



FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS



Universidad Nacional
del Nordeste

PROYECTO AGROINDUSTRIAL FINAL

Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Ingeniería Industrial

***“Ampliación y optimización de una planta de hormigón
celular en la ciudad de Resistencia, Chaco”***

Alumno: Gauto, Tomás Agustín

Coordinador: Barrios Ruiz, Javier

Tutora: Paredes, Patricia Belkys

Año: 2.024



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
Aspectos Generales	4
Contexto del proyecto	6
Objetivo general	8
Objetivos específicos.....	8
1. Producto.....	9
1.1. Bien o servicio a producir	9
1.1.2. Beneficios del producto	13
1.2. Clasificación del hormigón celular	17
1.3. Hormigón convencional y hormigón celular	18
1.4. Identificación de la oportunidad de mercado.....	19
1.5. Identificación de riesgos y posibles soluciones.....	21
2. La Empresa.....	23
2.1. La planta	23
2.2. Análisis de la situación actual	26
3. Mercado	27
3.1. Mercado consumidor	27
3.1.1. Demanda.....	29
3.1.2. Comercialización	30
3.2. Mercado competidor	33
3.2.1. Importación y exportación.....	36
3.2.2. Productos complementarios.	36
3.3. Análisis de las Fuerzas de Porter	37
3.4. Análisis FODA	39
4. Proceso Productivo	41
4.1. Proceso de fabricación de bloques de hormigón celular	41
4.1.2. Proceso físico químico involucrado.....	45
4.2. Materiales requeridos	47
4.3. Tipos de bloques a producir.....	48
4.3.1. Cantidad a producir	51
4.3.2 Calor necesario	54
4.3.4 Gestión de tiempos muertos	55
4.4 Maquinaria y equipos	55
4.5 Mano de Obra Requerida	64
4.6 Proceso de compra de la materia prima e insumos	65
4.6.1 Cemento puzolánico	65
4.6.2 Aditivo espumígeno	66
4.6.3 Acelerador de fraguado	68
4.6.4 Arena.....	68
4.6.5 Agua.....	68



4.6.6 Biocombustible	69
4.7 Proceso de venta del producto o servicio	69
4.8 Control de calidad del producto	69
5. Localización y Tamaño.....	72
5.1 Macrolocalización y Microlocalización.....	72
5.2 Capacidad de producción máxima estimada.....	73
5.3 Organigrama y cantidad de recursos humanos.....	74
5.4 Elaboración del lay-out	76
5.4.1 Potencia y coeficiente de simultaneidad	76
5.4.2 Cálculo de carga de fuego.....	76
5.4.3 Diseño del Lay-Out.....	77
6. Normativa Vigente e Impacto Ambiental.....	79
6.1. Normativa Respecto al Producto	79
6.2. Normativa Respecto al Impacto Ambiental	80
6.2.1 Plan de Gestión Ambiental	82
7. Higiene y Seguridad del Trabajo	86
7.1. Consideraciones de seguridad laboral.....	87
7.2. Equipamiento necesario para el personal.....	88
7.3. Mantenimiento	89
7.3.1. Parada Anual.....	89
7.3.2. Plan de Mantenimiento	89
8. Inversiones.....	94
9. Costos.....	96
9.1. Costos en Materia Prima y Variables.....	96
9.2. Costos Fijos.....	98
9.3. Costos por Bloque	98
9.4. Inversión inicial total	99
9.4. Financiamiento	99
10. Venta, Ingresos y Flujo de Caja.....	101
10.1. Flujo de fondos	101
10.2. Punto de equilibrio (PEq)	104
10.3. Indicadores.....	105
11. Análisis del Proyecto	106
11.1. Factibilidad Técnica.....	106
11.2. Factibilidad Económico-financiera	106
11.3. Factibilidad Comercial	107
11.4. Posibles Acciones a Futuro	108
12. Conclusiones.....	109
13. Bibliografía	111
14. Anexos	113



AGRADECIMIENTOS

A mi tutora de tesis, Ing. Patricia Belkys Paredes.

A la empresa HC Construcciones, tanto por permitirme abordar sus problemáticas como por brindarme la información necesaria.

A la profesora Dra. Gladys Rebak.

Al profesor Ing. Alejandro De Piaggio

Al Ing. Industrial Adrián Kutalek, supervisor de mantenimiento de la empresa Retak (Planta de Resistencia, Chaco).



Aspectos Generales

El presente trabajo tiene como fin proyectar una ampliación y optimización de la empresa HC Construcciones, radicada en la ciudad de Resistencia, provincia de Chaco, Argentina. Actualmente se dedica a la construcción de viviendas, edificios comerciales y diversos tipos de construcciones como ser: muros, piscinas, quinchos, casas de fin de semana, etc. así como la producción de bloques de hormigón celular.

El proyecto comprende un análisis actual de la empresa, como también un plan de mejora ligado a un proyecto de inversión que implica la mejora de sus instalaciones y la estandarización de sus bloques, para destinarlos a la comercialización a terceros además de usarlos en el desarrollo de sus obras propias.

La optimización y ampliación de una empresa en el contexto de la ingeniería industrial no solo representa un punto estratégico, sino que constituye una necesidad en la búsqueda constante de la eficiencia y competitividad en el entorno empresarial actual. La importancia de este proceso radica en su capacidad para redefinir no solo la estructura interna de la empresa, sino también su posición en el mercado. La optimización no es simplemente un refinamiento de procesos; es una respuesta estratégica que busca maximizar la eficiencia operativa, reducir costos, minimizar desperdicios y, en última instancia, mejorar la calidad de los productos y servicios ofrecidos.

En este contexto, el presente trabajo de tesis se enfoca en la proyección de una ampliación y optimización de la empresa HC Construcciones, ubicada en la ciudad de Resistencia, provincia de Chaco, Argentina. Específicamente, la empresa se dedica a la construcción de viviendas, edificios comerciales y diversas obras de envergadura, abarcando desde muros y piscinas hasta quinchos y casas de fin de semana. Además, destaca por su producción de bloques de hormigón celular, los cuales utiliza integralmente en sus proyectos constructivos. El propósito de este proyecto de investigación consiste en realizar un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa HC



Construcciones y, a partir de dicho diagnóstico, desarrollar un plan de mejora integral.

Este plan se verá respaldado por un proyecto de inversión destinado a modernizar las instalaciones de la empresa y estandarizar la producción de bloques de hormigón celular. La implementación de estas mejoras no solo incrementará la eficiencia operativa de la empresa, sino que también generará oportunidades para la comercialización de sus productos, al permitir la venta de los bloques de hormigón celular como una entidad autónoma.

En este sentido, el proyecto se sumerge en un análisis de la estructura actual de HC Construcciones, evaluando sus procesos productivos, identificando posibles cuellos de botella y proponiendo soluciones apropiadas. Asimismo, se examina la viabilidad financiera del proyecto de inversión, considerando tanto los costos asociados a la modernización de las instalaciones como los beneficios esperados a través de la optimización de la producción y la diversificación de los productos ofrecidos.

El enfoque integral de este trabajo de tesis no solo busca mejorar la eficiencia operativa de la empresa, sino que también aspira a consolidarla como un referente en la producción de bloques de hormigón celular en la región NEA. La estandarización de la producción no solo facilitará el uso interno de estos bloques en las obras desarrolladas por la empresa, sino que abrirá las puertas a nuevos mercados y clientes interesados en adquirir un producto de alta calidad y uniformidad.

En resumen, este proyecto propone una visión estratégica y detallada para la optimización de HC Construcciones, fusionando la mejora de procesos con la inversión en tecnología y la diversificación del portafolio de productos. A través de este enfoque integral, se busca impulsar el crecimiento sostenible de la empresa y contribuir al desarrollo del sector de la construcción en la región.

Contexto del proyecto

El desarrollo de viviendas y edificios en la zona del Nordeste Argentino ha visto un incremento en la última década. Durante el período comprendido



entre el censo de 2010 y el censo de 2022, Corrientes experimentó un crecimiento intercensal del 38% en cuanto a viviendas.

Según el INDEC, en su informe técnico “Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción” de mayo del 2023, si se analizan las variaciones del acumulado de consumo durante los cinco primeros meses del año 2023 en su conjunto en relación a igual período del año anterior, se observan subas de 11,2% en hormigón elaborado; 2,7% en placas de yeso; y 1,6% en cemento portland.

El último censo realizado en la República Argentina arrojó datos para el análisis demográfico de la zona de injerencia de la empresa. Como se puede observar en la siguiente tabla, el núcleo urbano Corrientes-Resistencia tuvo un importante aumento poblacional.

Tabla 1.

Crecimiento demográfico en Corrientes y Resistencia.

Fuente: INDEC

Localidad	Población (2010)	Población (2022)	Variación
Corrientes Capital	358.223	439.270	22,6%
San Fernando, Chaco	390.874	416.140	6,5%

La región, tomada como núcleo urbano, involucra a las capitales de las provincias de Chaco y Corrientes. En toda el área metropolitana, se aproxima al millón de personas que habitan allí. Ambas ciudades presentan un potencial significativo para el crecimiento demográfico, habitacional y económico, lo que las posiciona como centros urbanos importantes en la región nordeste de Argentina. La combinación de desarrollo urbano, riqueza cultural y oportunidades académicas y económicas hace que Corrientes y Resistencia sean lugares atractivos para vivir, trabajar o visitar.



La industria de la construcción en el nordeste argentino se erige como un sector dinámico y estratégico que desempeña un papel crucial en el desarrollo económico y social de la región. La particularidad de este contexto geográfico, que abarca provincias como Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones, impone desafíos y oportunidades únicas para las empresas del sector. En los últimos años, el NEA ha experimentado un crecimiento significativo en el sector de la construcción, impulsado por una combinación de factores. La creciente demanda de viviendas, la expansión de proyectos de infraestructura y el aumento en la actividad comercial han generado un ambiente propicio para el florecimiento de empresas dedicadas a la construcción y la producción de materiales de construcción, como bloques de hormigón celular. Además, es probable que los atributos beneficiosos de los bloques de hormigón, como ser más ligero que los ladrillos, fáciles de colocar y frugales, con respecto al costo base y el consumo de cemento, impulsen el crecimiento del mercado. Las bolsas de aire presentes en los bloques de hormigón los convierten en una solución de aislamiento térmico eficaz y la una resistencia superior contra las condiciones atmosféricas podrían impulsar el crecimiento del mercado durante el período previsto.

Sin embargo, este panorama positivo coexiste con desafíos inherentes a la región, como las condiciones climáticas variables, la necesidad de acceso a tecnologías modernas y la importancia de la sostenibilidad ambiental en la industria de la construcción. Estos factores contextualizan la importancia de la optimización y ampliación de empresas como HC Construcciones, no solo como respuesta a la demanda creciente sino también como una contribución al desarrollo sostenible de la región. La región presenta una rica diversidad cultural y geográfica, lo que se refleja en la variedad de proyectos de construcción, desde viviendas hasta obras de infraestructura. Esta diversidad también destaca la necesidad de soluciones flexibles y adaptativas, tanto en términos de procesos constructivos como de productos, colocando a empresas como HC Construcciones en una posición estratégica para liderar iniciativas que aborden estas demandas específicas.



Objetivo general

- Proponer un plan de mejora productiva y de los productos de la empresa HC Construcciones.

Objetivos específicos

- Analizar la oferta y demanda de productos mediante un estudio del mercado en la región.
- Estandarizar la fabricación de los ladrillos de HC para su comercialización.
- Proponer una mejora en la gestión y planificación administrativa de la empresa.
- Determinar la rentabilidad de la empresa a través de un estudio económico-financiero.
- Definir una estrategia de marketing para la comercialización del producto.



1. Producto

1.1. Bien o servicio a producir

El hormigón celular es un material de construcción compuesto principalmente por cemento, agua, arena y un agente espumante. Lo que distingue al hormigón celular es la presencia de burbujas de aire o celdas microscópicas distribuidas uniformemente en su estructura, lo que le confiere propiedades especiales, como ligereza y aislamiento térmico y acústico.

