iguales periodos de tiempo el mismo porcentaje de incremento de la población, se asume un crecimiento de la población de tipo exponencial. Para el cálculo de este incremento se utiliza la fórmula del interés compuesto. Para el cálculo del incremento de crecimiento se requiere del conocimiento de al menos tres censos en espacios de tiempo relativamente cortos, a fin de obtener un valor promedio de esta tasa. Para ello se tomará en cuenta los datos de los tres últimos censos realizados en los años 2001, 2010 y 2022 dentro del país.

**Datos:**

**Tabla 7.**

*Datos de la población de Santa Elena según los últimos censos INEC*

AÑO DE CENSO	SITIO	POBLACIÓN	POBLACIÓN (PAE)
2001	La Libertad	77646	26104
	Santa Elena	111671	35750
	Salinas	49572	16253
	Prov. Santa Elena	238889	78107
2010	Prov. Santa Elena	308693	108930
2022	Prov. Santa Elena	385735	150836

**Nota:** Para la obtención de los datos del año 2001 se realizó la sumatoria de los tres cantones que conforman ahora la provincia de Santa Elena. Elaboración propia con datos de (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024)

**Ecuaciones:**

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}}} - 1$$

**Donde:**

$P_f$  = Población final (Proyección)

$T_f$  = Tiempo en años final (Proyección)

$P_{uc}$  = Población último censo

$T_{uc}$  = Tiempo en años último censo

$P_{ci}$  = Población censo inicial

$T_{ci}$  = Tiempo en años censo inicial

$r$  = tasa de crecimiento anual

**a) Cálculo de población futura (año 2024)**

$$r_1 = \left( \frac{385.735}{238.889} \right)^{\frac{1}{2022-2001}} - 1$$

$$r_1 = 0.023$$

$$P_{f1} = 385.735 * (1 + 0.023)^{2024-2022}$$

$$P_{f1} = 403.745$$

$$r_2 = \left( \frac{308.693}{238.889} \right)^{\frac{1}{2010-2001}} - 1$$

$$r_1 = 0.029$$

$$P_{f1} = 306,538 * (1 + 0.029)^{2024-2010}$$

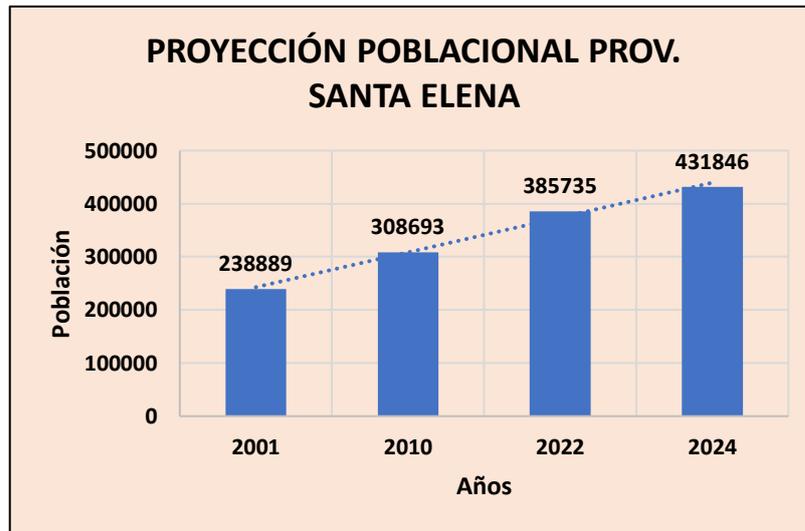
$$P_{f1} = 459.947$$

$$P_{2024} = \frac{403.745 + 459.947}{2} = 431.846 \text{ habitantes.}$$

A continuación, se muestra una gráfica con los resultados de la proyección poblacional obtenida.

Figura 12.

*Proyección de la población de la Provincia de Santa Elena 2001-2024*



*Nota.* Elaboración propia con datos de (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024).

Una vez calculada la población proyectada se procede a calcular de la misma forma la población económicamente activa para para el presente año utilizando los siguientes datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos descritos a continuación:

**b) Cálculo de población futura económicamente activa (año 2024)**

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}}} - 1$$

$$r_1 = \left( \frac{150.836}{78.107} \right)^{\frac{1}{2022 - 2001}} - 1 = 0.032$$

$$P_{f1} = 150.836 * (1 + 0.032)^{2024 - 2022} = 160.593$$

$$r_2 = \left(\frac{108.930}{78.107}\right)^{\frac{1}{2010-2001}} - 1$$

$$r_1 = 0.038$$

$$P_{f1} = 108.930 * (1 + 0.038)^{2024-2010}$$

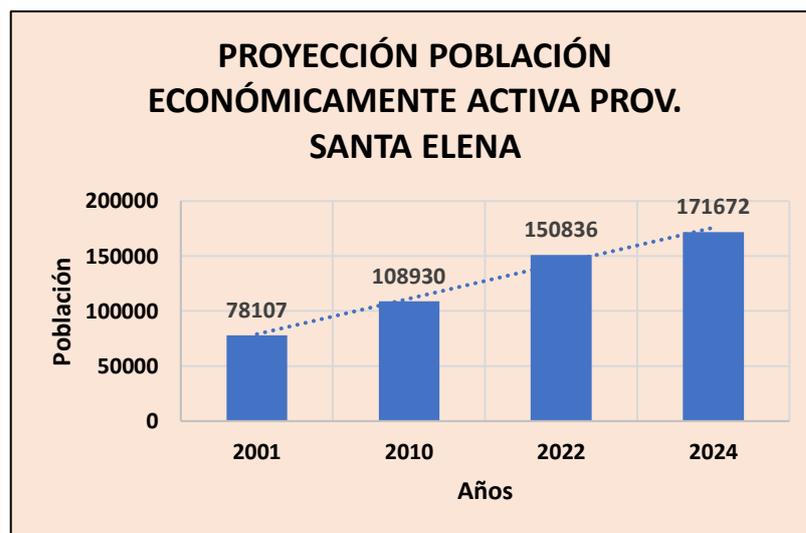
$$P_{f1} = 182.751$$

$$P_{PEA 2024} = \frac{160.593+182.751}{2} = 171.672 \text{ habitantes.}$$

A continuación, se muestra una gráfica con los resultados de la proyección de la población económicamente activa para el año 2024.

Figura 13.

*Proyección de la población económicamente activa de la Provincia de Santa Elena 2001-2024*



*Nota.* Elaboración propia con datos de (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024)

El tamaño de la muestra para esta investigación se calcula utilizando el mismo método de proyección previamente mencionado, empleando los datos de los censos del INEC correspondientes a los años 2021, 2022 y 2023, con el fin de determinar la población objetivo. Se toma como variable principal el número de permisos de construcción proyectados para el año 2024, ya que, en conjunto con los datos de las áreas promedio de

construcción de viviendas en la provincia de Santa Elena, permite estimar la demanda proyectada de bloques en dicha provincia para el año 2024.

## **2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos empleada en esta investigación es de tipo cuantitativa, ya que permite obtener datos numéricos precisos que facilitan el análisis estadístico. Con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, se definieron los procedimientos pertinentes para uno de ellos.:

- a) En la identificación de la demanda actual y proyectada de los bloques machihembrados de hormigón celular o similares a este en el mercado Santaelenense se fundamentó en la información proporcionada por los últimos censos realizados por la INEC, que constituyen una fuente confiable y exhaustiva de datos sociodemográficos y económicos a nivel nacional.

El censo provee información para realizar estudios de profundidad de interés social, demográfico, económico, entre otros y sus cifras se usan para la elaboración de proyecciones de población y en la construcción de marcos muestrales y finalmente estos datos se convierten en referencia para las investigaciones (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024).

- b) En la Indagación de las maquinarias y los equipos necesarios para la implantación de la planta de producción de bloques machihembrados de hormigón celular estuvo basada en información por medio de proformas recolectadas de varias empresas Internacionales que se dedican a la venta de estos equipos.
- c) La información para la evaluación de la rentabilidad de la empresa estuvo fundamentada en la recolección de datos de costos de producción y operación de la empresa y el análisis financiero se lo realizó bajo criterios establecidos en el libro Preparación y Evaluación de Proyectos de Nassir Sapag Chain, sexta edición, el cual proporciona una guía estructurada y ampliamente reconocida en el ámbito de la evaluación de inversiones.

## **2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.**

Para el levantamiento de información en este estudio, se utilizó datos secundarios provenientes del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y los registros de permisos de construcción en la provincia de Santa Elena. La elección de estos datos se fundamenta en la metodología rigurosa y los controles de calidad aplicados por el INEC, que aseguran la representatividad, precisión y confiabilidad de la información. La validez de estos datos radica en su cobertura amplia y su actualización reciente, lo cual los hace adecuados para realizar proyecciones a corto plazo (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024).

## **CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados que se muestran a continuación muestran una secuencia como respuesta a cada uno de los objetivos planteados en este estudio.

### **3.1. Estudio de mercado**

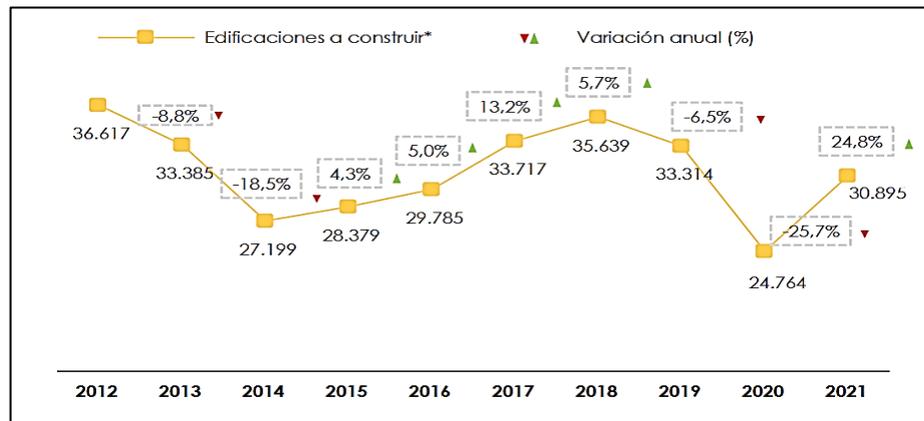
En esta sección se presenta el producto que se desea ofertar a los clientes de la fábrica de bloques, así como la descripción de sus principales características. También se determina el segmento del mercado a quién será dirigido el producto, así como la oferta, demanda y precio de venta del mismo.

#### **3.1.1. Crecimiento de la industria de la construcción**

Según los resultados de las Estadísticas de Edificaciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se puede analizar el comportamiento del sector de la construcción y el mercado inmobiliario. En su boletín de julio de 2022, el INEC indicó que, desde 2015, el número de edificaciones creció anualmente en un 7% hasta 2018. Sin embargo, en 2019 y 2020, debido a la crisis económica y sanitaria causada por la COVID-19, las construcciones cayeron en un 6,5% y 30,4%, respectivamente. En 2021, el sector mostró señales de recuperación con un aumento del 24,8% en el número de edificaciones (Ramos et al., 2022).

Figura 14.