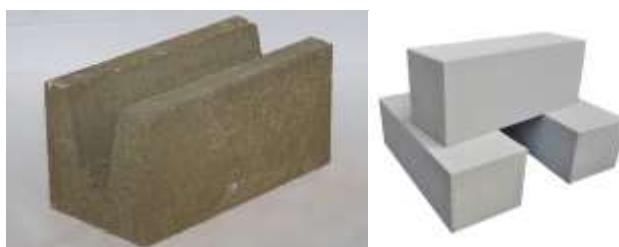
J.A. Eriksson, arquitecto de origen sueco, patentó el hormigón celular curado en autoclave en el año 1924. Inicialmente su uso no tuvo un gran impacto en la construcción debido a las dificultades de su fabricación, pero el avance tecnológico ha permitido la creación de espumas cada vez más estables que garantizan densidades y resistencias aceptables, permitiendo que este material sea utilizado en países como España, Alemania, Países Bajos y Estados Unidos.

El hormigón celular, en el contexto de la ingeniería de materiales para la construcción, se configura como una amalgama compuesta fundamentalmente por cemento, arena, agua y un agente espumante. Su singularidad reside en la inclusión deliberada de burbujas de aire en su matriz, confiriendo así una baja densidad en comparación con las formulaciones de hormigón convencionales, sin menoscabar, no obstante, su integridad estructural.

Fig 1.

Representación de diversos tipos de bloques de hormigón celular.

Fuente: arquibase.com



Los componentes del producto son:



Espumógeno: En principio todos los productos espumógenos pueden ser utilizados con este fin, pero con la presencia del agua, la generación de la espuma y el proceso de mezclado con los materiales hace que decrezca la tensión superficial y se rompan las burbujas. Los agentes espumantes deberán mantener la estabilidad de las burbujas sin que ésta se rompa durante la generación de espuma, durante el proceso de mezclado, durante el vertido del material en el molde y hasta que este haya endurecido.

Áridos: En lo que se refiere a los agregados, las propiedades de los hormigones celulares variarán con el tamaño de los granos de los áridos. La composición, la forma y tamaño de los agregados influyen en la calidad del hormigón, la calidad deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma IRAM 11.561. La humedad aporta en la resistencia y maniobrabilidad en la dosificación del hormigón, por la relación agua/cemento. Es necesario cuantificar la humedad en el árido para determinar si estos aportan o absorben agua según el estado higrométrico que estos posean, que debe ser tomado en cuenta en el momento de la fabricación del hormigón, para así realizar correcciones por humedad en la dosificación.

Cemento: Un cemento hidráulico que al mezclarse con el árido y agua tiene la propiedad de conformar una masa pétreas resistente y duradera denominada hormigón. Como el cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella forma un material de buenas propiedades aglutinantes. En el presente trabajo, se utilizará cemento puzolánico tipo CPC40, producido por la mezcla íntima de un material conocido como puzolana y cal hidratada, finamente molidos.

Tabla 2.

Composición aproximada del cemento puzolánico

Fuente: Loma Negra

Componente	Porcentaje Aproximado



Clinker de Cemento	40-64%
Puzolana (por ejemplo, ceniza volante)	15-35%
Yeso (sulfato de calcio)	Menos del 5%
Otros Aditivos	Menos del 1-5%

El clinker de cemento es un producto resultante de la calcinación de una mezcla de caliza y arcilla a elevadas temperaturas en un horno rotativo. Durante este proceso, los materiales se funden y transforman en pequeñas bolas duras conocidas como clinker. Este material nodular, que posee propiedades cementantes inherentes, constituye la fase intermedia en la producción de cemento Portland, el tipo de cemento más comúnmente utilizado en la construcción. Después de la fase de cocción, el clinker se enfriá y se somete a una molienda fina junto con otros componentes como el yeso para producir el cemento final. La composición química del clinker varía según la naturaleza de las materias primas empleadas, incluyendo compuestos como alita, belita, aluminato tricálcico y ferrita cuatricálcica, que contribuyen a las propiedades de fraguado y resistencia del cemento resultante.

La puzolana es un material silíceo o aluminosilíceo de origen natural o artificial, que posee propiedades cementantes cuando se combina con cal y agua. Este material ha sido utilizado históricamente como adición al cemento para mejorar sus propiedades físicas y químicas. La puzolana reacciona con la cal durante el proceso de hidratación, formando compuestos adicionales que contribuyen a la resistencia y durabilidad del cemento resultante. En la producción de cemento puzolánico, la puzolana se combina con el clinker de cemento Portland durante la molienda final. Este tipo de cemento ofrece ventajas tales como una menor liberación de calor durante el fraguado, una mayor resistencia a ciertos agentes agresivos, y una mejor durabilidad en



ambientes específicos. Las puzolanas pueden ser de origen natural, como la ceniza volante y la sílice activada, o de origen artificial, como el metacaolín. Su inclusión en la producción de cemento representa una práctica sostenible al hacer un uso eficiente de recursos y mejorar las propiedades del material resultante.

Agua: “El agua que se emplea en la mezcla debe ser limpia, libre de impurezas y debe carecer de: aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar y materia orgánica. También se puede utilizar agua potable, aunque esto aumenta los costos”. (Pyniol, 2010).

La calidad del agua desempeña un papel crucial, ya que las impurezas presentes en ella pueden influir en el proceso de fraguado del cemento. Esta influencia, a su vez, podría afectar la resistencia del hormigón y dar lugar a manchas en las superficies. Además, existe el riesgo de corrosión en el acero de refuerzo, especialmente en las áreas de concreto utilizadas para losas y columnas.

El contenido de agua de la pasta estándar se expresa como porcentaje en peso de cemento seco, y el valor normal varía entre 26 y 33%, es decir entre 130 y 165 ml para 500 gramos de cemento.

Los ingredientes aproximados para 1 metro cúbico de hormigón celular son:

- Cemento: Aproximadamente 300-400 kg, dependiendo de la resistencia deseada.
- Arena: Aproximadamente 600-800 kg. La arena debe ser limpia y de calidad adecuada.
- Agua: Aproximadamente 150-200 litros, ajustado según la consistencia deseada.
- Agente espumígeno: La cantidad de agente espumígeno varía según el producto específico que se esté utilizando. Se deben seguir las recomendaciones del fabricante para determinar la cantidad necesaria. Por lo general, se utiliza una pequeña cantidad de agente espumígeno



en relación con la mezcla total, a menudo en el rango del 0.5% al 2% del peso del cemento.

Es importante tener en cuenta que estos porcentajes son aproximados y pueden variar de formulación.

1.1.2. Beneficios del producto

Los bloques de hormigón celular son entidades constructivas confeccionadas a partir de este compuesto, que manifiestan atributos distintivos que los distinguen en el ámbito de la edificación:

- Ligereza estructural: La reducida densidad del hormigón celular induce una masa más ligera en los bloques, facilitando la manipulación, transporte e instalación durante las fases constructivas.
- Capacidades aislantes: El hormigón celular exhibe propiedades aislantes notables en términos térmicos y acústicos, evidenciando así su utilidad para mejorar la eficiencia energética y el confort acústico en entornos edificados.
- Resistencia ponderada: A pesar de su baja densidad, los bloques de hormigón celular conservan una resistencia mecánica adecuada, lo que posibilita su implementación en diversas aplicaciones estructurales.
- Versatilidad constructiva: Los bloques de hormigón celular ostentan una versatilidad intrínseca, integrándose con fluidez en diversos sistemas constructivos, ya sea en modalidades tradicionales de albañilería o en esquemas más contemporáneos. Esta versatilidad se extiende a aplicaciones residenciales y comerciales.
- Consideraciones sostenibles: La producción de hormigón celular puede ser interpretada como una alternativa más sostenible en términos ambientales. Su menor demanda de recursos, atribuible a su baja densidad, y la posibilidad de integrar materiales reciclados en



ciertos procesos de manufactura, resuenan con imperativos contemporáneos de sostenibilidad.

El hormigón celular es un material que no contiene materias combustibles, ya que sus componentes son de origen mineral, lo que proporciona una alta resistencia al fuego logrando resistir altas temperaturas durante períodos de tiempo más prolongados que cualquier otro material de construcción sólida, además no emite gases tóxicos y vapores al medio ambiente.

El agua en el hormigón celular proviene de tres fuentes distintas. En primer lugar, inmediatamente después del proceso de autoclave, el hormigón retiene aproximadamente un 30% de agua en peso del material seco. Esta cantidad disminuye con el tiempo debido a la absorción. En segundo lugar, se puede originar por condensación capilar debido al aumento de la humedad relativa circundante. La tercera fuente es la succión capilar cuando el hormigón entra en contacto directo con agua en estado líquido, ya que absorberá rápidamente el agua. La presencia de celdas esféricas cerradas, distribuidas uniformemente en la estructura del hormigón celular, contribuye a una baja capilaridad y absorción de agua en las unidades. Esto se traduce en una mayor resistencia al agua, ya que la estructura impide la transferencia de humedad por capilaridad. Además, ayuda a reducir las fluctuaciones de temperatura, lo que resulta en una menor variación en la humedad.

Los bloques constituyen un sistema constructivo que permite llevar a cabo construcciones de manera rápida, eficiente y económica, cumpliendo con los más elevados estándares de calidad. A continuación, se destacan las principales ventajas de la construcción con bloques macizos de hormigón celular.

Trabajabilidad

Los bloques ofrecen una notable trabajabilidad, siendo fácilmente cortados, perforados, acanalados, ranurados, lijados, modulados y desbastados con herramientas como serruchos de mano o sierras de huincha eléctrica. Esto posibilita la obtención de formas deseadas, permitiendo la construcción de



muros curvos u otros diseños. Este atributo se traduce en beneficios significativos para tareas complementarias, como instalaciones eléctricas y de agua potable.

Aislación de plagas

Gracias a su composición inorgánica, los bloques de hormigón celular son inhabitables para cualquier organismo, proporcionando una efectiva aislación contra plagas.

Nula toxicidad

Tanto en su elaboración como en su uso, el hormigón celular macizo no presenta niveles de toxicidad para los seres humanos ni para el medio ambiente. Esta característica contribuye a un entorno de construcción seguro y sostenible.

Durabilidad

La durabilidad del hormigón celular macizo destaca frente a la humedad, resistiendo de manera eficaz los ciclos de congelación y deshielo, la formación de hongos y el ataque de insectos.

Rapidez de construcción

La aplicación de los bloques se realiza con mortero cementicio predosificado mediante una pala dentada, permitiendo la creación de juntas precisas en una sola pasada. El uso de mortero de fraguado rápido posibilita levantar muros sin restricciones en la cantidad diaria de hiladas en altura. Además, el peso reducido de los bloques, siendo un cuarto del peso del hormigón tradicional, garantiza rapidez y eficiencia con un equilibrado desempeño estructural.

Economía



Las dimensiones de los bloques permiten un avance diario significativo en comparación con otros materiales, reduciendo los costos de mano de obra. Además, al eliminar la necesidad de aislamiento térmico adicional, se logra una mayor eficiencia económica.

Máximo aprovechamiento del material

La baja producción de escombros de los bloques y la posibilidad de reutilizar los eventuales cortes sobrantes contribuyen a minimizar la pérdida de material, favoreciendo un enfoque más sostenible.

Versatilidad

Los bloques pueden emplearse en la ejecución de tabiquería y elementos estructurales de albañilería armada o reforzada, tanto en el interior como en el exterior de una edificación. Su compatibilidad con otros materiales como el hormigón armado, la albañilería de ladrillo, las estructuras metálicas y otros, amplía las posibilidades de diseño y construcción.

Disminución de morteros, estucos y enlucidos

La aplicación directa de cerámicas o enchapes sobre los bloques, previa limpieza, elimina la necesidad de trabajos de estuco previos, reduciendo los costos asociados a materiales de terminación.

Precisión dimensional

Durante el proceso de producción, los bloques se cortan con gran exactitud en sus medidas estándar o especiales, asegurando una precisión dimensional en la construcción.

Producto ecológico

El proceso productivo de los bloques de hormigón celular es de baja contaminación, sin la inclusión de sustancias nocivas, bajo consumo de energía, sin generación de polución y con ahorro pasivo de energía en las



construcciones, consolidándose como una opción ecológica en el ámbito constructivo.

Transporte

Al examinar el transporte de materiales prefabricados de concreto, como bloques o adoquines, se observa que en la mayoría de los casos, la cantidad de producto transportado en un camión se ve limitada no por el volumen, sino por el peso que estos vehículos pueden manejar. En el escenario en el que estos productos estuvieran fabricados con concreto celular de peso ligero, sería posible transportar una cantidad significativamente mayor. Esto no solo resultaría en una disminución de los costos de transporte, sino también en una reducción del consumo de combustibles fósiles y de las emisiones perjudiciales para el medio ambiente.

1.2. Clasificación del hormigón celular

Hormigón Celular Ligero:

Densidad: 300-700 kg/m³ (aproximadamente)

Aplicaciones:

- Aislamiento térmico en muros y techos.
- Paneles prefabricados para aislamiento de edificios.
- Relleno de cavidades y bloques ligeros.
- Sistemas de aislamiento acústico.

Hormigón Celular de Densidad Media:

Densidad: 700-1,600 kg/m³ (aproximadamente)

Aplicaciones:

- Muros y particiones en la construcción.
- Sistemas de construcción ligera con resistencia estructural.
- Paneles prefabricados para construcción.



Hormigón Celular Pesado:

Densidad: 1,600-2,500 kg/m³ (aproximadamente)

Aplicaciones:

- Cimientos y pavimentos.
- Estructuras de carga pesada.
- Construcción de obras civiles y proyectos de infraestructura.

1.3. Hormigón convencional y hormigón celular

“El concreto es en la actualidad el material más usado en la industria de la construcción, sin embargo, la alta densidad o peso volumétrico de los concretos convencionales alrededor de 2350 kg/m³ ha sido un inconveniente donde la carga muerta es un factor importante. Es muy pesado para ser práctico, sobre todo en la construcción de losas de entrepiso y azoteas, ya que estas están diseñadas para soportar las cargas vivas (personas y mobiliario), dichas cargas se transmiten a las trabes, estas a las columnas y finalmente a la cimentación y al terreno.” (Cervantes Abarca, 2008)

El hormigón celular, con densidades entre 300 y 600 kg/m³ se utiliza en azoteas y pisos como aislante térmico y acústico. Cuando la densidad oscila entre 600 y 900 kg/m³ se emplea para la fabricación de bloques y paneles precolados/premoldeados para paredes de revestimiento o divisorias, losas para cielo rasos, capas de aislamiento térmico y acústico en edificios residenciales y comerciales de varios pisos. Cuando la densidad alcanza valores entre 900 y 1.200 kg/m³ se utiliza en bloques y paneles de concreto para las capas externas de edificios, así como en paredes divisorias, losas de concreto para techos y pisos. Finalmente cuando las densidades están entre 1.200 y 1.600 kg/m³ se utiliza en paneles prefabricados de cualquier dimensión para usos comerciales e industriales, ornamentos de paisajismo y otras aplicaciones.

La relación entre el esfuerzo a tensión y el esfuerzo a compresión en el hormigón celular es mayor que en el concreto convencional, oscilando



típicamente entre un 15-35% en comparación con el esfuerzo a compresión, mientras que el esfuerzo a flexión representa alrededor del 22-27% del esfuerzo a compresión. Estos valores son habituales siempre que el nivel de humedad se mantenga por debajo del 5% (Campbell, 2001). Además, el módulo de elasticidad del hormigón celular es limitado, aproximadamente 1.5 kN/mm², en contraste con los 20 kN/mm² del concreto convencional. Esta diferencia se atribuye a la estructura interna del hormigón celular y a la reducción de la ductilidad causada por el tratamiento en autoclave. Como resultado de su baja resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad también es más bajo en el hormigón celular.

Al examinar el transporte de materiales prefabricados de concreto, como bloques o adoquines, se observa que en la mayoría de los casos, la cantidad de producto transportado en un camión se ve limitada no por el volumen, sino por el peso que estos vehículos pueden manejar. En el escenario en el que estos productos estuvieran fabricados con concreto celular de peso ligero, sería posible transportar una cantidad significativamente mayor. Esto no solo resultaría en una disminución de los costos de transporte, sino también en una reducción del consumo de combustibles fósiles y de las emisiones perjudiciales para el medio ambiente.

1.4. Identificación de la oportunidad de mercado

Los bloques de hormigón celular ofrecen algunas ventajas en el sector de la construcción en Argentina:

- Eficiencia energética: Los bloques de hormigón celular tienen propiedades aislantes que pueden ayudar a reducir los costos de calefacción y refrigeración en las viviendas, lo que hace que las casas sean más asequibles de mantener para los propietarios.
- Rapidez de construcción: Los bloques de hormigón celular son más ligeros y fáciles de manejar en comparación con otros materiales de construcción. Esto puede acelerar el proceso de construcción,



reduciendo así los costos laborales y permitiendo una entrega más rápida de proyectos.

- Durabilidad y resistencia: Los bloques de hormigón celular tienen una resistencia adecuada y una larga vida útil, lo que reduce la necesidad de mantenimiento y reemplazo a largo plazo, lo que puede ser beneficioso en un contexto de inflación de costos.
- Construcción de viviendas asequibles: Los bloques de hormigón celular son una opción viable para la construcción de viviendas asequibles, lo que podría ayudar a abordar la demanda insatisfecha de viviendas en Argentina.

La aplicación de bloques de hormigón celular se asemeja en gran medida a las técnicas empleadas en la albañilería convencional de ladrillo. En esencia, combina aspectos de la albañilería reforzada y la albañilería armada. En términos de albañilería armada, se perforan los bloques y se unen mediante tensores. Por otro lado, en el contexto de la construcción de viviendas de dos pisos, la utilización de losas es necesaria, y en este caso, se emplea hormigón armado tradicional. Esto hace que su introducción no demande mayor complejidad ni capacitación al personal ya existente en el sector de la construcción en la región. La oportunidad de mercado presentada por los bloques de hormigón celular se fundamenta en una convergencia de factores técnicos, ambientales y económicos que han posicionado este material como una opción destacada en la construcción contemporánea. Desde una perspectiva técnica, los bloques de hormigón celular destacan por sus propiedades avanzadas, como la baja densidad y su capacidad excepcional de aislamiento térmico y acústico. *Neville y Brooks (2010)*.

La innovación continua en los procesos de fabricación ha mejorado la viabilidad económica de los bloques de hormigón celular, haciéndolos más competitivos en términos de costos, como exploran autores como Odler (2015). Este aspecto económico fortalece la posición de los bloques de hormigón celular como una opción práctica y asequible para la construcción



contemporánea. En mercados emergentes, donde la construcción está en expansión, los bloques de hormigón celular representan una oportunidad estratégica para introducir materiales modernos y sostenibles. Esta expansión del mercado de la construcción ofrece un terreno fértil para la adopción de innovaciones y prácticas de construcción más avanzadas.

1.5. Identificación de riesgos y posibles soluciones

- Variaciones en la calidad del producto: La calidad del hormigón celular es esencial para la satisfacción del cliente. Las variaciones en la calidad del producto pueden ser un riesgo, especialmente si hay cambios en la fuente de materiales o en la fórmula de la mezcla.
Solución: Implementar un estricto control de calidad, realizar pruebas regulares en muestras de bloques y mantener un proceso de producción estandarizado. También se pueden establecer protocolos para inspeccionar y certificar la calidad del producto final.
- Variaciones en la oferta de materias primas: Las fluctuaciones en la disponibilidad y los precios de los materiales, como el cemento y el agente espumante, pueden afectar la producción y los costos.
Solución: Mantener relaciones sólidas con proveedores de materias primas y establecer contratos a largo plazo para garantizar un suministro constante. También es importante diversificar las fuentes de suministro cuando sea posible.
- Cambios en la demanda del mercado: Las fluctuaciones en la demanda del mercado pueden afectar la planificación de la producción. Si la demanda disminuye repentinamente, podría haber un exceso de inventario.
Solución: Diversificar los mercados objetivo para reducir la dependencia de un solo sector. Mantener una estrecha comunicación



con los clientes y realizar estudios de mercado para prever las tendencias.

- Problemas de gestión de la logística: La logística de entrega y distribución de bloques de hormigón celular puede ser complicada y costosa, especialmente si los proyectos se encuentran en ubicaciones distantes.

Solución: Diseñar una estrategia logística efectiva que considere la ubicación de los proyectos y los costos asociados. Esto podría incluir la inversión en una flota de transporte propia o la colaboración con empresas de logística.

- Cambios en las regulaciones: Cambios en las regulaciones gubernamentales, especialmente relacionados con las normativas de construcción y medio ambiente, pueden impactar en la producción y los costos.

Solución: Mantenerse al tanto de las regulaciones y trabajar en estrecha colaboración con las autoridades para cumplir con las normativas en constante evolución. Invertir en prácticas de fabricación sostenible para abordar requisitos ambientales cambiantes.

- Problemas de seguridad laboral: La operación de maquinaria pesada y la manipulación de hormigón pueden presentar riesgos para la seguridad de los trabajadores.

Solución: Implementar protocolos de seguridad sólidos, proporcionar capacitación adecuada a los empleados y mantener equipos y maquinaria en condiciones seguras de funcionamiento.

2. La Empresa

HC Construcciones es una empresa surgida como proyecto unipersonal, la cual actualmente emplea a 4 personas directamente en su planta de producción de bloques, y dependiendo de la periodicidad de las obras que realiza, emplea entre 10 y 20 personas como albañiles, peones, maestros



mayores de obra, arquitectos y proyectistas. Al momento, la empresa no realiza la comercialización de sus bloques, sino que únicamente limita su uso a la ejecución de sus propias obras.

Sin embargo, mediante una charla con el encargado de la empresa, y gracias a la incorporación del estudiante Gauto, Tomás en el desarrollo del marketing de la empresa, se pudo observar que existe un gran interés por parte del público en adquirir los bloques para sus construcciones.

Por lo tanto, esto indica un gran potencial para el desarrollo del presente proyecto.

2.1. La planta

Actualmente la planta de producción se encuentra en el parque industrial de Fontana, Chaco. Es una nave industrial de 570m², la cual la empresa alquila mensualmente bajo contrato por tres años desde mayo de 2023.

La planta cuenta con zonas delimitadas actualmente. Se presenta un esquema del predio.

Fig 2.*Plano actual de la planta***Fuente:** Elaboración propia

Fig 3.

Fotografía aérea del predio actual

Fuente: Google Earth

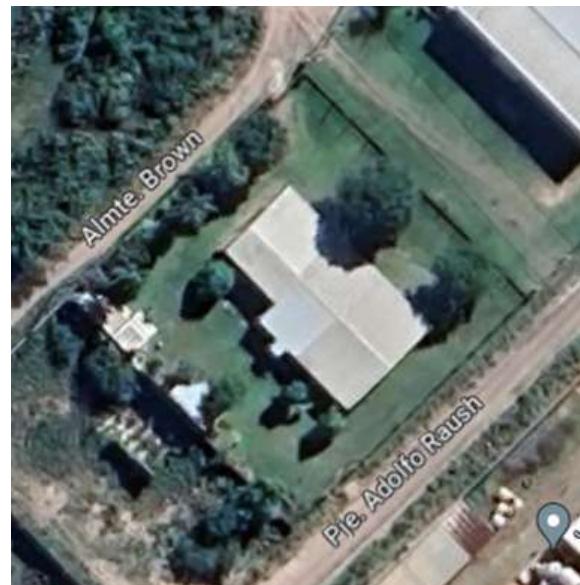


Fig 4.