*Edificaciones a construir serie 2012-2021*



*Nota:* Tomado de (Ramos et al., 2022)

### 3.1.2. Análisis de la Oferta

Después de realizar varias entrevistas a varias empresas y personas que se dedican a la venta de bloques y según un reporte publicado por diario Extra en la web se pudo conocer cuál es la oferta de bloques dentro de la provincia teniendo como resultado que la mayoría estas bloqueras fabrican 2000 bloques diarios. (Diario Extra, 2022).

#### a) Producto Ofrecido

La oferta de la empresa se centra exclusivamente en la producción y comercialización de bloques de hormigón celular machihembrados, con una densidad de  $400 \text{ kg/m}^3$ . Este tipo de bloque, diseñado con un sistema de ensamblaje tipo Lego, destaca por su precisión y facilidad de uso, lo que permite una instalación rápida y eficiente. Las principales características de este producto son: i) **Densidad de  $400 \text{ kg/m}^3$** : Lo que garantiza un bloque liviano, fácil de manipular y transportar; ii) **Diseño machihembrado**: Facilita el ensamblaje de los bloques sin necesidad de mortero en las juntas, reduciendo el tiempo y costo de instalación; iii) **Dimensiones (ancho x largo x espesor)**: (50 cm x 25 cm x 10 cm); iv) **Resistencia a la compresión a los 28 días**: 1 MPa

#### b) Ventajas Competitivas

El análisis del producto revela varias ventajas competitivas que lo posicionan favorablemente frente a alternativas tradicionales como los bloques de concreto o

ladrillos convencionales entre ellas está su ligereza, aislamiento térmico y acústico, resistencia al fuego y facilidad de instalación.

#### **c) Mercado Objetivo**

La oferta de bloques machihembrados se orienta principalmente a proyectos de construcción de viviendas y edificaciones no estructurales. Su ligereza y facilidad de ensamblaje los hacen ideales para construcciones rápidas, proyectos de vivienda de bajo costo y edificaciones que priorizan la eficiencia energética. Además, estos bloques son altamente atractivos para proyectos que buscan reducir costos en transporte y mano de obra como son: i) **Sector residencial:** Viviendas unifamiliares, edificios multifamiliares de baja altura; ii) **Proyectos de eficiencia energética:** Construcciones que buscan certificaciones ecológicas o que priorizan la reducción del consumo energético; iii) **Constructores y desarrolladores:** Que valoren la rapidez de instalación y los ahorros en costos de obra.

#### **d) Posicionamiento en el Mercado**

Al enfocarse en un solo tipo de bloque, la empresa se posiciona como un proveedor especializado de bloques ligeros y altamente eficientes para construcción rápida. Esta especialización le permite destacarse frente a competidores que ofrecen una gama más amplia de productos, pero sin la precisión y facilidad de uso que proporcionan los bloques machihembrados. Además, el enfoque en la densidad de 400 kg/m<sup>3</sup> le permite cubrir un nicho específico en el mercado que prioriza el aislamiento térmico y acústico, sin sacrificar la durabilidad o el rendimiento estructural.

#### **e) Estrategia de Precio**

Después de realizar un análisis detallado de los costos de producción, que incluye equipos, mano de obra y materiales, se ha determinado que el precio unitario de los bloques de hormigón celular machihembrados (con densidad de 400 kg/m<sup>3</sup>) es de \$1,38 por bloque, lo cual indica que los bloques de hormigón celular machihembrados tienen un costo ligeramente superior al de los bloques convencionales, debido a su diseño especializado, a sus dimensiones superiores y a las ventajas que ofrecen en términos de

instalación y eficiencia. Sin embargo, a largo plazo, los ahorros en tiempo de construcción y en costos operativos (aislamiento térmico) los hacen una opción más económica para los constructores.

#### f) Perspectivas de Expansión

A medida que el mercado de la construcción continúa evolucionando hacia soluciones más sostenibles y eficientes, se espera que la demanda de productos como los bloques de hormigón celular aumente. La empresa está bien posicionada para aprovechar este crecimiento al enfocarse en bloques ligeros y fáciles de instalar, que se alinean con las tendencias de construcción rápida y eficiente.

#### g) Análisis de la demanda

Para estimar la demanda de bloques de construcción en la provincia de Santa Elena, se utilizaron datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) correspondientes a los años 2020, 2021 y 2022. La principal variable empleada para esta estimación fueron los permisos de construcción otorgados en dichos años.

El cuadro descrito a continuación muestra los principales materiales de construcción utilizados para la elaboración de paredes de las viviendas de tipo residencial en la provincia de Santa Elena en los últimos años según datos del censo del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

**Tabla 8.**

*Porcentaje de consumo de principales materiales de construcción para paredes en viviendas de la provincia de Santa Elena*

AÑO	% CONSUMO DE	% CONSUMO DE	% CONSUMO DE OTROS
	BLOQUES EN VIVIENDAS SANTA ELENA	LADRILLOS EN VIVIENDAS SANTA ELENA	EN VIVIENDAS SANTA ELENA
2020	96,06%	2,15%	1,79%
2021	95,53%	4,33%	0,14%
2022	96,74%	1,53%	1,73%

**Nota:** Fuente: Elaboración propia con datos de (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2023).

Como se puede observar el bloque ocupa el mayor porcentaje de materiales de construcción utilizados para la elaboración de paredes, lo que resalta la importancia de este material dentro del sector de la construcción y se prevé que la demanda de este material será sostenible en la provincia Santa Elena

Para hallar la demanda actual de bloques de construcción en la provincia de Santa Elena, se tomó como base los datos oficiales del INEC sobre áreas de construcción y permisos de construcción para viviendas. Partiendo de un diseño rectangular para cada vivienda, se calculó un área promedio de paredes por unidad mediante el perímetro de cada área construida, que luego se multiplicó por una altura promedio de pared de 2.8 metros, obteniendo así el área total de paredes por vivienda. Posteriormente, se utilizó un factor corrector de 12.5 bloques/m<sup>2</sup>, adecuado para bloques de 40x20x10 cm, lo que permitió estimar el número de bloques necesario para cubrir la superficie de pared calculada.

Tras consultas con representantes de los GAD de la provincia de Santa Elena, se ajustó la demanda inicial, dado que los permisos de construcción considerados cubren principalmente viviendas urbanas. Para representar de manera más precisa la demanda total de bloques, se aplicó un factor de corrección de 3, que contempla otras edificaciones además de las viviendas con permiso, tales como edificios, áreas sociales, comercios, urbanizaciones, así como construcciones informales y rurales.

A este valor corregido se le aplicó un segundo factor de 5, que representa el porcentaje estimado de viviendas construidas sin permisos de construcción. Esta doble corrección permite proyectar una demanda de bloques más realista y representativa para toda la provincia. A continuación, se muestra el procedimiento para el cálculo de esta demanda:

Para el cálculo de la demanda de bloques de construcción para el año 2024 se considera que la demanda de bloques se mantiene igual a la del año 2022, por lo que se procederá a calcular partiendo de los datos registrados en el INEC correspondientes al año 2022.

## Cálculo de la demanda de bloques para el año 2024

**Tabla 9.**

*Mediana de áreas de vivienda por cantón de tipo residencial 2020-2024*

AÑO	ÁREA DE VIVIENDAS EN SANTA ELENA ( $m^2$ )	ÁREA DE VIVIENDAS EN SALINAS ( $m^2$ )	ÁREA DE VIVIENDAS EN LA LIBERTAD ( $m^2$ )
2020	145	102	56
2021	151	115	56
2022	152	111	56
2024	152	111	56

*Nota:* La tabla muestra las áreas promedio de viviendas registrados en el INEN de los tres cantones que conforman la provincia de Santa Elena durante los años 2020,2021 Y 2022.

Fuente: Elaboración propia con datos de (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2023).

## Cálculo del área total de paredes por vivienda 2024

Datos:

Àrea de construcción Santa Elena: 152

Àrea de construcción Salinas: 111

Àrea de construcción La Libertad: 56

Para calcular el área de paredes promedio de las viviendas de cada cantón primero se calcula el perímetro considerando que las viviendas son de tipo rectangular y que tienen una altura de pared de 2,8 m, entonces:

### Viviendas del cantón Santa Elena

$$\text{Lado}_1 = 10 \text{ m}$$

$$\text{Lado}_2 = 15,2 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro} = (\text{Lado}_1 \times 2) + (\text{Lado}_2 \times 2)$$

$$\text{Perímetro} = (10 \times 2) + (15,2 \times 2)$$

$$\text{Perímetro} = (20) + (30,4)$$

$$\text{Perímetro} = 50,4 \text{ m}$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = (\text{Perímetro}) \times (\text{Altura})$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = (50,4 \text{ m}) \times (2,8 \text{ m})$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = 141 \text{ m}^2$$

#### **Viviendas del cantón Salinas**

$$\text{Lado}_1 = 10 \text{ m}$$

$$\text{Lado}_2 = 11,1 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro} = (\text{Lado}_1 \times 2) + (\text{Lado}_2 \times 2)$$

$$\text{Perímetro} = (10 \times 2) + (11,1 \times 2)$$

$$\text{Perímetro} = (20) + (22,2)$$

$$\text{Perímetro} = 42,2 \text{ m}$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = (\text{Perímetro}) \times (\text{Altura})$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = (42,2 \text{ m}) \times (2,8 \text{ m})$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = 118 \text{ m}^2$$

#### **Viviendas del cantón La Libertad**

$$\text{Lado}_1 = 7 \text{ m}$$

$$\text{Lado}_2 = 8 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro} = (\text{Lado}_1 \times 2) + (\text{Lado}_2 \times 2)$$

$$\text{Perímetro} = (7 \times 2) + (8 \times 2)$$

$$\text{Perímetro} = (14) + (16)$$

$$\text{Perímetro} = 30 \text{ m}$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = (\text{Perímetro}) \times (\text{Altura})$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = (30 \text{ m}) \times (2,8 \text{ m})$$

$$\text{Área de paredes una vivienda} = 84 \text{ m}^2$$

Una vez obtenidas las áreas de paredes para cada tipo de vivienda y considerando que por cada  $\text{m}^2$  se utilizan 12,5 bloques de dimensiones de tipo convencional ( $40 \times 20 \times 10$ ) cm, se tiene que:

$$\begin{aligned} & \text{Cantidad de bloques/vivienda} \\ &= \left( \text{Área de paredes/vivienda} \right) \times \left( \text{N}^\circ \text{ de bloques/m}^2 \right) \end{aligned}$$

#### **Viviendas del cantón Santa Elena**

$$\text{Cantidad de bloques/vivienda} = \left( 141,12 \text{ m}^2/\text{vivienda} \right) \times \left( 12,5/\text{m}^2 \right)$$

$$\text{Cantidad de bloques/vivienda} = 1764 \text{ bloques}$$

#### **Viviendas del cantón Salinas**

$$\text{Cantidad de bloques/vivienda} = \left( 118,16 \text{ m}^2/\text{vivienda} \right) \times \left( 12,5/\text{m}^2 \right)$$

$$\text{Cantidad de bloques/vivienda} = 1477 \text{ bloques}$$

#### **Viviendas del cantón La Libertad**

$$\text{Cantidad de bloques/vivienda} = \left( 84 \text{ m}^2/\text{vivienda} \right) \times \left( 12,5/\text{m}^2 \right)$$

$$\text{Cantidad de bloques/vivienda} = 1050 \text{ bloques}$$

Una vez obtenidas la cantidad de bloques necesarias para cada prototipo de vivienda de los tres cantones que conforman la provincia de Santa Elena según el área promedio de construcción se puede calcular una demanda inicial a partir de la cantidad de permisos de construcción registrados en el INEC para este año.