Fotografía del predio

Fuente: Google Street View





2.2. Análisis de la situación actual

Se realizó un relevamiento del predio, donde se pudo constatar que las instalaciones se encuentran con un nivel de descuido intermedio; evidenciando entre otras cosas paredes rotas, zonas con piso de arena, columnas deterioradas. Dichos parámetros pueden afectar el desarrollo del proceso productivo, así como también las condiciones de seguridad e higiene de los operarios. Al ser un predio en contrato de alquiler, la empresa no posee los permisos necesarios para reformar la nave industrial. Estudios de gestión de instalaciones marcan la importancia de entornos de trabajo adaptados y seguros para optimizar la eficiencia y el ambiente de trabajo de los operarios. La carencia de permisos para realizar mejoras puede tener implicaciones legales y regulatorias que necesitan ser consideradas en futuras decisiones empresariales.

En términos de la posible relocalización de la empresa, es fundamental considerar no sólo las dimensiones necesarias para la producción, sino también la accesibilidad logística y las condiciones ambientales.

La estandarización y producción de estos bloques no solo mejorarían la calidad intrínseca de las edificaciones emprendidas por la empresa, sino que también podrían funcionar como catalizadores para la penetración de este material en el mercado regional, consolidando a HC Construcciones como un agente importante en la industria de la construcción.



3. Mercado

3.1. Mercado consumidor

El mercado consumidor para este proyecto estará comprendido por dos ramas diferenciadas: construcciones propias y construcciones realizadas por terceros.

Dentro de esta primera división, podemos destacar dos puntos importantes. El primero es que la empresa desarrollará paralelamente acciones que fomenten la firma de nuevos contratos de obra junto con el plan de producción de bloques, por lo que resultaría sensato esperar un crecimiento en la venta de construcciones. El segundo punto es que se deberá tener un stock delimitado para destinar a dichas producciones. Hasta el momento, la empresa viene presentando un crecimiento paulatino y uniforme, generando mensualmente dos contratos de obra en promedio, desde junio a diciembre del 2023. No obstante, al enfocar el análisis en el mercado consumidor del producto, se pueden definir parámetros muy similares en ambos casos. El mercado lo compondrán personas que estén interesadas en construir, a cualquier escala de obra, así como también corralones, empresas constructoras y/o grupos inversores; radicados en la zona del NEA principalmente.

El mercado de la construcción en la región del nordeste argentino se ve muy impulsado por inversiones de capitales privados en el desarrollo urbanístico y habitacional de las principales ciudades; dando lugar a diversos formatos de lugares de alquiler (edificios, dúplex, habitaciones, cabañas, pensiones, etc.). Según el último censo realizado por el INDEC, se presenta un crecimiento intercensal en cantidad de viviendas en el Chaco de un 36,4% y en Corrientes fue de un 49,1%.

En Argentina, las viviendas tienden a tener un tamaño promedio que oscila entre 60 y 100 m². Para construir una casa de estas dimensiones, se estima un consumo de alrededor de 12,5 bloques por metro cuadrado, lo que se

traduce en la necesidad de utilizar entre 2000 y 2500 bloques por vivienda. Este rango varía lógicamente según el diseño específico de cada construcción.

El conocimiento profundo del perfil del consumidor es esencial para la formulación de estrategias de marketing efectivas. En este contexto, el consumidor típico de productos y servicios relacionados con la construcción en Resistencia y Corrientes se caracteriza por su sensibilidad a la calidad, durabilidad y eficiencia. Factores económicos, como el poder adquisitivo y las condiciones crediticias, también influyen en las decisiones de compra, lo que subraya la importancia de la accesibilidad financiera de los productos de HC Construcciones. La relación con distribuidores tipo corralones es fundamental para la expansión y consolidación de la empresa en el mercado de la construcción en el NEA. Estos corralones, puntos de venta mayorista que abastecen a profesionales de la construcción y particulares, representan un canal estratégico para la comercialización de bloques de hormigón celular y otros productos de la empresa. A continuación, se detallan estrategias clave para maximizar las ventas en este importante segmento del mercado.

Fig 5a.

Corralones en Corrientes.

Fuente: Google Maps

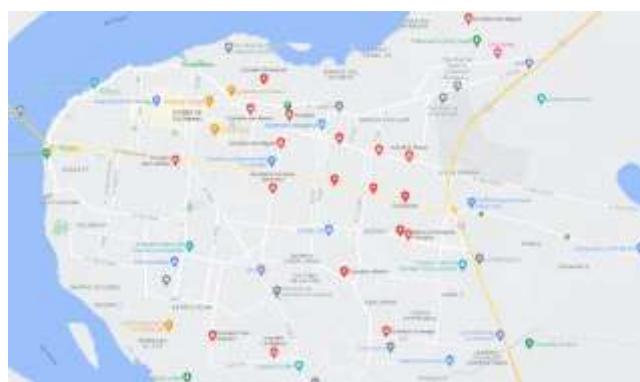
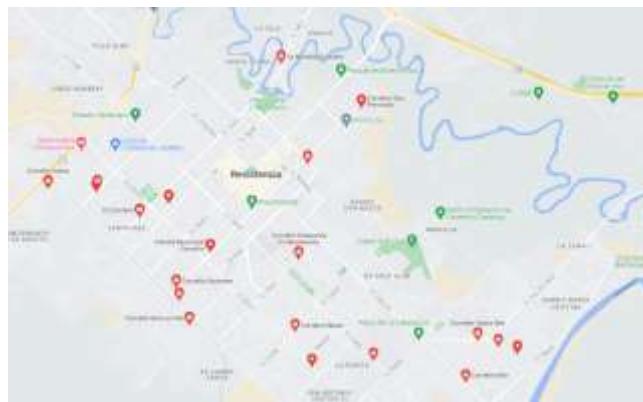


Fig 5b.

Corralones en Resistencia.

Fuente: Google Maps



3.1.1. Demanda

A continuación, se ofrece una proyección del consumo aparente del país utilizando datos de comercio internacional de bloques y ladrillos de hormigón proporcionados por el Sistema de Estadísticas de Comercio Exterior de los últimos 9 años:

Tabla 2.

Demanda de bloques de hormigón en Argentina

Fuente: elaboración propia, en base a SECEM

Año	Producción (en m3)	Exportado (en m3)	Importado (en m3)	Consumo final (en m3)
2013	94650	1063	232	93819
2014	113700	1083	0	112617
2015	110000	2050	85	108035
2016	102600	2035	2	100567
2017	81200	6112	464	75552
2018	113400	6312	2	107090
2019	152300	11389	10	140921
2020	191200	14307	123	177016
2021	229750	15784	17	213983
2022	265000	26864	386	238522



En base a la proyección de crecimiento demográfico para el año 2023 realizada por el INDEC, la cual es de 46.654.581 habitantes, se prevé análogamente una demanda anual de 283.556 m³ para dicho año, y de m³ 414.384 m³ para el año 2027. En referencia particularmente a las provincias de Chaco y Corrientes, podemos definir una demanda a partir de estos datos mencionados: Chaco: 1.238.989 habitantes (2,65%) y Corrientes: 1.148.631 habitantes (2,46%), combinando un 5,11% del total, se prevé una demanda anual de aproximadamente 21.176 m³.

3.1.2. Comercialización

Este producto no está categorizado como un bien de consumo masivo. No obstante, se puede definir como un bien de comparación. El consumidor requiere de un cierto tiempo para realizar un análisis y lograr decidirse por la adquisición de bloques de hormigón celular para llevar a cabo su obra constructiva. Es un bien de capital o inversión, puesto que no se consume al usarlo. En el ámbito de bien de comparación, Kotler y Armstrong (2018) en su obra "Principios de Marketing" destacan la necesidad de los consumidores de invertir tiempo en investigar y analizar opciones antes de decidir la compra. Este proceso reflexivo implica evaluar factores como la calidad, el rendimiento y la relación costo-beneficio.

El canal de comercialización podrá ser directo o indirecto, en este último se utilizarán intermediarios.

La implementación de un canal directo involucra la venta de bloques de hormigón celular directamente desde HC Construcciones al usuario final, sin intermediarios. Este enfoque proporciona a la empresa un control directo sobre la comercialización, la relación con el cliente y la calidad del servicio. Estratégicamente, HC Construcciones podría establecer puntos de venta directa en ubicaciones estratégicas, como centros de construcción y ferreterías especializadas. Este canal permite una comunicación directa con los clientes, facilitando la educación sobre las características y ventajas de los

bloques de hormigón celular. Además, puede ofrecer flexibilidad en términos de precios y promociones directas.

Fig 6.

Diagrama de diversos tipos de distribución

Fuente: Google Images



El canal directo implica ofrecer al cliente interesado la posibilidad de retirar su pedido directamente del predio, si así lo quisiese, contratando el por su cuenta un servicio de terceros que se encargue del traslado en camión desde las instalaciones de la empresa a la locación de obra.

La incorporación de un canal indirecto implica la colaboración con intermediarios, como distribuidores o minoristas, para llegar al mercado. Este enfoque puede aumentar la presencia de los bloques de hormigón celular en una variedad de puntos de venta y llegar a segmentos de mercado más amplios. HC Construcciones podría establecer acuerdos con distribuidores regionales o socios minoristas para ampliar su alcance geográfico. La ventaja del canal indirecto radica en la expansión de la distribución y la posibilidad de llegar a clientes que podrían no estar directamente conectados con los canales de venta de la empresa. Una estrategia eficaz podría ser la combinación de ambos canales para aprovechar sus fortalezas respectivas. El canal directo podría centrarse en áreas geográficas clave o en clientes que buscan una experiencia personalizada, mientras que el canal indirecto podría abordar la expansión a nuevas regiones o mercados de nicho.



Respecto a la estrategia de marketing que la empresa aplicará, se tomará en cuenta la base ya existente. Actualmente, el gran volumen de consultas y por consiguiente de obras vendidas proviene de redes sociales, precisamente Facebook e Instagram. La estrategia involucra una importante presencia en dichas plataformas, donde se comparte información sobre los beneficios del producto, así como también diversas promociones y eventuales descuentos.

Como se mencionó, se usará esa misma estrategia para lanzar al mercado la venta de los bloques de manera paralela a la venta de casas y edificios. A esto, se destinará un total del 60% del presupuesto en marketing. El restante 40% se utilizará en publicidad en medios de difusión como radios y televisión, además de pantallas gigantes en distintos puntos de las ciudades, y se difundirán carteles y volantes en los puntos de venta.

Por último, se buscarán acuerdos para participar como exponentes con “stands” en diversos eventos de la región dentro del rubro de la construcción y de negocios inmobiliarios.

En el contexto de un mercado de construcción que busca constantemente innovación, la empresa desarrollará una estrategia que se centre en destacar a través de la innovación y la calidad de sus productos. La compañía se esfuerza por ofrecer bloques que no solo cumplan con los estándares de construcción, sino que también destaquen por su rendimiento superior y características. La clave de esta estrategia es la formulación de una mezcla de hormigón celular que priorice la durabilidad y la resistencia. La empresa buscará utilizar materiales de alta calidad para garantizar que sus bloques ofrezcan un rendimiento excepcional en diversas aplicaciones de construcción. Además de la calidad de los materiales, la empresa se destaca por ofrecer diseños eficientes. Los bloques no solo cumplen con los requisitos estructurales, sino que también permiten una construcción más eficiente y creativa, adaptándose a diversas necesidades de diseño y funcionalidad.



La construcción de una sólida presencia de marca y la comunicación efectiva son imperativas en un mercado donde la toma de decisiones de compra implica un análisis cuidadoso. Estrategias de marketing que destaque la calidad, innovación y sostenibilidad de los productos de HC Construcciones pueden diferenciar a la empresa en un mercado competitivo. La educación del consumidor sobre las ventajas específicas del hormigón celular y su contribución al desarrollo sostenible puede ser clave.

Adaptar la oferta de productos a las demandas específicas de los corralones puede ser importante para ganar su preferencia. Esto puede incluir la creación de paquetes personalizados, ofertas exclusivas o incluso la introducción de nuevos productos que satisfagan las necesidades del mercado mayorista. Colaborar en estrategias de marketing con los corralones puede amplificar la visibilidad de los productos de HC Construcciones. Campañas conjuntas, participación en eventos de la industria y la creación de material promocional compartido pueden ser herramientas efectivas para generar conciencia y demanda en el mercado mayorista.

3.2. Mercado competidor

El mercado competidor está delimitado por competidores directos y competidores sustitutos al producto desarrollado. Los competidores directos son empresas que producen bloques de hormigón celular, mientras que los segundos son empresas que producen bloques de otro tipo, como ser ladrillo común, cerámico, de hormigón no celular, etc., así como también empresas que realicen productos de construcción alternativa (Steel framing, Wood framing, etc.)

Los principales fabricantes de HCCA en Argentina son Retak (Ardal S.A.), Airblock (Compañía de Hormigón Celular S.A.), Brimax S.A. y Lika Hormigón S.A. Retak es la marca comercial de Hormigón Celular Curado en Autoclave (HCCA) desarrollada por Ardal S.A. La compañía opera una planta de producción en Victoria, Entre Ríos, y está construyendo una segunda instalación en Cardales, Buenos Aires. Actualmente, la planta de Victoria tiene



una capacidad de producción de 110 mil metros cúbicos por año, y se espera que la planta de Cardales aumente esta capacidad en 200 mil metros cúbicos adicionales una vez completada (Pilar Productivo, 2016). En 2021, Retak se alió con Airblock, cuya planta en Resistencia, Chaco, produce actualmente 2.700 metros cúbicos de bloques de HCCA al mes, con planes de aumentar la producción a 5.000 metros cúbicos mensuales. La capacidad instalada de la planta es de 12.000 metros cúbicos.

Brimax, ubicada en Fray Luis Beltrán, Provincia de Santa Fe, es el resultado de una asociación entre el grupo Pecan y la empresa holandesa Aircrete. Su planta cubierta de 9.500 m² tiene una capacidad de producción anual estimada en 120 mil metros cúbicos de HCCA.

Lika Hormigón S.A. opera una planta en Villa Constitución, provincia de Santa Fe, donde produce bloques de HCCA. Aunque no se tienen estadísticas exactas sobre su producción, se estima que la capacidad de la planta es de 10.000 metros cúbicos.

Fig 7.

Principales competidores

Fuente: Google Images



Según un análisis de la oferta de estas empresas, se detalla a continuación sus principales productos y precios al día 28 de septiembre del 2023:



Tabla 3.

Principales marcas de bloques de hormigón celular.

Fuente: elaboración propia

Marca	Empresa	Producto	Precio (\$ARS)	Precio x m ³
Retak	Ardal S.A	Ladrillo de HCCA 15x25x50	\$1.876	\$94.720
Brimax	Brimax S.A	Bloque de hormigón celular liviano 15x20x60	\$2.100	\$116.666
Lika	Lika Hormigón S.A.	Ladrillo de hormigón celular 18x25x50	\$1.661	\$79.377

Por otra parte, algunos competidores indirectos que se observan en el mercado y sus precios son los detallados a continuación, a modo de referencia:

Tabla 4.

Ladrilleras de las ciudades de Corrientes y Resistencia.

Fuente: Elaboración propia.

Marca	Empresa	Producto	Precio (\$ARS)
-	Ladrillera local	Ladrillo común	\$60



		de barro horneado (Desde 1000 u)	
-	House Corrientes	Ladrillo cerámico 12x18x25	\$180
-	Empresa local	Bloque de cemento	\$100

3.2.1. Importación y exportación

A nivel global, el Hormigón Celular Curado en Autoclave (HCCA) es producido por numerosas empresas, con una presencia destacada en Europa y Asia. Entre las principales empresas europeas se encuentran Xella International GmbH de Alemania, propietaria de marcas como Ytong y Josef Hebel, así como Solbet en Polonia y H+H International A/S en Dinamarca. Asia alberga el mercado más grande de hormigón celular del mundo, con cientos de plantas ubicadas principalmente en China. En Sudamérica, Brasil y Chile son los países con presencia destacada de empresas productoras como Calucon y Celcon.

En Argentina, la importación de bloques de hormigón terminados pasó de representar el 9% del consumo en 2012 a casi el 0% en 2022, principalmente importados de Italia. Actualmente, el país exporta alrededor del 10% de su producción, principalmente a Uruguay, aunque en términos globales esta cantidad es relativamente baja.

3.2.2. Productos complementarios.

Los productos complementarios a los bloques de hormigón celular son aquellos que se utilizan en conjunto con los bloques para completar un proyecto de construcción o mejorar su funcionalidad. Estos productos pueden



variar según las necesidades específicas de cada proyecto. Algunos ejemplos pueden ser:

- Mortero y Adhesivos: Se utilizan para unir los bloques de hormigón celular y crear paredes o estructuras. El mortero adhesivo es esencial para garantizar una unión fuerte y duradera.
- Revestimientos y Pinturas: Se utilizan para mejorar la estética de las estructuras construidas con bloques de hormigón celular y protegerlos de los elementos.
- Puertas y Ventanas: Estos elementos son esenciales en cualquier construcción y se instalan en aberturas creadas en las paredes de bloques de hormigón celular.
- Sistemas de Fontanería y Electricidad: Se instalan en las estructuras construidas con bloques de hormigón celular para proporcionar servicios de plomería y electricidad.
- Herramientas y Equipos de Construcción: Incluyen todo, desde herramientas manuales hasta equipos de construcción como maquinaria más pesada, que son necesarios para llevar a cabo el proyecto de construcción.

3.2.3. Productos suplementarios.

En este caso los que se encuentran en el mercado son los bloques comunes, cerámicos, de hormigón, así como también los métodos constructivos de madera, steel framing, entre otros.

3.3. Análisis de las Fuerzas de Porter

Rivalidad entre Competidores Existentes: Determinar la intensidad de la competencia en la industria de bloques de hormigón celular.

Factores Clave:

- Número y fortaleza de competidores.
- Tasa de crecimiento de la industria.
- Diferenciación de productos.



Poder de Negociación de los Proveedores: Evaluar el impacto que los proveedores pueden tener en los costos y la calidad de las materias primas.

Factores Clave:

- Concentración de proveedores.
- Disponibilidad de alternativas.
- Importancia de los insumos para la empresa.

Poder de Negociación de los Compradores: Evaluar la influencia que los compradores tienen sobre los precios y condiciones de venta.

Factores Clave:

- Concentración de compradores.
- Sensibilidad al precio.
- Importancia del producto para el comprador.

Amenaza de Productos Sustitutos: Analizar la posibilidad de que otros productos puedan reemplazar los bloques de hormigón celular.

Factores Clave:

- Disponibilidad de sustitutos.
- Percepción de los compradores sobre la calidad.
- Costo de cambio para los compradores.

Amenaza de Nuevos Entrantes: Evaluar la facilidad con la que nuevas empresas pueden ingresar al mercado.

Factores Clave:

- Barreras de entrada (economías de escala, acceso a canales de distribución, patentes).
- Niveles de capital necesario.
- Experiencia requerida.



Conclusiones y estrategias de las Fuerzas de Porter

- Se deben identificar las fuerzas más relevantes y sus impactos en la empresa.
- Potenciar la imagen de los bloques de hormigón celular para reducir la amenaza de sustitutos.
- Colaborar estrechamente con proveedores para garantizar suministros estables y precios competitivos.
- Fortalecer las relaciones con compradores a través de la calidad del producto y servicios adicionales como atención post venta.
- Invertir en tecnología para mantener barreras de entrada y diferenciar los productos.
- Establecer un proceso de monitoreo continuo para ajustar estrategias según los cambios en las fuerzas de Porter y el entorno empresarial.

3.4. Análisis FODA

El análisis FODA resalta las fortalezas y oportunidades que la empresa puede capitalizar, así como las debilidades y amenazas que deben gestionarse estratégicamente. La clave radica en maximizar las fortalezas, aprovechar las oportunidades, abordar las debilidades y mitigar las amenazas para posicionar a la empresa de manera sólida y competitiva en el mercado de bloques de hormigón celular.



Tabla 5.

Análisis FODA.

Fuente: elaboración propia

Fortalezas	Debilidades
Experiencia en el mercado. Calidad reconocida de los productos. Buena y cercana relación con los clientes.	Dependencia de proveedores específicos. Capacidad de producción limitada. Falta de diversificación de productos o servicios. Capital disponible no muy elevado.
Amenazas	Oportunidades
Competencia en el mercado local. Fluctuaciones en los precios de los materiales. Cambios en las regulaciones gubernamentales. Inestabilidad económica y política.	Crecimiento del mercado de construcción. Avances tecnológicos en la industria. Mayor interés en construcción sostenible. Expansión a nuevos mercados regionales.



4. Proceso Productivo

4.1. Proceso de fabricación de bloques de hormigón celular

Los pasos generales para la elaboración de bloques de hormigón celular estructurales son:

Preparación de los materiales: Se reúnen los materiales necesarios, que suelen incluir cemento Portland, arena, agua y un agente espumante. El agente espumante es crucial para crear burbujas de aire en la mezcla y, por lo tanto, la ligereza del hormigón celular.

Mezcla de los materiales: Se mezclan los ingredientes en una hormigonera o mezcladora similar. Primero se mezcla el cemento y la arena seca para asegurar una distribución uniforme. Luego, se agrega agua gradualmente mientras se mezcla la mezcla seca. Despues, se agrega el agente espumante para crear burbujas de aire.

Formación de la mezcla en bloques: La mezcla de hormigón celular se vierte en moldes o encofrados diseñados específicamente para bloques de hormigón celular. Estos moldes suelen tener la forma y el tamaño deseado para los bloques finales.

Pre-curado: Una vez que la mezcla se ha colocado en los moldes, los bloques se dejan reposar y curar durante un período de tiempo específico. Durante este tiempo, el hormigón se solidifica y adquiere resistencia. El curado adecuado es esencial para garantizar la calidad y durabilidad de los bloques. El concreto es vertido en moldes que son llenados parcialmente y a los 20 minutos la mezcla se expande cubriendo totalmente el molde. Despues de cuatro a seis horas, el colado habrá fraguado lo necesario para poder ser cortado. El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el clinker que compone el cemento. En el proceso general de endurecimiento del hormigón se presenta un estado de fraguado



inicial en el que la mezcla pierde su plasticidad. La etapa del fraguado por lo general suele durar entre 2 y 5 horas, en la que el material alcanza una temperatura de 80°C, produciendo su cambio a un estado sólido. El fraguado es realizado por lo general al aire libre en un ambiente húmedo y a temperatura ambiente.

Corte: Una máquina cortadora realizará cortes para formar los bloques. Se usará para los bloques llenos y paneles. El residuo generado con la ejecución del corte es recogido y almacenado para ser reutilizado en la posterior fabricación de otro lote.

Curado: Se emplean diversos métodos de curado, los cuales se seleccionan en función de las condiciones específicas de la obra, así como de las características dimensionales, forma y posición de los elementos estructurales. Estos métodos pueden clasificarse en curados normales y curados acelerados o de endurecimiento rápido.

Los curados normales se llevan a cabo a temperatura ambiente (aproximadamente 20°C) y a presión atmosférica normal. Consisten en sumergir los especímenes en agua o exponerlos a una atmósfera con una humedad relativa superior al 95%.

Por otro lado, los curados acelerados implican someter los especímenes a calor para activar las reacciones químicas durante el fraguado y endurecimiento del hormigón, al mismo tiempo que se evita la pérdida de humedad. Entre los métodos más utilizados se encuentran:

- Aprovechamiento del calor de hidratación del cemento: Este método resulta útil y económico en construcciones locales especialmente masivas y ricas en cemento, como puentes y cubiertas pesadas. Consiste en evitar las pérdidas de calor y la evaporación del agua de amasado, mediante la protección de los especímenes y el aislamiento de los costados para prevenir pérdidas de agua.