**Tabla 10.***Números de permisos de construcción 2020-2022*

AÑO	Nº DE PERMISOS	Nº DE PERMISOS	Nº DE	Nº DE
	DE	DE	PERMISOS DE	PERMISOS DE
	CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN
	EN SANTA ELENA	EN SALINAS	EN LA LIBERTAD	ANUAL EN LA
				PROVINCIA DE
				SANTA ELENA
2020	98	95	82	275
2021	149	161	354	664
2022	146	143	205	494

**Nota:** La tabla muestra el número de permisos de construcción registrados en el INEN de los tres cantones que conforman la provincia de Santa Elena durante los años 2020,2021 Y 2022. Fuente: Elaboración propia con datos de (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2023)

Demanda inicial

$$= \left( \text{Cantidad de bloques} / \text{vivienda} \right) \\ \times (\text{N}^\circ \text{ de permisos de construcción})$$

#### **Demanda inicial Santa Elena**

$$\text{Demanda inicial} = (1764) \times (146)$$

$$\text{Demanda inicial} = 257.544 \text{ bloques}$$

#### **Demanda inicial Salinas**

$$\text{Demanda inicial} = (1477) \times (143)$$

Demanda inicial = 211.211 bloques

### **Demanda inicial La Libertad**

Demanda inicial =  $(1050) \times (205)$

Demanda inicial = 215.250 bloques

### **Demanda inicial total provincia Santa Elena**

$= (257.544 + 211.211 + 215.250)$  bloques

**Demanda inicial total provincia Santa Elena (2024) = 684.005 bloques**

Como esta demanda inicial fue calculada solo con base a los permisos de construcción de viviendas de uso residencial de la provincia de Santa Elena, entonces para poder obtener una demanda representativa también se tomará en cuenta el uso de este material en otras construcciones, como edificios, áreas sociales, sector comercial, urbanizaciones y construcciones informales y rurales que según en conversatorios con representantes de los GADs. de la provincia de Santa Elena estas construcciones representan 3 veces más la demanda inicial calculada, por lo que se procede a multiplicar este valor por un factor de corrección de 3.

### **Cálculo de la demanda anual de bloques**

$\text{Demanda total anual bloques (2024)} = (684.005) \times (3) \times (5)$

$\text{Demanda total anual bloques (2024)} = 10'260.075$

## **3.2. Estudio Técnico**

En esta sección se pretende evaluar la viabilidad de producir bloques de hormigón celular, analizando el proceso de producción, equipo y maquinaria para la producción esperada, la inversión en estructura, instalaciones y servicios, mantenimiento y depreciación, distribución de la planta y su localización.

### 3.2.1. Maquinarias propuestas

El cuadro descrito a continuación muestra información general de las maquinarias propuestas para este proyecto que fue elaborado con base a las proformas recolectadas de diferentes empresas internacionales que ofrecen servicio de venta de máquinas especializadas en hormigón celular según las necesidades del proyecto.

**Tabla 11.** .

*Listado de máquinas productoras de hormigón celular en venta alrededor del mundo*

No	Nombre de empresa	País de origen	Modelo	Capacidad de producción por hora	Tipo de alimentación	Precio CIF	Tiempo de Garantía
1	Keming Mechanical and electrical Equipment Co., Ltd.	China	KFP-40-20A	2 m <sup>3</sup> /h	Electricidad	\$5.120,00	1 año
2	Cristal Wang	China	FP05	5 m <sup>3</sup> /h	Electricidad	\$6.500,00	2 años
3	Procretex	Miami, USA	PROCRETE CH PROLAC 200	6 m <sup>3</sup> /h	Electricidad	\$27.000,00	1 año
4	Cristal Wang	China	FP10B	10 m <sup>3</sup> /h	Electricidad	\$10.500,00	2 años

No	Nombre de empresa	País de origen	Modelo	Capacidad de producción por hora	Tipo de alimentación	Precio CIF	Tiempo de Garantía
5	Nazcan Global imports and exports Co. Ltd.	Tailandia	T10	10 m <sup>3</sup> /h	Eléctrica y diésel	\$5200,00	1 año
6	Aimix Group Co., Ltd.	China	ZS-80 <sup>a</sup>	30 m <sup>3</sup> /h	Eléctrica	\$29.900,00	1 año
7		China	ZS-40 <sup>a</sup>	50 m <sup>3</sup> /h	Eléctrica	\$35.900,00	1 año
8		China	ZS-60 <sup>a</sup>	60 m <sup>3</sup> /h	Eléctrica	\$40.600,00	1 año

**Nota:** Máquinas productoras de hormigón celular cotizadas en varias empresas internacionales con características específicas según las necesidades del proyecto. Fuente: Elaboración propia con datos de proformas enviadas por varias empresas del mundo.

### 3.2.2. Descripción de la máquina elegida

Para seleccionar la máquina adecuada para la fabricación de bloques de hormigón celular, se realizó un estudio de mercado en la provincia de Santa Elena. Este análisis permitió identificar la demanda de bloques y con base en esta información, se eligió una máquina cuya capacidad de producción cubre un porcentaje significativo de la demanda (6,83%), y que, además, ofrece la posibilidad de aumentar la producción en el futuro. A continuación, se muestra el procedimiento de cálculo realizado.

$$\text{Demanda total bloques}_{2024} = 10'260.075$$

Ahora considerando este valor y tomando en cuenta que por cada  $m^3$  de hormigón celular se puede obtener 80 bloques machihembrados de hormigón celular de dimensiones de 0.50x0.25x0.10 podemos decir que la máquina elegida puede fabricar hasta 1'401.600 bloques anuales operando durante las 24 horas del día, los 365 días del año.

$$\text{Máquina para fabricar } 2 \text{ m}^3/\text{h} \text{ de hormigón celular} = 160 \text{ bloques/hora}$$

$$\text{Bloques/año} = 160 \text{ bloques/hora} * 24 \text{ horas/día} * 365 \text{ días/año} = 1'401.600$$

Cabe recalcar que la empresa al inicio de sus operaciones operará con el 50% de la capacidad instalada de la máquina, es decir empezará produciendo 700.800 bloques/año lo cual representa una optimización en el consumo de energía y reduce el desgaste de los equipos. Además, esta configuración permite cierta flexibilidad para aumentar la producción en caso de incrementos en la demanda o para realizar tareas de mantenimiento sin comprometer la meta diaria de producción.

A continuación, se muestra ciertas características generales de la máquina elegida:

**Tabla 12.**

*Características generales de la bomba mezcladora de hormigón celular FP05*

<b>Variable</b>	<b>Característica</b>
Modelo	Línea de espuma de cemento KFP-40-20A
Capacidad de la bomba	2 $m^3/h$
Capacidad del mezclador	0,5 $m^3/6 \text{ min}$
Motor de bomba	4 KW
Motor de mezclador	4 KW
Bomba de agua	0,75 KW

<b>Variable</b>	<b>Característica</b>
Generador de espuma	2,2 KW
Distancia de entrega (vertical/horizontal)	(80/20) m
Presión de salida	1,5 Mpa
Dimensión (bomba)	(1150 × 650 × 600)mm
Dimensión (mezclador y generador de espuma)	(1200 × 1000 × 600)mm
Peso (bomba)	300 kg
Peso (mezclador, bomba de agua y generador de espuma)	250 kg

**Nota:** La tabla muestra las características generales de la máquina que será utilizada para la fabricación de bloques de hormigón celular en la empresa. Fuente: Elaboración propia con datos de proforma enviada por la empresa “Keming Mechanical and electrical Equipment Co., Ltd.” de China

Además, se incluye un silo para el almacenamiento de cemento con una capacidad de hasta 20 toneladas. Este equipo es fundamental en una planta productora de bloques de hormigón celular, ya que permite conservar el cemento en condiciones óptimas, protegido de la humedad y del contacto con el aire, lo que evita su endurecimiento y la pérdida de sus propiedades físicas y químicas.

A continuación, también se detalla algunas características principales de cada componente de la máquina de hormigón celular KFP-40-20A, la misma que fue escogida para operar en la empresa, ya que cumple con las características necesarias requeridas para la fabricación de bloques de hormigón celular.

**Tabla 13.**

*Características generales de los componentes de la máquina de hormigón celular KFP-40-20A*

<b>Componente</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Foto</b>
Generador de espuma	<p>Potencia: 2,2 KW</p> <p>Distancia de entrega (vertical/horizontal): (60/10) m</p> <p>Capacidad: <math>20 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p>Dimensión: (1300 × 500 × 800)mm</p> <p>Peso: 150 kg</p>	
Bomba de manguera KH-40	<p>Potencia: 4 KW</p> <p>Capacidad: <math>3 - 4 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p>Capacidad de flujo: 50 L/min</p> <p>Presión: 1,5 Mpa</p> <p>Máximo tamaño de agregado: 4 mm</p> <p>Máxima succión: 5 m</p> <p>Dimensión empaquetada: (1 × 770 × 665)mm</p>	

Componente	Parámetro	Foto
Mezclador de lechada KIJ 750 L (pala mezcladora de doble anillo)	Volumen del barril de mezcla: 750 L Potencia de salida nominal: 4 KW Velocidad de rotación nominal: 41 r/min Dimensión: (2000 × 800 × 1900)mm Peso: 450 kg	
Transportador de tornillo KS 165	Potencia: 3 KW Longitud: 3 m	
Máquina completa		

**Nota:** La tabla muestra las características generales de los componentes de la máquina KFP-40-20A. Fuente: Elaboración propia con datos de proforma enviada por la empresa “Keming Mechanical and electrical Equipment Co., Ltd.” de China.

### 3.2.3. Proceso de producción

La máquina KFP-40-20A está diseñada para la producción de hormigón celular y funciona mediante un proceso eficiente y especializado que integra varias etapas:

### Etapa 1: Generación de espuma

Utiliza un generador de espuma, que trabaja con un agente espumante. Este dispositivo produce una espuma uniforme y estable, que es esencial para lograr las propiedades de ligereza y aislamiento del hormigón celular.

### Etapa 2: Mezclado del material base

La máquina cuenta con una mezcladora que combina los materiales básicos, como la lechada de cemento, agua y otros componentes, para formar la base del hormigón celular.

### Etapa 3: Combinación de la espuma y la mezcla

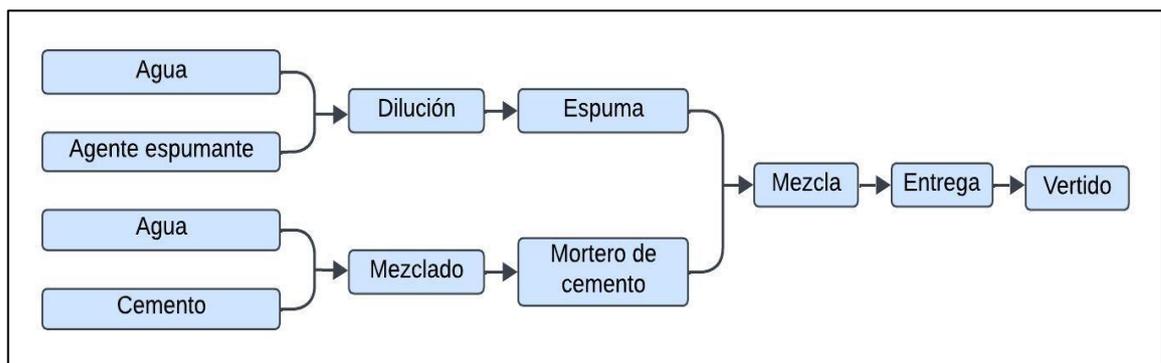
Una vez preparada la espuma y la lechada de cemento, ambas se integran en el sistema, donde se mezclan cuidadosamente. Este paso es crucial para garantizar que la espuma se distribuya de manera uniforme en la mezcla, logrando así la densidad deseada del hormigón celular.