- Calentamiento de los componentes del hormigón: Se calientan los áridos y el agua, con una temperatura máxima de aproximadamente 400°C. Es importante lograr un calentamiento uniforme de los áridos para evitar tensiones térmicas y fisuras. Se recomienda mantener una humedad relativa del 100% en el aire ambiente.
- Aportación de calor hasta 1000°C, a la presión atmosférica: Se pueden utilizar diferentes fuentes de calor, como aire caliente, agua caliente, corriente eléctrica, radiación infrarroja y vapor húmedo saturado. El tratamiento con vapor saturado y sin presión es común en la práctica, utilizando cámaras o túneles transitables para calentar los productos de hormigón. Este método resulta altamente factible para su implementación a nivel industrial. Se lleva a cabo típicamente en cámaras o recintos aislados, donde se genera vapor o se dirige hacia ellos a través de conductos especializados. Un diseño apropiado debe prevenir la formación de gotas líquidas por condensación del vapor en las superficies de los elementos tratados, ya que estas gotas pueden ocasionar expansiones, ablandamientos y descascaramientos superficiales. Se recomienda su aplicación en mezclas que contienen cemento Portland, en lugar de cementos aluminosos o sulfatados, para garantizar resultados óptimos.
- Tratamiento en autoclave: Este método se emplea en la industria del ladrillo silicocalcáreo y consiste en aplicar vapor saturado a presión hasta 20 atmósferas y temperaturas superiores a 100°C. Se realizan en cámaras de acero u hormigón, cerradas por uno o ambos extremos, y los tiempos de tratamiento son más cortos que en el curado a vapor a presión atmosférica.
- Calentamiento en moldes cerrados: Es un método intermedio donde se emplean moldes de acero para acortar el tiempo de curado preliminar.

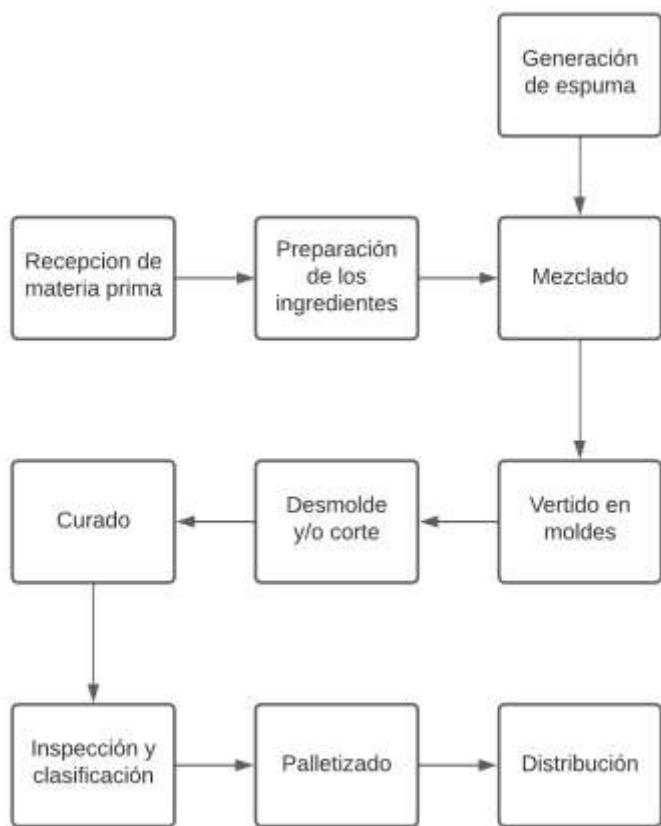


Se utiliza calor o vapor secos, transmitidos a través del molde sin entrar en contacto directo con la masa de hormigón fresco.

Desmolde y secado: Despues de que los bloques hayan alcanzado la resistencia suficiente, se retiran de los moldes. A menudo, los bloques se trasladan a áreas de secado donde continuarán endureciéndose y secándose antes de ser utilizados en la construcción. Se usarán moldes para los bloques U.

Inspección y clasificación: Los bloques se inspeccionan visualmente para asegurarse de que cumplan con los estándares de calidad y estructurales. Luego, se clasifican según su resistencia y características para su posterior uso en la construcción.

Distribución y uso: Una vez que los bloques han sido inspeccionados y clasificados, se distribuyen a los lugares de construcción donde serán ensamblados y utilizados en la construcción de muros y estructuras; o bien a los puntos de venta.

Fig 8.*Diagrama de flujo del proceso***Fuente:** Elaboración propia

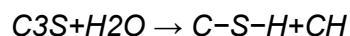
4.1.2. Proceso físico químico involucrado

La formación del hormigón celular implica una reacción química intrincada y controlada que resulta en una matriz de baja densidad con propiedades particulares. La base de esta reacción se encuentra en la generación de gas en la mezcla, que a su vez produce burbujas de aire en la estructura final del hormigón. Uno de los métodos comunes para lograr esto es a través del uso de agentes espumantes, que introducen pequeñas burbujas de gas en la mezcla, creando así la característica ligereza del hormigón celular.

La reacción de hidratación del cemento, que es esencialmente la formación de silicato de calcio hidratado, genera la estructura básica del concreto. Sin embargo, en el caso del hormigón celular, se introduce un agente espumante durante la mezcla.

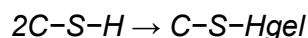


La reacción química inicial en la formación del hormigón celular es la hidratación del cemento Portland. El cemento Portland, compuesto principalmente por silicato tricálcico (C3S) y silicato dicálcico (C2S), reacciona con el agua para formar silicato de calcio hidratado (C-S-H) y hidróxido de calcio. Esta reacción es esencial para la cohesión y la resistencia del concreto.



En el caso del hormigón celular, se introduce un agente espumante durante la mezcla para generar burbujas de aire en la matriz. Estas burbujas son esenciales para reducir la densidad del concreto y mejorar sus propiedades de aislamiento.

Durante el proceso de endurecimiento, el C-S-H continúa polimerizándose para formar una estructura sólida y cohesiva. Esta fase es crucial para la resistencia mecánica del hormigón.



Las puzolanas reaccionan con el hidróxido de calcio generado durante la hidratación del cemento Portland para formar compuestos adicionales de hidrato de calcio. Esta reacción secundaria contribuye a la densificación de la matriz del concreto y puede influir en las propiedades mecánicas y de durabilidad.



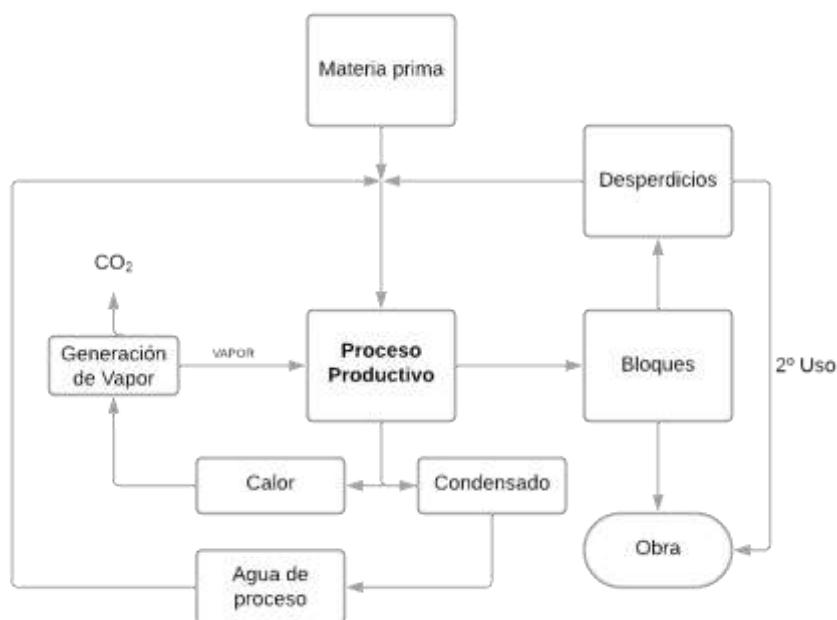
La presencia de puzolanas en el cemento puede mejorar la resistencia del hormigón a la corrosión, ya que estos materiales pueden reaccionar con iones de calcio y crear compuestos más estables, reduciendo así la permeabilidad del hormigón.

Durante todo el proceso se consume energía. La cantidad total de energía consumida durante la producción , incluida la energía de acondicionamiento para materias primas, el consumo interno de energía y el contenido energético de los materiales crudos que no se producen en las plantas de hormigón celular (por ejemplo, cal, cemento, polvo de aluminio), se encuentra que es un consumo total de 2010 MJ/t o 1005 MJ/m³ a una densidad de 500 kg/m³ (Aroni, et.al., 1993).

Fig 9.

Diagrama de entradas y salidas del proceso

Fuente: Autoclaved Aerated Concrete Properties, Testing and Design. (Aroni, et.al.)



4.2. Materiales requeridos

Para la elaboración de 1 m³ de hormigón celular, se requerirán aproximadamente:



Tabla 6.

Requerimientos para producir 1m3 de hormigón celular.

Fuente: MEMORIAS 2008. CONGRESO NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO; y también Boanerges De La Pared Condo, D. (2011).

Materia Prima	Cantidad por m3
Cemento Puzolánico	350 kg
Arena	370 kg
Agua	120 L
Aditivo espumante	1 L
Acelerador de fraguado	2,5 kg

Es importante aclarar que no existe una fórmula única para el desarrollo de hormigón celular sino que se puede variar su composición en base al fin del bloque o la densidad que se le quiere dar, así como también resulta conveniente visualizar la posibilidad de que los parámetros ambientales afecten posteriormente a las cualidades. La densidad estimada será de 800 kg/m3.

En el presente, se realizará una fórmula basada en los datos encontrados en: MEMORIAS 2008. CONGRESO NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO; y también en Boanerges De La Pared Condo, D. (2011).

Se adquirirán los pallets de empresas locales para fomentar el mercado regional, lo que a su vez nos permitirá reducir nuestros gastos y tiempos de operación.

4.3. Tipos de bloques a producir

Bloque lleno

El bloque lleno de hormigón celular (Fig. 1b) se configura como un componente estructural macizo, cuyo proceso de manufactura implica la

amalgama de cemento, arena, agua, y un agente espumígeno que genera burbujas de aire homogéneamente distribuidas en su matriz. Estas celdas de aire confieren al bloque su notable liviandad y propiedades inherentes de aislamiento térmico y acústico. En contraste con sus contrapartes con cavidades internas, los bloques llenos carecen de huecos internos, confiriéndoles una solidez apreciable y haciéndolos especialmente aptos para aplicaciones que requieren una elevada resistencia estructural. Su utilización es recurrente en diversas empresas de la construcción para la erección de paredes compactas y eficaces en términos energéticos.

Las medidas de este modelo serán las estándares del mercado, según se analizó tanto en competidores nacionales como extranjeros, las cuales se detallan en la Tabla 6.

Tabla 7.

Modelos de bloque lleno a producir.

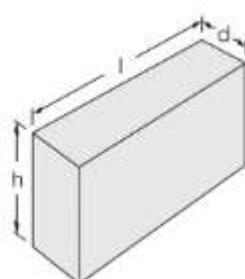
Fuente: elaboración propia

	Uso	Ancho (d)	Alto (h)	Largo (l)	Volumen (en m ³)
Modelo 1	Tabiques divisorios	10	20	50	0.01
Modelo 2	Paredes internas	15	20	50	0.015
Modelo 3	Estructural	20	20	50	0.02

Fig 10.