### Etapa 4: Sistema de bombeo

El producto final, que es el hormigón celular, pasa a través de un sistema de bombeo. Este sistema tiene la capacidad de: i) **Colocar el material en sitio:** Ideal para aplicaciones de relleno, nivelación o aislamiento térmico; ii) **Llenar moldes:** Para fabricar bloques u otros productos prefabricados de hormigón celular.

Figura 15.

Diagrama de etapas de funcionamiento de la máquina SP05



*Nota.* Elaboración propia con datos de “Keming Mechanical and electrical Equipment Co., Ltd”

### 3.2.4. Materias primas

Los bloques de hormigón celular de densidad de  $400 \text{ kg}/\text{m}^3$  son fabricados con cemento, agua y un agente espumante.

#### a) Cemento

El cemento que se va a utilizar para la fabricación de los bloques de hormigón celular será el cemento Chimborazo tipo HE debido a que esta investigación toma como referencia un diseño de mezcla elaborado con este tipo de cemento.

Figura 16.

*Presentación en saco del cemento Chimborazo Tipo HE*



*Nota:* La imagen muestra la presentación comercial del cemento Chimborazo distribuido en la provincia de Santa Elena. Fuente: (Unión Cementera Nacional, 2024).

#### b) Agua

Para la elaboración de los bloques de hormigón celular se utilizará el agua potable cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano, la cuál es distribuida por la empresa Aguapen E.P. en la provincia de Santa Elena (Aguapen E.P., 2022).

Figura 17.

*Aspecto físico del agua potable proporcionada por Aguapen E.P.*



*Nota:* Foto tomada en el laboratorio de Suelos y Asfalto de la UPSE

## Espumante

El agente espumante que se utilizará para la fabricación de los bloques de hormigón celular es uno elaborado a partir de un tensoactivo químico, un tensoactivo natural, un estabilizante y un espesante, denominado RV2020+Jaboncillo que fue elaborado en el año 2023 dentro del laboratorio de Suelos y asfalto de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena en el proyecto “El hormigón celular, una alternativa para reducir el peso de las construcciones”, el cuál fue escogido debido a que posee características óptimas para la fabricación de bloques de hormigón celular de densidad de  $400 \text{ kg/m}^3$ , además de que al ser de origen peninsular se tiene mayor disponibilidad de este producto a cómodos precios en comparación con otros agentes espumantes distribuidos en el país.

Figura 18.

*Elaboración de agente espumante RV2020+Jaboncillo*



*Nota:* La imagen muestra cómo es el proceso de elaboración del agente espumante RV2020+Jaboncillo que se utilizará para la elaboración de bloques de hormigón celular.  
Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, la tabla descrita a continuación describe las características físicas de este producto.

**Tabla 14.**

*Datos Técnicos del agente espumante RV2020+Jaboncillo*

---

<b>Características</b>	
Apariencia	Líquida/ Viscosa
Color	Café
PH (25°C)	6,6
Solubilidad	Agua
Rendimiento	0,8

---

*Nota:* Elaboración propia con datos del proyecto “El hormigón celular, una alternativa para reducir el peso de las construcciones” realizado en la UPSE en los años 2022-2024.

### **3.2.5. La empresa**

Se tomó la decisión de denominar a la empresa bloquera “**Light Concrete Ecuador**” dicho nombre fue escogido porque se quería comunicar de manera clara y directa la principal ventaja del producto: la ligereza y eficiencia del hormigón celular. El término “**Light Concrete**” resalta la característica esencial del hormigón, que es más ligero y manejable que el hormigón tradicional, ofreciendo beneficios significativos en términos de transporte y construcción. Además, que al mencionar el país en el nombre de la empresa permite conocer la ubicación geográfica en donde opera la empresa y así poder conectarla con el mercado local facilitando que los clientes identifiquen como una opción confiable y accesible en el país. Se espera que este nombre refleje el compromiso con la innovación y la calidad en la industria de la construcción.

### **3.2.6. Misión**

Producir y comercializar bloques de hormigón celular de alta calidad que contribuyan a la construcción de edificaciones más sostenibles, eficientes y seguras. Nos comprometemos a ofrecer soluciones innovadoras y personalizadas que satisfagan las

necesidades de nuestros clientes, generando valor para nuestros empleados, accionistas y la sociedad.

### **3.2.7. Visión**

Ser líderes en el mercado de materiales de construcción sostenibles, reconocidos por nuestra capacidad de innovación, calidad de productos y compromiso con el medio ambiente. Aspiramos a expandir nuestra presencia a nivel nacional e internacional, convirtiéndonos en un referente en la construcción de edificaciones ecológicas.

### **3.2.8. Valores de la empresa**

**Innovación:** Fomentamos la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar continuamente nuestros productos y procesos.

**Calidad:** Nos esforzamos por mantener los más altos estándares de calidad en cada etapa de la producción, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Sostenibilidad:** Promovemos prácticas responsables con el medio ambiente, minimizando el impacto de nuestras operaciones y fomentando el uso de materiales ecológicos.

**Compromiso:** Nos dedicamos a cumplir con las expectativas de nuestros clientes, empleados y comunidades, actuando con integridad y responsabilidad.

**Trabajo en equipo:** Valoramos la colaboración y el esfuerzo colectivo, entendiendo que el éxito de nuestra empresa depende del trabajo conjunto de todos sus miembros.

### **3.2.9. Localización de la planta**

La planta de bloques de hormigón celular estará ubicada en la provincia de Santa Elena, específicamente en el sector industrial de La Libertad, diagonal a la UPSE, atrás de la Agencia de Coca Cola, en un terreno esquinero de 1000 m<sup>2</sup> (50 m<sup>2</sup> frente × 20 m<sup>2</sup> fondo) con acceso por 3 lados de las calles dentro del parque industrial de La Libertad, diagonal a la UPSE, atrás de la Coca Cola, terreno cerrado en todo su perímetro con pared de 3 m de alto, dispone de un portón de metal para camiones de carga y cuenta con un área de 200 m<sup>2</sup> de construcción de losa y techado en obra gris por terminarse en una zona segura a una cuadra de la calle principal con acceso a agua potable,

alcantarillado y energía eléctrica. El terreno por su ubicación estratégica está a una cuadra de la calle principal, y; 10 minutos del centro de Salinas, 5 minutos del centro de La Libertad, y 10 min del centro de Santa Elena, por la calle principal pasan todos los transportes públicos.

### 3.3. Estudio financiero

En esta sección se detalla el procedimiento seguido para calcular la rentabilidad del proyecto. Es importante señalar que el análisis financiero se ha proyectado a un horizonte de 5 años. La metodología utilizada para este análisis se basó en los lineamientos establecidos en el libro Preparación y Evaluación de Proyectos de Nassir Sapag Chain, sexta edición, el cual proporciona una guía estructurada y ampliamente reconocida en el ámbito de la evaluación de inversiones (Nassir Sapag Chain, 2014).

#### 3.3.1. Análisis de precio unitario (APU)

A continuación, se muestra el análisis de precio unitario de un bloque de hormigón celular machihembrado de dimensiones (0,50x0,25x0,10) m

**Tabla 15.**

*Análisis de precio unitario (APU)*

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
<b>RUBRO:</b>	1,00	UNIDAD	U		
<b>DETALLE:</b>	Bloque machihembrado de hormigón celular D400 (0,5*0,25*0,10) m				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,02
Máquina para fabricar bloques de hormigón celular	1,00	1,38	1,38	0,01	0,01
Moldes para bloques de hormigón celular	1,00	0,27	0,27	1,00	0,27
SUBTOTAL M=					0,29
<b>MANO DE OBRA</b>					

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Técnico laboral	1,00	4,42	4,42	0,01	0,06
Peón (estr. ocp. E2)	6,00	4,14	24,84	0,01	0,31
SUBTOTAL N=					0,37
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Cemento tipo HE Chimborazo (50 Kg)	Ton	0,004	140,00	0,53	
Agua	m3	0,001	0,79	0,001	
Espuma RV2020+Jaboncillo (dilución 1:10)	Lt	0,42	0,03	0,01	
SUBTOTAL O=					0,54
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P=					
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1,20
INDIRECTOS					0,00
UTILIDAD					
15%					0,18
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,20
<b>VALOR OFERTADO O</b>					
<b>PRECIO DE VENTA \$</b>					1,38

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.2. Ingresos por ventas

Para calcular los ingresos totales por ventas primero se debe conocer la capacidad de producción con la que iniciará la empresa. Para ello la empresa Light Concrete Ecuador en base al estudio de mercado realizado y a la demanda insatisfecha encontrada decide iniciar sus operaciones con el 50% de la capacidad instalada de la máquina, es decir para el año 2024 empezará produciendo 700.800 bloques cantidad que representa el 7,35% de la demanda del mercado y se estima que el crecimiento de la demanda de la empresa será del 1% cada año siendo conservador.

Entonces:

Sí la máquina puede producir en 1 hora hasta 160 bloques, se la configurará para que fabrique 80 bloque en una hora.

$$\text{Capacidad máxima de la máquina (100\%)} \ 2 \ m^3/h = 160 \ \text{bloques/hora}$$

$$\text{Capacidad máxima de la máquina (50\%)} \ 2 \ m^3/h = 80 \ \text{bloques/hora}$$

$$\text{Bloques / año} = 80 \ \text{bloques/hora} * 24 \ \text{horas/día} * 365 \ \text{días/año}$$

$$(\text{Bloques}) / \text{año} = 700.800$$

Y se estima un incremento constante de 1% cada año. Con estos datos y con el precio unitario de cada bloque se hallará los ingresos totales por ventas proyectados a 5 años detallados en el cuadro a continuación:

**Tabla 16.**

*Ingresos proyectados 2024-2029*

<b>Año</b>	<b>Capacidad máxima de producción al año</b>	<b>Ingreso total</b>
2024	700.800	\$966.394,09
2025	766.675	\$1.057.235,13
2026	838.743	\$1.156.615,24
2027	917.584	\$1.265.337,07
2028	1.003.837	\$1.384.278,75
2029	1.098.198	\$1.514.400,96

*Nota:* Elaborado por el autor.

### **3.3.3. Gastos administrativos**

Dentro de los gastos administrativos se considera el salario de todos los empleados de la empresa la cual iniciará sus operaciones en el año 2024 con el siguiente personal y con los salarios descritos a continuación

- 1 Gerente General (\$1500,00)
- 1 Ingeniero Civil (\$1000,00)
- 1 Secretaria (\$460,00)

Para determinar el ajuste anual de los salarios del Gerente General y del Ingeniero Civil, cuyas remuneraciones superan el salario básico se utilizará como base la inflación acumulada hasta diciembre de 2024, la cual fue del 0,53%, según el índice de precios al consumidor. Este porcentaje se aplicará al salario actual para calcular el nuevo monto. En cambio, para ajustar anualmente el salario de la secretaria, se consideró un incremento fijo del 2,17% por año. Con estos valores, se elaboró una proyección a cinco años de los gastos administrativos totales de la empresa, que se presenta a continuación.

**Tabla 17.**

*Gastos administrativos de la empresa proyectados 2024-2029*

<b>Gastos Administrativos</b>						
<b>Años</b>	<b>Recurso humano</b>	<b>Salario mensual</b>	<b>Salario Anual</b>	<b>Décimo tercero</b>	<b>Décimo cuarto</b>	<b>Total</b>
2024	Gerente general	\$1.500,00	\$18.000,00	\$1.500,00	\$460,00	\$19.960,00
	Ingeniero civil	\$1.000,00	\$12.000,00	\$1.000,00	\$460,00	\$13.460,00
	Secretaria	\$460,00	\$ 5.520,00	\$460,00	\$460,00	\$6.440,00
	<b>Total</b>					<b>\$39.860,00</b>

---

**Gastos Administrativos**

---

<b>Años</b>	<b>Recurso humano</b>	<b>Salario mensual</b>	<b>Salario Anual</b>	<b>Décimo tercero</b>	<b>Décimo cuarto</b>	<b>Total</b>
2025	Gerente general	\$1.507,95	\$18.095,40	\$1.507,95	\$470,00	\$20.073,35
	Ingeniero civil	\$1.005,30	\$12.063,60	\$1.005,30	\$470,00	\$13.538,90
	Secretaria	\$470,00	\$5.640,00	\$470,00	\$470,00	\$6.580,00
	<b>Total</b>					<b>\$40.192,25</b>
2026	Gerente general	\$1.515,94	\$18.191,31	\$1.515,94	\$480,22	\$20.187,47
	Ingeniero civil	\$1.010,63	\$12.127,54	\$1.010,63	\$480,22	\$13.618,38
	Secretaria	\$480,22	\$5.762,61	\$480,22	\$480,22	\$6.723,04
	<b>Total</b>					<b>\$40.528,89</b>
2027	Gerente general	\$1.523,98	\$18.287,72	\$1.523,98	\$490,66	\$20.302,35

---

---

**Gastos Administrativos**

---

<b>Años</b>	<b>Recurso humano</b>	<b>Salario mensual</b>	<b>Salario Anual</b>	<b>Décimo tercero</b>	<b>Décimo cuarto</b>	<b>Total</b>
	Ingeniero					
	civil	\$1.015,98	\$12.191,81	\$1.015,98	\$490,66	\$13.698,45
	Secretaria	\$490,66	\$5.887,88	\$490,66	\$490,66	\$6.869,20
	<b>Total</b>					<b>\$40.870,00</b>
	Gerente					
	general	\$1.532,05	\$18.384,64	\$1.532,05	\$501,32	\$20.418,02
	Ingeniero					
2028	civil	\$1.021,37	\$12.256,43	\$1.021,37	\$501,32	\$13.779,12
	Secretaria	\$501,32	\$6.015,88	501,32	\$501,32	\$7.018,53
	<b>Total</b>					<b>\$41.215,67</b>
	Gerente					
	general	\$1.540,17	\$18.482,08	\$1.540,17	\$512,22	\$20.534,48
	Ingeniero					
2029	civil	\$1.026,78	\$12.321,39	\$1.026,78	\$512,22	\$13.860,39
	Secretaria	\$512,22	\$6.146,66	\$512,22	\$512,22	\$7.171,10

---



Para asegurar el buen funcionamiento de los equipos, se ha considerado un presupuesto anual de mantenimiento y reparación equivalente al 20% del costo de la maquinaria. Este monto se divide en:

10% para mantenimiento preventivo

10% para mantenimiento correctivo

En la proyección de costos para los próximos cinco años, se ha aplicado una tasa de inflación anual del 0,53%, basada en el Índice de Precios al Consumidor (IPC) reportado a diciembre de 2024. Esta tasa se utiliza para ajustar los valores anualmente, reflejando el incremento esperado en los costos de mantenimiento y reparación debido a la inflación.

**Tabla 19.**

*Gastos proyectados de mantenimiento de maquinaria 2024-2029*

<b>Gastos mantenimiento de maquinaria</b>					
<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
\$3.024,00	\$3.040,03	\$3.056,14	\$ 3.072,34	\$3.088,62	\$ 3.104,99

*Nota:* Elaborado por el autor.

**3.3.7. Gastos insumos**

El cálculo de los servicios básicos se basó en el consumo de energía eléctrica, agua e internet necesarios para la operación anual de la planta.

**Tabla 20.**

*Gastos insumos proyectados 2024-2029*

<b>Gastos insumos</b>					
<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
\$16.128,00	\$17.612,10	\$19.235,54	\$21.011,41	\$22.954,03	\$25.079,10

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.8. Depreciaciones y amortizaciones

Las depreciaciones y amortizaciones correspondientes a los activos del proyecto (obra civil, maquinaria, montacarga y terreno) se incluyen inicialmente como egresos contables en el flujo de caja para reflejar el impacto en la utilidad contable. Sin embargo, como estas no representan salidas reales de efectivo, se suman nuevamente al flujo de caja operativo al calcular el flujo neto de efectivo.

### 3.3.9 Participación de los trabajadores (15%)

La empresa reconoce y cumple con lo establecido en la legislación ecuatoriana respecto a la participación de los trabajadores en las utilidades, conforme al Código del Trabajo del Ecuador. Esta normativa establece que se debe destinar el 15% de las utilidades líquidas anuales para este propósito.

Este valor se ha calculado año a año durante la vida del proyecto, en función de las utilidades netas proyectadas para cada periodo.

#### Tabla 21.

*Participación de los trabajadores (15%) proyectados 2024-2029*

<b>Participación de los trabajadores (15%)</b>					
<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
\$4.532,71	\$6.033,61	\$7.679,99	\$9.485,60	\$11.465,43	\$13.635,94

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.10. Impuesto a la renta (25%)

La empresa cumple con lo establecido en la legislación tributaria del Ecuador respecto al Impuesto a la Renta, el cual corresponde al 25% de las utilidades imponibles. Este tributo ha sido considerado dentro de la proyección financiera del proyecto y se calcula anualmente con base en las utilidades generadas en cada ejercicio fiscal.

**Tabla 22.***Impuesto a la renta (25%) proyectado 2024-2029*

<b>Impuesto a la renta (25%)</b>					
<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>
\$6.421,34	\$8.547,61	\$10.879,99	\$13.437,93	\$16.242,70	\$19.317,58

*Nota:* Elaborado por el autor.**3.3.11. Capital de financiamiento**

El financiamiento de la empresa se estructurará con la participación de tres socios fundadores, quienes realizarán un aporte conjunto de \$50,000 como capital inicial. Dado que el monto total requerido para el inicio del proyecto es de \$150,000, la diferencia de \$100,000 será financiada mediante un préstamo otorgado por el Banco Central del Ecuador. Esta combinación de recursos propios y financiamiento externo permitirá cubrir los costos iniciales y asegurar la operatividad del proyecto en su fase de arranque.

**Tabla 23.***Distribución del capital de financiamiento del proyecto*

<b>Distribución del capital de financiamiento del proyecto</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Capital</b>
Inversionista A	\$25.000,00
Inversionista B	\$15.000,00
Inversionista C	\$10.000,00
<b>Total Capital</b>	<b>\$50.000,00</b>
Financiamiento bancario	\$100.000,00
<b>Inversion Inicial</b>	<b>\$150.000,00</b>

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.12. Tabla de amortización de préstamo al banco

Con el objetivo de respaldar el inicio de operaciones de la empresa, se gestionó un préstamo bancario por un monto de \$100.000,00, destinado específicamente a actividades productivas bajo el programa Productivo PYMES. Este crédito se otorgó con una tasa de interés anual del 12.12%, permitiendo así una planificación financiera estructurada desde el arranque del proyecto.

A partir de estas condiciones, se construyó una tabla de amortización que resume los elementos clave del financiamiento:

- Monto del préstamo: \$100,000.00
- Plazo: 6 años
- Cuota fija anual: \$24,405.29
- Interés total pagado: \$46,431.75

Detalles obtenidos:

- A lo largo de los 6 periodos (años), se calcularon:
- Los valores de capital pendiente al inicio de cada periodo
- El interés correspondiente a cada año
- La devolución anual de capital
- El saldo restante al final de cada periodo

#### Tabla 24.

*Tabla de amortización (Préstamo al banco)*

<b>Tabla de amortización (Préstamo al banco)</b>				
<b>Periodos</b>	<b>Capital</b>	<b>Interés</b>	<b>Devolución de capital</b>	<b>Saldo</b>
1	\$100.000,00	\$12.120,00	\$12.285,29	\$87.714,71
2	\$87.714,71	\$10.631,02	\$13.774,27	\$73.940,44

---

**Tabla de amortización (Préstamo al banco)**

---

<b>Periodos</b>	<b>Capital</b>	<b>Interés</b>	<b>Devolución de capital</b>	<b>Saldo</b>
3	\$73.940,44	\$8.961,58	\$15.443,71	\$58.496,73
4	\$58.496,73	\$7.089,80	\$17.315,49	\$41.181,24
5	\$41.181,24	\$4.991,17	\$19.414,12	\$21.767,12
6	\$21.767,12	\$2.638,17	\$21.767,12	\$-0,00
<b>Total de intereses</b>		\$46.431,75		
<b>Monto total a pagar</b>		\$146.431,75		

---

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.13. Flujo proyectado

Una vez recopilados y organizados todos los datos correspondientes a los ingresos y egresos del proyecto, es posible proceder con la construcción del diagrama de flujo de caja. Este diagrama permite visualizar de forma estructurada el comportamiento financiero del proyecto a lo largo del tiempo, facilitando el análisis de su viabilidad económica.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo correspondiente.