Bloque lleno

Fuente: core.ac.uk



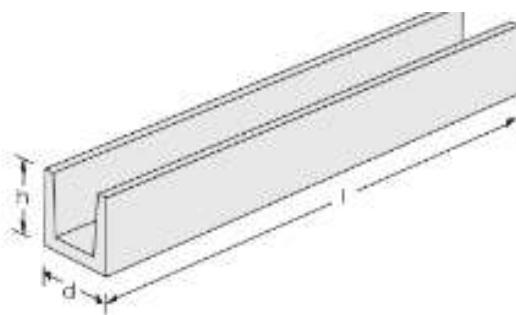
Bloque tipo U

El bloque tipo U de hormigón celular (Fig. 1a) constituye una variante especializada que adopta una configuración que rememora la grafía de la letra "U" en su sección transversal. Este diseño particular facilita su implementación en contextos que demandan una capacidad de carga superior y una resistencia estructural reforzada. La forma en "U" proporciona una disposición idónea para la inclusión de refuerzos adicionales, como vigas de acero, con el propósito de fortalecer la integridad estructural del bloque. Su aplicación encuentra lugar en proyectos de construcción que requieren elementos estructurales robustos, como muros de carga o componentes de soporte. La combinación de las propiedades distintivas del hormigón celular con la configuración en "U" lo convierte en una elección apropiada para aplicaciones que demandan un equilibrio entre la liviandad inherente al material y una resistencia estructural superior. Estos bloques normalmente representan entre un 8 y un 10% del total de bloques utilizados en la construcción de obras. Estos bloques tendrán las dimensiones estándar del mercado de 15x20x50cm. El espacio hueco interior estará delimitado por un rectángulo de dimensiones 12,5x10cm. dejando así un ancho fijo en los laterales de 2,5cm y una altura de la parte inferior de 7,5cm. Esto daría un volumen por bloque de 0,007m³.

Fig 11.

Representación de bloque U

Fuente: core.ac.uk



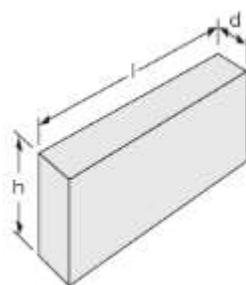
Paneles aislantes

Los paneles aislantes son piezas estructurales ligeras, de muy poco espesor, que se utilizan en obras de construcción convencional como agregado externo en paredes. Esto permite a la edificación agregar ciertos beneficios del hormigón celular, como ser el poder aislante o la protección a la humedad. Sus medidas serán de 50x20x5cm (0,005m³)

Fig 12.

Panel aislante de hormigón.

Fuente: core.ac.uk



4.3.1. Cantidad a producir

Se producirán bloques monolíticos de 1 metro de largo por 1 metro de ancho, con una altura de 80 centímetros, es decir, de un volumen de 0,8m³. Dicho bloque procederá a ser cortado según la conveniencia de la producción, de alguna de las siguientes formas:

Modelo 1: 80 bloques

Modelo 2: 40 bloques + 40 paneles.

Modelo 3: 40 bloques

El proceso de llenado del molde es de aproximadamente 3 minutos. El curado tarda mínimamente 4 horas hasta poder realizar el corte. Se procederá a hacerlo en tres cortadoras automáticas de alambres, una horizontal y otras dos verticalmente.



Además, se producirán también bloques tipo U. Los mismos se realizarán con moldes de acero que ya dispone la empresa. El llenado del molde se realiza en 2 minutos, el fraguado de este bloque demora 4hs para el desmolde.

Se considera que una casa promedio de la región, de una planta y con dos dormitorios, estandarizada para una familia tipo con cuatro integrantes, necesita aproximadamente 2500 bloques de las medidas definidas. De ello, se determina un 10% de los bloques tipo U, resultando en 2250 bloques llenos y 250 bloques U. A partir de este análisis, se determina la necesidad de producir mínimamente un stock para cuatro casas de dicho tipo para uso en obras propias por mes. Por lo tanto, por mes la empresa debería producir y reservar al menos 100m³ por mes, de los cuales lo que no utilice destinará a la venta. Se proyecta la planta para abastecer una demanda de 10.350 m³ al año. Esto permitirá a la empresa expandirse geográficamente a otras provincias como Formosa y Misiones. El producto fabricado tiene la ventaja de no ser un producto perecedero, por lo tanto su almacenamiento, a manera de stock, no representa un problema para la empresa. Por el contrario, es una manera de inversión para tener abasto en todo momento.

El planteo para definir cuánta cantidad producir para la venta se basará en la máxima capacidad instalada de producción de la planta. La misma será de 40m³ por día. Se considerarán 23 días laborables por mes, por lo cual la producción máxima mensual sería de 900m³. Esto indica que el total de producción para la venta será de alrededor de 800m³/mes; siendo 720m³ aproximadamente para bloques llenos y 80m³ de bloques U. Tomando un valor entero, se define entonces la producción mensual estándar para venta de:

- 11428 bloques U
- 240m³ de bloques modelo 1 = 24000 bloques
- 240m³ de bloques modelo 2 (75%) y paneles (25%) = 16000 bloques y 16000 paneles.
- 240m³ de bloques modelo 3 = 12000 bloques



Es necesario al finalizar la jornada separar los bloques U de los moldes; en caso de no realizar el desmolde del lote, es muy probable que el bloque se adhiera al molde, dificultando importantemente el trabajo, generando que se pierdan unidades. La producción de bloques monolíticos estaría organizada en tandas de mezclado, vertido y fraguado, luego corte y curado por 12 horas en autoclave.

Así también, es importante realizar el corte del bloque cuando el material se encuentre en un estado de curado óptimo, facilitando la acción de las sierras cortadoras. Si no se realiza dicho corte, dejando la tarea pendiente para el próximo día, se puede generar mayor fricción y por lo tanto mayor pérdida de material en forma de partículas.

Se organizarán las horas de trabajo del área de producción de la siguiente forma:

- De 6 a 14hs: 2 operarios y 1 supervisor para actividades de mezclado, vertido, armado de los bloques, corte. También descarga del autoclave y paletizado.
- De 13 a 21hs: 2 operarios y 1 supervisor para actividades de mezclado, control, corte, paletizado, carga de autoclave antes de salir (se deja por 12 hs)
- De 22hs a 6 hs estará presente un encargado de caldera, controlando el generador de vapor y el autoclave, así como también haciendo tareas de mantenimiento y limpieza general.

El índice de productividad de la empresa se calcula de la siguiente forma:

$$Horas\ mensuales = 23 \frac{\text{días hábiles}}{\text{mes}} \cdot 12 \frac{\text{hs}}{\text{día}} = 276 \text{ horas/mes}$$

$$IP = \frac{900 \frac{\text{m3}}{\text{mes}}}{276 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}} = 3.26 \frac{\text{m3}}{\text{hs}}$$



Debido al tiempo de secado necesario, se deberá inicialmente iniciar con la producción de los bloques monolíticos que demoran hasta 4 horas en estar en condiciones de desmoldar y estar disponibles para el corte. Es por ello que se contempla contar con un margen de cuatro días para la producción de estos bloques antes de iniciar los cortes y el curado.

4.3.2 Calor necesario

Para estimar la densidad del vapor de agua a 180°C y 10 bares de presión, que es el estándar de parámetros de estado, podemos utilizar valores tabulados para vapor saturado.

Tabla 8.

Tabla de presión y temperatura de vapor saturado

Fuente: Universidad Tecnológica Nacional

Presión Kg/cm ²	Temperatura de saturación °C	Volumen específico		Densidad vapor saturado y seco kg/m ³	Entalpía del líquido kcal/kg	Entalpía del vapor saturado y seco kcal/kg	Calor latente de vaporización kcal/kg
		Líquido Litro/kg	Vapor saturado m ³ /kg				
1,50	110,8	1,052	1,181	0,8467	110,99	643,1	532,1
2,00	119,6	1,060	0,9018	1,106	119,94	646,3	526,4
2,50	126,8	1,067	0,7318	1,367	127,2	648,7	521,5
3,00	132,9	1,073	0,6169	1,621	133,4	650,7	517,3
3,50	138,2	1,078	0,5338	1,873	138,9	652,4	513,5
4,00	142,9	1,083	0,4709	2,124	143,7	653,9	510,2
4,60	147,2	1,087	0,4215	2,373	148,1	655,2	507,1
5,00	151,1	1,092	0,3817	2,620	152,1	656,3	504,2
6,00	158,1	1,100	0,3213	3,111	155,3	658,3	498,9
7,00	164,2	1,107	0,2778	3,800	165,7	659,9	494,2
8,00	169,6	1,114	0,2448	4,085	171,4	661,2	489,8
9,00	174,5	1,120	0,2189	4,568	176,5	662,3	485,8
10,0	179,0	1,126	0,1980	5,061	181,3	663,3	482,1
11,0	183,2	1,132	0,1808	5,531	185,7	664,1	478,4
12,0	187,1	1,137	0,1663	6,013	189,8	664,9	475,1
13,0	190,7	1,143	0,1540	6,494	193,6	665,6	472,0
14,0	194,1	1,148	0,1434	6,974	197,3	666,2	468,9
15,0	197,4	1,153	0,1342	7,452	200,7	666,7	465,9
16,0	200,4	1,157	0,1261	7,930	204,0	667,1	463,1
17,0	203,3	1,162	0,1189	8,410	207,2	667,5	460,3
18,0	206,1	1,166	0,1125	8,889	210,2	667,8	457,6
19,0	208,8	1,171	0,1067	9,372	213,1	668,2	455,1

Por lo tanto, según la presión y temperatura definidas se puede obtener entonces la densidad del vapor en 5,015 kg/m³. Su calor de vaporización es de 482,1 kcal/kg.

ΔQ es la energía requerida para el calentamiento de los bloques:

$$\Delta Q = m \times C_p \times \Delta T \times \Delta Q$$



donde V es el volumen de las tortas, ρ es la densidad del hormigón, c_p es el calor específico promedio del HCCA y ΔT la diferencia de temperatura entre el estado caliente y el estado inicial. Se asume temperatura inicial de 60°C para los bloques monolíticos (al finalizar el precurado y corte). Considerando la producción estimada en 40m³/día, se requerirán:

$$\Delta Q = 40\text{m}^3 \cdot 800 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,84 \text{ kJ/kg°C} \cdot (180-60)\text{°C}$$

$$\Delta Q = 3225,6 \text{ MJ} = 770421.34 \text{ kcal}$$

Existe además un gasto extra de energía necesario para calentar el espacio intermedio, así como también el calentamiento del propio autoclave y pérdidas por convección, los cuales a fines prácticos se estiman en un 100% del necesario para calentar los bloques.

Con un trabajo de 12 horas, el valor de energía por hora será de 128403,56 kcal/h. Considerando el poder calorífico de la cascarilla de arroz de 3750 kcal/kg, se deberán usar aproximadamente 34,25 kg/h (411 kg/día; 9453 kg/mes).

4.3.4 Gestión de tiempos muertos

Durante los momentos donde no se esté realizando tareas específicas debido a tiempos de espera, como ser durante el curado, se realizarán tareas de mantenimiento, orden y limpieza general de las instalaciones y de la maquinaria.

4.4 Maquinaria y equipos

El proceso productivo de los bloques de hormigón celular es significativamente sencillo y la maquinaria a utilizar está disponible en el mercado.

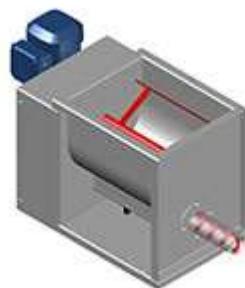
Dosificador: Esta máquina se encarga de dosificar el cemento en cada tanda de mezclado. Permite al operario cargar fácilmente los sacos de cemento en

su cubículo, y mediante un sistema automático realiza la carga a la mezcladora en cada tanda. Tiene un volumen máximo de hasta 2000kg/h.

Fig 13.

Dosificador

Fuente: Flowtec



Mezcladora: Se decide por una mezcladora horizontal destinada al mezclado de hormigón celular. El mezclado horizontal garantiza una distribución uniforme de todos los componentes de la mezcla, como el cemento, la arena, el agua y el agente. Esto es esencial para obtener una mezcla de calidad y un producto final consistente. Las mezcladoras horizontales están diseñadas para mezclar de manera eficiente, lo que significa que pueden reducir el tiempo necesario para preparar la mezcla, esto puede aumentar la productividad en la producción de bloques. Tiene un volumen de 1000 litros, con una capacidad de producción de 5m³/hr.

Fig 14.