**Tabla 25.**

*Diagrama de flujo del proyecto*

<b>Empresa "Light Concrete Ecuador"</b>							
<b>FLUJO DEL PROYECTO</b>							
	1	2	3	4	5	6	
	<b>AÑO</b>						
	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 2024</b>	<b>AÑO 2025</b>	<b>AÑO 2026</b>	<b>AÑO 2027</b>	<b>AÑO 2028</b>	<b>AÑO 2029</b>
<b>Inversión Inicial</b>	\$150.000,00						
Ingresos por Ventas	\$966.394,09	\$1.057.235,13	\$1.156.615,24	\$1.265.337,07	\$1.384.278,75	\$1.514.400,96	
(-) Costo variable Producción	\$840.342,69	\$919.334,90	\$1.005.752,38	\$1.100.293,10	\$1.203.720,65	\$1.316.870,40	
<b>MARGEN DE CONTRIBUCIÓN</b>	<b>\$126.051,40</b>	<b>\$137.900,23</b>	<b>\$150.862,86</b>	<b>\$165.043,97</b>	<b>\$180.558,10</b>	<b>\$197.530,56</b>	
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$126.051,40</b>	<b>\$137.900,23</b>	<b>\$150.862,86</b>	<b>\$165.043,97</b>	<b>\$180.558,10</b>	<b>\$197.530,56</b>	

<b>Empresa "Light Concrete Ecuador"</b>							
<b>FLUJO DEL PROYECTO</b>							
	1	2	3	4	5	6	
	AÑO						
	AÑO 0	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027	AÑO 2028	AÑO 2029
Gastos Administrativos		\$39.860,00	\$40.192,25	\$40.528,89	\$40.870,00	\$41.215,67	\$41.565,97
Gastos Mantenimiento Montacarga		\$5.000,00	\$5.026,50	\$5.053,14	\$5.079,92	\$5.106,85	\$5.133,91
Gastos Mantenimiento Maquinaria		\$3.024,00	\$3.040,03	\$3.056,14	\$3.072,34	\$3.088,62	\$3.104,99
Gastos Insumos		\$16.128,00	\$17.612,10	\$19.235,54	\$21.011,41	\$22.954,03	\$25.079,10
<b>UTILIDAD ANTES DEPRECIACIÓN</b>		<b>\$65.063,40</b>	<b>\$75.069,38</b>	<b>\$86.045,29</b>	<b>\$98.082,63</b>	<b>\$111.281,55</b>	<b>\$125.751,57</b>
(-) Depreciación Obra Civil		\$10.000,00	\$10.000,00	\$10.000,00	\$10.000,00	\$10.000,00	\$10.000,00
(-) Depreciación Maquinaria		\$1.512,00	\$1.512,00	\$1.512,00	\$1.512,00	\$1.512,00	\$1.512,00
(-) Depreciación montacarga		\$3.333,33	\$3.333,33	\$3.333,33	\$3.333,33	\$3.333,33	\$3.333,33
(-) Amortizacion		\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>		<b>\$30.218,07</b>	<b>\$40.224,05</b>	<b>\$51.199,96</b>	<b>\$63.237,30</b>	<b>\$76.436,21</b>	<b>\$90.906,24</b>
(-) Participaciones trabajadores (15%)		\$4.532,71	\$6.033,61	\$7.679,99	\$9.485,60	\$11.465,43	\$13.635,94

<b>Empresa "Light Concrete Ecuador"</b>							
<b>FLUJO DEL PROYECTO</b>							
	1	2	3	4	5	6	
	AÑO						
	AÑO 0	2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027	AÑO 2028	AÑO 2029
<b>UTILIDAD DESPUÉS DE PARTICIPACION TRABAJADORES</b>		<b>\$25.685,36</b>					
		\$6.421,34					
(-) Impuesto a la Renta (25%)		4	\$8.547,61	\$10.879,99	\$13.437,93	\$16.242,70	\$19.317,58
<b>UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS</b>		<b>\$19.264,02</b>					
		\$10.000,00					
(+) Depreciación Obra Civil		00	\$10.000,00	\$10.000,00	\$10.000,00	\$10.000,00	\$10.000,00
		\$1.512,00					
(+) Depreciación Maquinaria		0	\$1.512,00	\$1.512,00	\$1.512,00	\$1.512,00	\$1.512,00
		\$3.333,33					
(+) Depreciación montacarga		3	\$3.333,33	\$3.333,33	\$3.333,33	\$3.333,33	\$3.333,33
		\$20.000,00					
(+) Amortización		00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00	\$20.000,00
<b>FLUJO NETO DE OPERACIONES</b>		<b>\$54.109,35</b>					
		\$6.142,65					
(-) Capital de financiamiento		5	\$6.887,13	\$7.721,86	\$8.657,74	\$9.707,06	\$10.883,56
		\$6.060,00					
(-) Interés		0	\$5.315,51	\$4.480,79	\$3.544,90	\$2.495,58	\$1.319,09
		\$12.605,14					
Capital de trabajo		14	\$1.184,88	\$1.296,26	\$1.418,11	\$1.551,41	\$1.697,25

<b>Empresa "Light Concrete Ecuador"</b>							
<b>FLUJO DEL PROYECTO</b>							
	1	2	3	4	5	6	
	<b>AÑO</b>						
	<b>AÑO 0</b>	<b>2024</b>	<b>AÑO 2025</b>	<b>AÑO 2026</b>	<b>AÑO 2027</b>	<b>AÑO 2028</b>	<b>AÑO 2029</b>
<b>FLUJO NETO OPERACIONAL</b>	\$150.000,00	\$29.301,57	\$47.100,64	\$53.986,40	\$61.538,36	\$69.819,36	\$78.898,17
<b>FLUJO NETO OPERACIONAL ACUMULADO</b>	\$150.000,00	\$120.698,43	\$73.597,80	\$19.611,40	\$41.926,96	\$111.746,32	\$190.644,49

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.14. Tasa mínima de rendimiento aceptable (TMAR)

Tomando en cuenta los siguientes datos se calculó la Tasa mínima de rendimiento aceptable (TMAR)

- Inflación proyectada al cierre de 2024: 0,53%
- Costo de oportunidad: 10%
- Tasa de interés productivo PYMES: 12,12%

Con estos datos se obtuvo un TMAR de 22.19%

$$TMAR_1 = \% \text{ Costo de oportunidad} + \% \text{inflación 2024} \\ + (\% \text{ Costo de oportunidad} \times \% \text{inflación 2024})$$

$$TMAR_1 = 10\% + 0,53\% + (10\% \times 0,53\%)$$

$$TMAR_1 = 10\% + 0,53\% + (0,053\%)$$

$$TMAR_1 = 10,58\%$$

De acuerdo a la ponderación del total de financiamiento el TMAR es lo siguiente

**Tabla 26.**

*Cálculo de TMAR*

<b>Financiamiento</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Interés ganado</b>	<b>TMAR<sub>2</sub></b>
Inversionistas	0,33	0.1058	0,0352
Banco	0,67	0,1212	0,0808
<b>Total</b>			0,1161
<b>Total (%)</b>			11,61%

*Nota:* Elaborado por el autor.

Sumando el TMAR<sub>1</sub> Y EL TMAR<sub>2</sub> se obtuvo el TMAR total

$$TMAR_{Total} = 10,58\% + 11,61\%$$

$$TMAR_{Total} = 22,19\%$$

### 3.3.15. Valor presente neto (VAN)

Utilizando la siguiente fórmula y tomando los datos del flujo neto operacional se calculó el Valor actual Neto del proyecto:

$$VAN_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} + \frac{VR_n}{(1+i)^n}$$

$$VAN = \$162.065,45 - \$150.000,00$$

$$VAN = \$12.065,45$$

Como el valor actual neto es mayor a 0 significa que el proyecto es rentable.

### 3.3.16. Tasa interna de retorno (TIR)

Con los datos del flujo neto operacional del proyecto hallamos la Tasa interna de retorno (TIR), la cual dio como resultado una TIR de 25%

TIR > TMAR	
25%	22,19%

Entonces como el valor de la TIR es mayor que el valor de la TMAR el proyecto es atractivo financieramente, ya que genera beneficios adicionales después de cubrir los costos.

## CONCLUSIONES

- Se logró identificar la demanda actual y proyectada de los bloques machihembrados de hormigón celular en el mercado Santaelenense mediante el uso de proyecciones basadas en datos relevantes del entorno y el comportamiento del mercado. Esta información permitió estimar con mayor precisión la capacidad de producción necesaria para satisfacer la demanda a lo largo del horizonte temporal del proyecto, sirviendo como base para una planificación operativa y financiera más eficiente.
- Se logró identificar técnicamente las maquinarias y equipos indispensables para la implementación de una planta de producción de bloques machihembrados de hormigón celular. El estudio permitió determinar la capacidad, especificaciones y disposición óptima de los equipos en función del volumen de producción proyectado, garantizando así un flujo de trabajo eficiente y seguro dentro del área de implantación.

- Con los valores obtenidos de los indicadores de evaluación financiera tales como valor actual neto (VAN) con un valor de \$\$12.065,45, la tasa de índice de retorno (TIR) con un porcentaje de 25% mayor que el TMAR que tiene un valor de 22,19%. se concluye que el proyecto es rentable y es posible la creación de la empresa productora de bloques de hormigón celular dentro de la provincia sólo si se sigue los parámetros establecidos en la propuesta y si se utiliza el mismo diseño de mezcla elaborado con los materiales descritos en este estudio.
- Reducción de materiales complementarios: Aunque el costo unitario del bloque machihembrado es superior al del bloque tradicional, su diseño permite prescindir del uso de mortero para pegar las unidades entre sí, lo que representa un ahorro significativo en materiales y tiempos de aplicación.
- Ahorro en mano de obra: Gracias a su mayor tamaño y facilidad de ensamblaje, el bloque machihembrado permite una colocación más rápida, lo cual se traduce en una reducción considerable del tiempo de ejecución de obra y, por tanto, en menores costos de mano de obra.
- Ventajas estructurales y económicas por su menor peso: Al ser más liviano que el bloque tradicional, se reduce la carga muerta de la estructura, lo que implica un ahorro en materiales de cimentación y potencialmente en otros elementos estructurales, sin comprometer la estabilidad del sistema constructivo.
- Impacto económico global favorable: A pesar del mayor costo inicial del bloque, el ahorro en mortero, mano de obra y cimentación equilibra e incluso puede superar la inversión inicial, haciendo del bloque de hormigón celular machihembrado una alternativa competitiva y eficiente en términos económicos y constructivos.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar un análisis económico detallado y comparativo: Se recomienda llevar a cabo estudios más profundos y específicos sobre los costos asociados al sistema constructivo con bloques de hormigón celular machihembrado, incluyendo un análisis comparativo con el sistema tradicional. Este estudio debe considerar no solo el costo unitario del bloque, sino también el ahorro potencial en cimentación, morteros de pega, morteros de enlucido y mano de obra.

- Analizar el rendimiento en obra y la productividad de la mano de obra: Se recomienda realizar pruebas de campo o estudios en obras piloto para medir el rendimiento real de la colocación de los bloques machihembrados, comparando los tiempos de ejecución y el número de operarios requeridos frente al sistema tradicional. Esto permitirá cuantificar el ahorro en mano de obra de forma objetiva.
- Estudiar el comportamiento térmico y acústico del bloque: Es importante evaluar las propiedades termoacústicas del bloque de hormigón celular machihembrado, ya que su estructura porosa puede ofrecer ventajas adicionales en aislamiento térmico y sonoro. Estos beneficios podrían ser un valor agregado en edificaciones residenciales o institucionales.
- Probar la resistencia y durabilidad del sistema sin enlucido: Al prescindir del mortero de enlucido, se recomienda realizar ensayos adicionales de resistencia superficial y durabilidad frente a agentes ambientales. Esto garantizará que el bloque expuesto cumpla con los estándares de calidad y durabilidad exigidos por la normativa.
- Promover capacitaciones técnicas para su uso adecuado: Se sugiere desarrollar programas de capacitación para albañiles, maestros de obra y técnicos en construcción sobre la correcta manipulación y colocación del bloque machihembrado, con el fin de garantizar una implementación eficiente y segura del sistema.
- Difundir los resultados a través de publicaciones o seminarios técnicos: Finalmente, se recomienda divulgar los hallazgos de este estudio a través de artículos técnicos, presentaciones en congresos o seminarios, con el objetivo de promover esta alternativa constructiva en el medio académico y profesional.

## **REFERENCIAS**

ACI 523.1R-06. (2024). *Guide for Cast-in-Place Low-Density Cellular Concrete.*

Aguapen E.P. (2022). *MANUAL DEL PROCESO: POTABILIZACION DEL AGUA DEL MACROPROCESO DE GESTIÓN DE AGUA POTABLE.*

<http://www.aguapen.gob.ec/aguapenep/wp-content/uploads/2022/06/MANUAL-DE-POTABILIZACION-DEL-AGUA.pdf>

Aircrete Brasil. (2019). *Operaciones de Aircrete Brasil.*

<https://www.aircrete.com/aircrete-news/aircrete-brasil-operations/>

- Aircrete Europe. (2023). *Historia de aircrete*. <https://www.aircrete.com/about-us/#history-of-aac>
- Almaguer, B., & Franco, E. (2022). *Métodos de muestreo para la optimización de diseño de experimentos*.
- American Concrete Institute. (2024). *Cellular Concrete Topic*.  
<https://www.concrete.org/topicsinconcrete/topicdetail/cellular%20concrete?search=cellular%20concrete>
- Andía-Valencia, W., Velásquez-Vásquez, J. A., & Villena, R. (2020). *The evaluation of investment projects in the Sanitation sector of Peru: methodological analysis*. 6, 228–228. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1394>
- Arbito, V. (2016). *Concreto celular para uso estructural*.  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25669/1/Tesis.pdf>
- Arias, J., Covinos, M., & Cáceres, M. (2020). Formulación de los objetivos específicos desde el alcance correlacional en trabajos de investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2215(2), 237–247.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v4i2.73](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.73)
- Atenas. (2024). *Cemento Atenas Tipo HE*.
- Barragán Taco, M., & Paucar Camacho, A. (2023). Zonas geotécnicas con condiciones favorables y desfavorables para construcciones desde ensayos geofísicos de sismicidad en la ciudad de Guaranda, Ecuador. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9283168>
- BHC Perú. (2022). *Bloques de hormigón celular*. <http://www.bhcperu.pe/hormigon-celular/>
- Borbon-Almada, A. C., Lucero-Alvarez, J., Rodriguez-Muñoz, N. A., Ramirez-Celaya, M., Castro-Brockman, S., Sau-Soto, N., & Najera-Trejo, M. (2020). Design and application of cellular concrete on a mexican residential building and its influence on energy savings in hot climates: Projections to 2050. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(22), 1–22. <https://doi.org/10.3390/app10228225>

- Borbor Yagual, J. J., & Ramos González, E. T. (2023). *Estudio comparativo de 3 tipos de espumantes para la fabricación de un hormigón celular de densidad de 400 kg/m<sup>3</sup> (d400)*. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10572/1/UPSE-TIC-2023-0058.pdf>
- Cahue Olvera, A. G., & Cruz Reyes, Am. A. (2018). EL CONSUMIDOR COMO ACTOR PRINCIPAL EN LA CULTURA DEL RECICLAJE. *Denarius. Revista de Economía y Administración*, 2018(34), 175–193.  
<https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcsh/denarius/v2018n34/Cahue>
- Calanoce, B. L., & Salvo, G. (2019). *ANÁLISIS DE PROCESOS Y ORGANIGRAMA DIRECCIÓN DE REGISTROS Y ESTADOS CONTABLES-UNCuyo-2018*.  
[http://tesisenfermeria.bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/14224/calanoce-fce.pdf](http://tesisenfermeria.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14224/calanoce-fce.pdf)
- Castillo, J. (2015). *Estudio de creación de una empresa de producción de bloques de hormigón celular para posicionarla en el mercado local de constructores*. 1–23.
- C C Joshy, & Thomas Subin. (2020). *Cellular lightweight solid cement partition panels*.
- Cervantes Abarca, A. (2008). *Nuevas tecnologías en concretos concreto celular-concreto reforzado con fibra-concreto ligero estructural*.  
[https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/memorias\\_cong2008/10.pdf](https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/memorias_cong2008/10.pdf)
- Cevallos-Ponce, Á. A. (2019). Evaluación financiera de proyectos de inversión para la PYMES. *Dominio de Las Ciencias*, 5(3), 384–384.  
<https://doi.org/10.23857/dc.v5i3.941>
- Cevallos, V., Esparza, F., Balseca, J., & Chafra, J. (2022). *Formulación y evaluación de proyectos para financiamiento*.  
<https://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/2073/5/Libro%20Formulacion%20y%20Evaluacion%20de%20Proyectos%20VF.pdf>
- Chica, L., & Alzate, A. (2019). Cellular concrete review: New trends for application in construction. In *Construction and Building Materials* (Vol. 200, pp. 637–647). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.136>

- Contruex Bolivia. (2024). *Bloques de hormigón celular*.  
[https://www.construex.com.bo/exhibidores/tecnopreco/producto/bloques\\_de\\_hormigon\\_celular](https://www.construex.com.bo/exhibidores/tecnopreco/producto/bloques_de_hormigon_celular)
- Corrillo Machicado, F., & Gutierrez Quiroga, M. (2016). *Estudio de localización de un proyecto*. 29–29. <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/8/8>
- Corrillo Machicado, F., & Gutiérrez Quiroga, M. (2016). Estudio de localización de un proyecto. *Técnicos de Unidad de Planificación Universitaria UAJMS*.
- Cruz Ricardo, R. R., Anrango Sanchez, C. S., & Veliz Aguayo, A. C. (2023). “ESTUDIO COMPARATIVO PARA LA FABRICACION DE HORMIGON CELULAR DE DENSIDAD 400 KG/M<sup>3</sup> CON DIFERENTE LIQUIDOS ESPUMANTES KV-LITE AFFF, SIKA PORO PLUS, RV 2000-2 Y JABONCILLO (SAPINDUS SAPONARIA).”  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9923/1/UPSE-TIC-2023-0021.pdf>
- Data Crédito Empresa. (2020). *Bloques únicos de Colombia*.  
<https://www.datacreditoempresas.com.co/directorio/bloques-unicos-de-colombia-sas-uniblock-sas.html>
- Deepak Kumaran, G., Naresh Kanna, P. G., & Praveen, N. (2022). Study on seismic performance of red brick walls vs. Autoclaved Aerated concrete block walls. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1623–1627.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.673>
- Diario Extra. (2022). *Pandemia no detuvo a ladrilleros de La Libertad*.
- Euroinnova. (2024). *Funciones de un distribuidor comercial: de la producción del servicio al consumo humano*. <https://www.euroinnova.com/blog/funciones-de-un-distribuidor>
- Fajardo Vaca, L. M., Girón Guerrero, M. F., Vásquez Fajardo, C. E., Fajardo Vaca, L. A., Zúñiga Santillán, X. L., Solís Granda, L. E., & Pérez Salazar, J. A. (2019). VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO COMO PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LAS INVERSIONES. *Revista Investigación Operacional*, 40(4), 469–474.

- [https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2019/07/30/articulo\\_2019730122917.pdf](https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2019/07/30/articulo_2019730122917.pdf)
- Fiscalía Nacional Económica. (2017). *Guía Interna para el Desarrollo de Estudios de Mercado*. [https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2017/10/Guia\\_Estudios\\_Mercado\\_Final\\_oct2017.pdf](https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2017/10/Guia_Estudios_Mercado_Final_oct2017.pdf)
- Font Pérez, A., Monzó Balbuena, J. M., Soriano Martínez, L., Borrachero Rosado, M. V., & Payá Bernabeu, J. (2018, March 5). *Nuevos hormigones celulares geopoliméricos aireados con agua oxigenada: síntesis y propiedades*. <https://doi.org/10.4995/hac2018.2018.6453>
- Galvan Romero, J. C., & Guzman Julio, A. C. (2020). *INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS HIDRÁULICOS*. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/7105/INFLUENCIA%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20SUBTERR%c3%81NEA%20EN%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESI%c3%93N%20DE%20MORTEROS%20HIDR%c3%81ULICOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García Padilla, V. M. (2015). *Análisis Financiero: Un enfoque integral* (Grupo Editorial Patria, Ed.; pp. 22–30).
- Grupo Masa. (2021). *Historia de Masa*. <https://www.masa-group.com/es/empresa/historia/>
- Hernández Allauca, A. D., Macias Collahuazo, E. X., Lara Haro, D. M., & Villacis Uvidia, J. F. (2019). Eficacia de las técnicas de evaluación financiera desde modelos matemáticos. *CIENCIAMATRIA*, 5(9), 592–592. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i9.226>
- Hernández Chanto, A. (2008). El método hipotético-deductivo como legado del positivismo lógico y el racionalismo crítico: su influencia en la economía. *Revista de Ciencias Económicas*, 2, 183–195. <https://doi.org/10.15517/rce.v26i2.7142>
- Holcim. (2024). *Cemento Holcim Premium* .
- Hormicel. (2020). *Empresa Hormicel (¿Quiénes somos?)*. <https://hormicel.es/empresa>

- Instituto nacional de estadísticas y censos. (2024). *Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según regiones, provincias y sexo, período 2010 - 2020*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales-2010-2020/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024). *VIII Censo de población y VII de vivienda*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Registros\\_Administrativos/20160907\\_Censo%20por%20RA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Registros_Administrativos/20160907_Censo%20por%20RA.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). *Estadísticas de edificaciones (ESED)*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTBiYWNhMDYtNzk5YS00MTI0LThjZTctOTFiZGJhNDIzMTA4IiwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZWmtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTEyMiJ9>
- Isoltech. (2020). *Especialistas tecnológicos del concreto celular*. <https://www.isoltech.it/es/azienda/>
- Jiménez, L. (2020). Impacto de la investigación cuantitativa en la actualidad. *Convergence Tech*, 4(IV), 59–68. <https://doi.org/10.53592/convtech.v4iIV.35>
- López, E., González, N., Osobampo, S., Cano, A., & Gálvez, R. (2008). *Estudio Técnico.... Elemento indispensable en la evaluación de proyectos de inversión*. <https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/documents/no56/estudiotecnico.pdf>
- Marcillo-Cedeño, C., Aguilar-Guijarro, C., & Gutiérrez-Jaramillo, N. (2021). Análisis financiero: una herramienta clave para la toma de decisiones de gerencia. 593 *Digital Publisher CEIT*, 6(3), 91–92. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.3.544>
- Mete, M. (2014). *Valor Actual Neto Y Tasa De Retorno: Su Utilidad Como Herramientas Para El Análisis Y Evaluación De Proyectos De Inversion*. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27853/v7n7\\_a06.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27853/v7n7_a06.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Meza Orozco, J. de J. (2017). *EVALUACIÓN FINANCIERA PROYECTOS*. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54554688/Evaluacion-financiera-de-proyectos-4ta-Edicion-libre.pdf?1506539560=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEVALUACION\\_FINANCIERA\\_PROYEC](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54554688/Evaluacion-financiera-de-proyectos-4ta-Edicion-libre.pdf?1506539560=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEVALUACION_FINANCIERA_PROYEC)

TOS.pdf&Expires=1703704421&Signature=LFm~-  
z69I8arR~kj4XbxY7P6xtJSgk4Uc~GDxGc0sIXslMWHChPIj4NqEx3HdpABV-  
6qFVRRq3le6NXFulu9O0vfYISiw~Dkt05VchQAfb1t0pHBQVXjwJ4p7OPX1D7  
NvI-  
DeON8rIW97n~F7Ihc6DPFJnyYN2cc6rillkzW25XkuDPxwgkY1TtCaYCvm7ulf  
4IRMHAuOHxXD6uvPqqAEFTbQgnrx-4xXy792dg-  
Q744Q4TevJGUa4fQPPRjFRiHlT3nOBsdfssByba1m3v~u2iXjT192HTeubF8mM  
q83DcoJQQrkJhQpc57LJYX588586J-wC0fgNcDHLiQbH0-w\_\_&Key-Pair-  
Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Moreno, C. (2019). *Estudio de la competencia del sector industrial de la construcción y su impacto en las ventas, provincia de Santa Elena: Caso “Comercial su economía.”*

Mucha Hospinal, L., Chamorro Mejía, R., Oseda Lazo, M., & Alania Contreras, R. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Revista Científica de Ciencias Sociales y Humanidades*, 12(1), 1–8.

Muñoz Macías, J. A., Vera Coox, F. M., Briones Ponce, A. N., Ruiz Párraga, W. E., & Guerrero Alcívar, M. S. (2019). Determinación de la resistencia a la compresión de bloques, utilizando para su construcción, una mezcla de cemento, arena y triturados de ladrillos artesanales. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, 4(1), 20–20.  
<https://doi.org/10.33936/riemat.v4i1.1941>

Nacional Financiera. (2004). *Fundamentos de negocio*.  
[https://www.nafin.com/portalnf/files/secciones/capacitacion\\_asitencia/pdf/Fundamentos%20de%20negocio/Administracin/administracion2\\_3.pdf](https://www.nafin.com/portalnf/files/secciones/capacitacion_asitencia/pdf/Fundamentos%20de%20negocio/Administracin/administracion2_3.pdf)

Nassir Sapag Chain. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*.

NUH GAZBETON. (2018). *NUH Bloques de hormigón celular*.

Oyeyi, A. G., Ni, F. M.-W., & Tighe, S. (2023). *Construction and Design Guidelines for Lightweight Cellular Concrete as Pavement Subbase Material*. 7.  
<https://doi.org/10.3390/engproc2023036007>

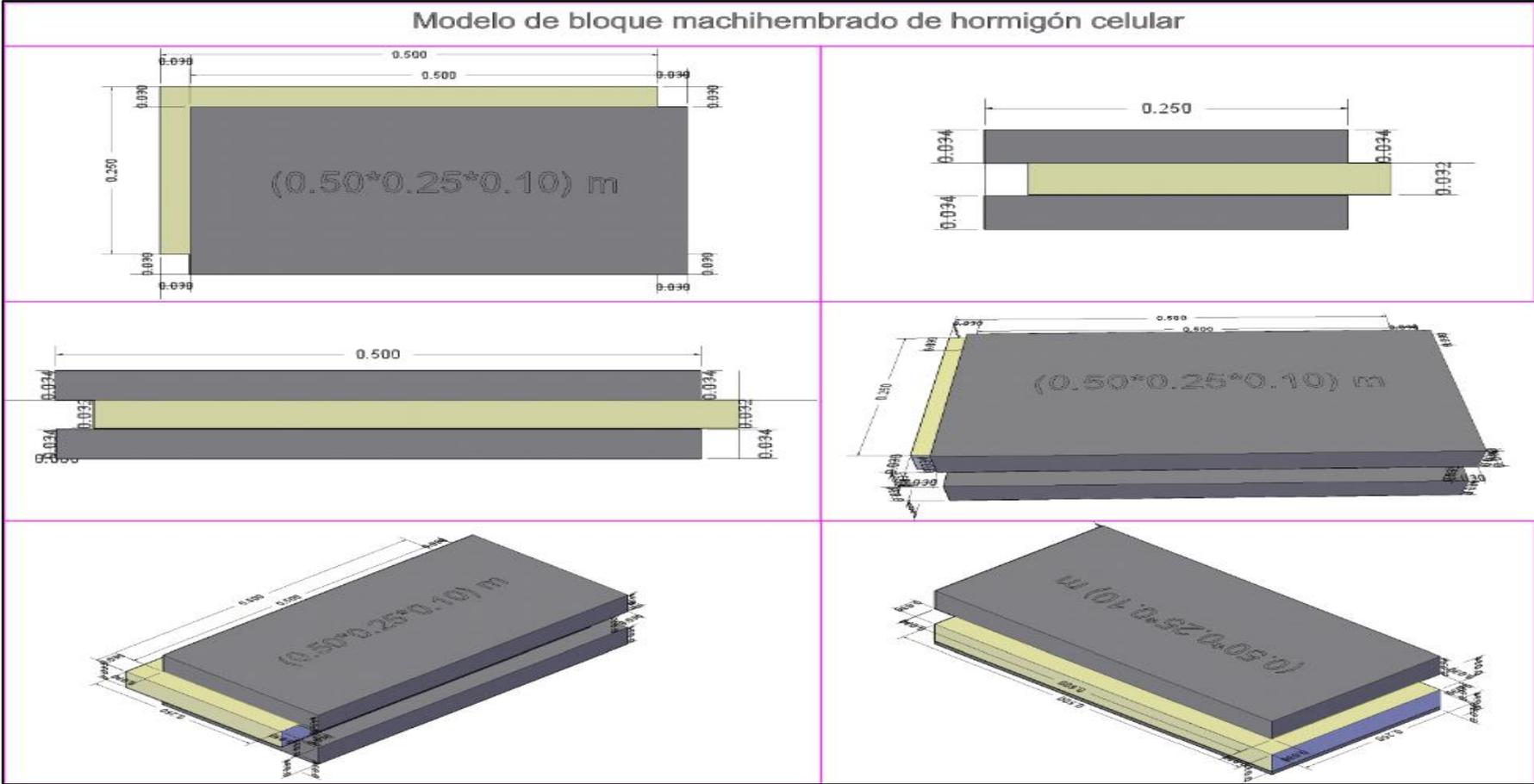
- Pérez, A. F., Balbuena, J. M. M., Martínez, L. S., Rosado, M. V. B., & Bernabeu, J. P. (2018). *Nuevos hormigones celulares geopoliméricos aireados con agua oxigenada: síntesis y propiedades*. <https://doi.org/10.4995/hac2018.2018.6453>
- Proyectos Consultoría e Formación SL. (2009). *Análisis de la competencia*. [https://oficinadoautonomo.gal/sites/default/files/7Analisis\\_Competencia\\_cast.pdf](https://oficinadoautonomo.gal/sites/default/files/7Analisis_Competencia_cast.pdf)
- Ramamurthy, K., Kunhanandan Nambiar, E. K., & Indu Siva Ranjani, G. (2009). A classification of studies on properties of foam concrete. *Cement and Concrete Composites*, 31(6), 388–396. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.04.006>
- Ramírez, C., Gutiérrez Valdivia, J. M., & Corona Rabelo, L. (2023). *EVALUACIÓN DE UNA UNIDAD ECONÓMICA GASTRONÓMICA CON VALOR PRESENTE NETO POR ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA* (Vol. 45, Issue 145). <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/3079/2323>
- Ramos, L., Paz, V., & Miño. (2022). *Boletín Técnico Estadísticas de edificaciones (ESED), 2021*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Encuesta\\_Edificaciones/2021/3.%202021\\_ESED\\_Boletin\\_tecnico.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2021/3.%202021_ESED_Boletin_tecnico.pdf)
- Sánchez, A., Revilla, D., Degola, M., Sime, L., Trelles, L., & Tafur, R. (2020). *LOS MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LAS TESIS DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN*. <https://posgrado.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2021/10/libro-los-metodos-de-investigacion-maestria-2020-botones-2.pdf>
- Sarango Estrella, A. T. (2017). *Comparación y elaboración de un bloque celular mediante la adición de polvo de aluminio y peróxido de hidrógeno con un bloque convencional*. [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26834/1/Tesis%201178%20-%20Sarango%20Estrella%20Angel%20Tuhesman.pdf>
- Sherong Zhang, K. C. C. W. X. W. G. D. P. W. (2020). Influence of the porosity and pore size on the compressive and splitting strengths of cellular concrete with millimeter-size pores. *Construction and Building Materials*.

- Superintendencia de telecomunicaciones. (2022). *GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE MERCADO*.  
[https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/guia\\_estudios\\_de\\_mercado\\_sutel\\_v2.pdf](https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/guia_estudios_de_mercado_sutel_v2.pdf)
- Tobar, L. A. (2019). La investigación aplicada a los estudios de mercado. *Realidad y Reflexión*, 50(50), 27–28. <https://doi.org/10.5377/ryr.v50i50.9040>
- Torres Gallardo, A. (2019). ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CONTABLE EFECTIVO. *Quipukamayoc*, 27(53), 76–77.  
<https://doi.org/10.15381/quipu.v27i53.15988>
- Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2019). *MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA UNA INVESTIGACIÓN*.  
<http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/2817/1/M%c3%a9todos%20de%20recolecti%c3%b3n%20de%20datos%20para%20una%20investigaci%c3%b3n.pdf>
- UCEM. (2024). *Ficha técnica cemento Chimborazo Tipo HE*.
- Unión Cementera Nacional. (2024). *Ficha técnica cemento Chimborazo tipo HE*.  
<https://www.ucem.com.ec/cemento-chimborazo-hormigon-prefabricados-cobertura-nacional/>
- Van Boggelen, W. (2014). *Historia del hormigón celular esterilizado en autoclave*.  
<https://aircrete.b-cdn.net/wp-content/uploads/2018/07/W.M.-van-Boggelen-History-of-Autoclaved-Aerated-Concrete.pdf>
- Véliz Aguayo, A. C., Herrera Brunett, G. A., Ramírez Palma, R. I., & Salvatierra Barzola, M. A. (2023). El hormigón celular: Análisis y difusión a nivel industrial en Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 10(1), 53–69.  
<https://doi.org/10.26423/rctu.v10i1.676>
- Viñán Villagrán, J. A., Puente Riofrío, M. I., Ávalos Reyes, J. A., & Córdova Prócel, J. R. (2018). *Proyectos de inversión: un enfoque práctico*.  
<http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-19-211329-63%20Libro%20Proyectos%20de%20inversión%20un%20enfoque%20práctico.pdf>

- Xella. (2022). *Xella España Y Francia (Quienes somos)*.  
[https://www.xella.es/es\\_ES/xella-saber-mas](https://www.xella.es/es_ES/xella-saber-mas)
- Xiaoyu Shang, J. L. B. Z. (2020). Propiedades de hormigón celular sostenible preparadas con agregados de cápsulas amigadas para el medio ambiente. *Revista de Producción Más Limpieza*.
- Yagual Velástegui, A. M., Lopez Franco, M. L., Sánchez León, L., & Narváez Cumbicos, J. G. (2018). La contribución del sector de la construcción sobre el producto interno bruto PIB en Ecuador. *Lasallista de Investigación*.  
<https://www.redalyc.org/journal/695/69559233023/html/>
- Yu-qiu Ye, Jie Han, & Robert L. Parsons. (2022). *Lightweight Cellular Concrete Properties and Geotechnical Applications*. <https://typeset.io/papers/lightweight-cellular-concrete-properties-and-geotechnical-1owq8d2g>
- Zambrano, I. P. (2019). *Aplicabilidad del hormigón celular : “ evaluación técnica para el diseño y construcción de una canoa de concreto*.



**Anexo 2:** Modelo de bloque machihembrado de hormigón celular de dimensiones (0,50x0,25x0,10) m



**Nota:** Elaborado por autor