Mezcladora

Fuente: Blotek



Generador de espuma: Un generador de espuma es un dispositivo diseñado para producir espuma de manera controlada y consistente en aplicaciones industriales y de construcción. Este dispositivo es esencial en la producción de hormigón celular. El generador de espuma trabaja mediante la mezcla de aire, agua y agente espumante. El agente espumante es una sustancia química diseñada específicamente para crear burbujas de aire estables y uniformes en la mezcla. Cuenta con un tanque de agua de acero inoxidable de 40 litros, de carga automática; Sumando un dosificador automático agua/espumígeno regulable. Incluye un timer, para hacer su uso extremadamente sencillo a la hora de obtener un producto homogéneo, y una densidad adecuada.

Fig 15.

Generador de espuma

Fuente: Arden Lombardo



Moldes para bloques: Sirven para dar forma y estructura al hormigón fresco, permitiendo que tome la forma deseada antes de endurecerse. Estos moldes son fundamentales en la producción eficiente y precisa de bloques de hormigón de diferentes tamaños y formas. Los moldes para bloques de hormigón suelen ser reutilizables, lo que permite su uso repetido en la producción de múltiples bloques. Esta reutilización contribuye a la eficiencia y ahorro de costos en la fabricación. La empresa ya cuenta con moldes para bloques tipo "U", y deberá adquirir moldes para bloque lleno.

Fig 16.

Molde para bloque monolítico.

Fuente: Green Block



Cortadora de bloques: Sirven para dar forma y estructura al hormigón fresco, permitiendo que tome la forma deseada antes de que termine de fraguar y así poder palletizarlos correctamente.

Fig 17.

Cortadora.

Fuente: Bloques HCP



Retractiladora: Es una pieza del proceso encargada de sostener el tubo de film, así como también brindar el mecanismo preciso para que el operario pueda proceder al proceso de enfilmado. Presenta una base móvil para poder girar en torno al pallet.

Fig 18.

Ejemplo de retractiladora.

Fuente: Google Images



Fig 19.

Bloque con los respectivos cortes realizados.

Fuente: Bloques HCP



Autoclave: Un autoclave en la industria del hormigón celular es un equipo utilizado para el curado de hormigón celular mediante vapor de agua a alta presión y temperatura. Este dispositivo consiste en una cámara hermética donde se colocan los elementos de hormigón celular recién fabricados. Una vez dentro del autoclave, se introduce vapor de agua a alta presión y se aumenta la temperatura para acelerar el proceso de curado del hormigón. Este método ayuda a mejorar las propiedades del hormigón celular, como su resistencia y durabilidad, mediante la formación de enlaces químicos más fuertes entre los componentes del material.

Se adquirirá un autoclave de la empresa china Henan Yuanda Boiler Co, LTD. El mismo tiene dimensiones de 31m de largo y diámetro de 2m. Esto implica que se pueden introducir hasta 60 bloques monolíticos por tanda. Su cotización se refleja en el Anexo IV.

Fig 20.

Autoclave

Fuente: Henan Yuanda Boiler Co., LTD



Generador de vapor: Un autoclave en la industria del hormigón celular es un equipo utilizado para el curado de hormigón celular mediante vapor de agua a alta presión y temperatura. Este dispositivo consiste en una cámara hermética donde se colocan los elementos de hormigón celular recién fabricados. Una vez dentro del autoclave, se introduce vapor de agua a alta presión y se aumenta la temperatura para acelerar el proceso de curado del

hormigón. Este método ayuda a mejorar las propiedades del hormigón celular, como su resistencia y durabilidad, mediante la formación de enlaces químicos más fuertes entre los componentes del material.

Fig 21.

Generador de vapor para combustible sólido.

Fuente: MoinCo S.R.L

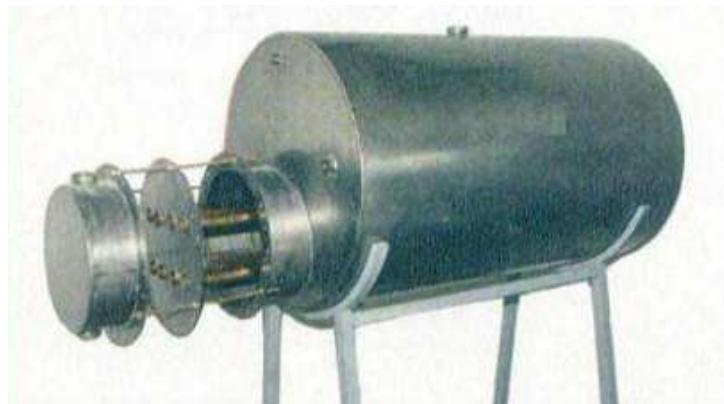


Tanque recuperador de calor: Un tanque recuperador de calor es un dispositivo utilizado para aprovechar el calor residual generado en un proceso industrial, como la operación de un autoclave, y utilizarlo para precalentar agua u otro fluido que se dirige hacia otro proceso, como un generador de vapor. Esto permite reducir la cantidad de energía necesaria para calentar el agua hasta la temperatura requerida para generar vapor, lo que a su vez puede aumentar la eficiencia energética del sistema industrial.

Fig 22.

Tanque recuperador

Fuente: MoinCo S.R.L.



Equipos Anexos al proceso productivo

Rielera: El traslado de los bloques en el proceso de fabricación de bloques de hormigón celular implica el uso de sistemas de transporte guiados por rieles para mover cargas de manera eficiente y controlada dentro de la planta de producción. Permite un movimiento de cargas mucho más fácil para el operario, así como también brinda mayor control de dichas cargas.

Montacargas: Después de la fase de producción, el montacargas es útil para cargar los bloques terminados en camiones para su distribución o para su almacenamiento en áreas de carga. También resultará de gran utilidad para el descenso de materia prima que requiera mayor fuerza, como las bolsas de cemento. Si hay residuos generados durante el proceso, el montacargas puede transportarlos a áreas designadas para su manejo y eliminación.

Equipo de control de calidad y de laboratorio: Para llevar a cabo pruebas de calidad en los bloques de hormigón celular y asegurar su conformidad con los estándares requeridos, se requiere una serie de equipamientos específicos diseñados para evaluar diversas propiedades físicas y mecánicas del material.

Se adquirirán los siguientes instrumentos:

- Densímetro
- Higrómetro
- Microscopio



4.5 Mano de Obra Requerida

Los operarios encargados de realizar las tareas del proceso productivo son personas con oficio en el área de la construcción. Se necesitará además un encargado de producción, que supervisará y coordinará las acciones.

Las tareas a realizar por los operarios son:

- Recibir la materia prima y acopiar apropiadamente.
- Cargar los ingredientes en la mezcladora en cada lote de mezclado.
- Cargar el espumígeno.
- Activar el generador de espuma.
- Verter la mezcla en los moldes.
- Separar los bloques de los moldes.
- Acomodar los bloques para su corte.
- Introducir los bloques al autoclave.
- Acomodar los bloques en los pallets.

El encargado de producción realizará las siguientes tareas:

- Registrar la recepción de materia prima.
- Determinar la producción a realizar.
- Llevar registro de los lotes de producción.
- Evaluar las condiciones ambientales.
- Desarrollar e implementar sistemas de mantenimiento preventivo para la maquinaria.
- Controlar el correcto uso de los elementos, maquinaria e instalaciones.

Además de estos puestos mencionados, se deberá contratar servicios tercerizados de higiene y seguridad, mantenimiento específico de maquinaria y limpieza de las instalaciones, en caso de necesitar.

4.6 Proceso de compra de la materia prima e insumos

La materia prima se comprará de proveedores locales y nacionales, dependiendo la conveniencia.

4.6.1 Cemento puzolánico

Se realizará la compra de corralones mayoristas de la ciudad de Resistencia, Chaco. El envío resulta gratuito debido al volumen del pedido, ya que se prevé una compra mensual mayor a los 6.300 sacos. Debido a la fluctuación de precios, se podrá optar por diversos proveedores. Se utilizará la marca Holcim CPC 40, la cual la empresa ya emplea actualmente.

Fig 23.

Cemento puzolánico CPC 40

Fuente: Holcim



4.6.2 Aditivo espumígeno

Se analizaron las principales opciones de aditivo disponibles en el mercado teniendo en cuenta la calidad de la composición, reputación de la marca, facilidad de compra y funcionalidad al producto final.

Tabla 9.

Aditivos espumígenos

Fuente: Elaboración propia

Marca	Blotek Foam Pro	Adisol	Adikerete	Sika Poro Plus
Precio por L	\$3.800	\$3.879	\$3.620	\$6.100
Valoración	4.8/5	4.7/5	4.5/5	4.8/5

Se decide realizar la compra a la empresa Blotek. El producto es el Foam Pro.

Se comprarán barriles de 200 litros.

Fig 24.

Aditivo espumígeno

Fuente: Blotek



Características técnicas:

- **Ingredientes:** proteínas hidrolizadas 25% - sales minerales 4% de los cuales las sales metálicas 1-1,5% dividen en: - una solución de cloruro de zinc - solución de cloruro de magnesio - sulfato de hierro
- **Aspecto:** líquido oscuro, claro, agradablemente perfumada, inocua para la piel y membranas mucosas, no es venenosa, no fermentables
- **Peso específico:** 1,16 +/- 0,03
- **Densidad:** 1,10 +/- 0,02 g / ml
- **Viscosidad:** 4.0 +/- 0,02 mm² / s
- **Neutralidad:** 7,0 +/- 1,0
- **Solubilidad en agua a 20° C:** completamente soluble en agua
- **Incompatibilidades:** aceites, grasas y sustancias similares
- **Preservación:** Lugar fresco y aireado, no expuesto a la luz del sol, a temperaturas superiores a 8° C
- **Fecha de vencimiento:** si se mantiene en su tambor herméticamente cerrado y almacenado como se ha explicado, alrededor de 3 años
- **BACALAO:** 0,6 +/- 0,2. Biodegradable por la ley.

- **Peso sugerida de la espuma:** 70-75-80 gr / lt. Según producción

4.6.3 Acelerador de fraguado

Un acelerador de fraguado es un aditivo químico utilizado en la industria del hormigón para acelerar el proceso de fraguado y endurecimiento. Este aditivo se agrega a la mezcla de hormigón durante la fase de preparación para reducir el tiempo necesario para que el hormigón alcance su resistencia inicial y final. Su agregado es aproximadamente del 0,1% a 0,05% del total del cemento. Se adquirirán tachos de 20 kg de la marca ProteX.

Fig 25.

Acelerador de fraguado para hormigones estructurales.

Fuente: ProteX



4.6.4 Arena

Se adquirirá de areneras locales según disponibilidad. Se requieren de 14 tn diarias de arena, y se acopiaran en un silo dentro de la planta, dicho silo será provisto por la empresa Metalpamp.

4.6.5 Agua

Se utilizará agua de red, provista por la empresa SAMEEP (Servicio de Agua y Mantenimiento Empresa del Estado Provincial). Se abonará un costo del 2%



del costo de instalación de la planta en concepto de habilitación para la empresa.

4.6.6 Biocombustible

Se utilizará como combustible la cascarilla de arroz. La misma se obtiene principalmente de las arroceras cercanas, como ser Grupo Las Palmas S.A. y Oryza S.A. Se opta por este biocombustible debido a que el gas natural resulta de difícil acceso en la zona, el gas envasado involucra altos costos de reposición, y otros biocombustibles sólidos como el aserrín tienen un reducido poder calorífico debido a su contenido de humedad.

Se almacenará el biocombustible en un silo hermético de 9 tn de la empresa Metalpamp.

4.7 Proceso de venta del producto o servicio

La venta se dará mediante distribuidores y corralones de Corrientes y Resistencia, con llegada a toda la región del NEA. Es importante para la empresa poder asentarse en dichas ciudades capitales para así generar facilidades a futuro para expandir la distribución a todo el interior. Se venderán pallets completos, sellados con film y etiquetados con logo, fecha de elaboración e información del lote de producción para facilitar su trazabilidad.

4.8 Control de calidad del producto

En el marco de una colaboración estratégica, se prevé la realización de estudios en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Nacional sede Resistencia y/o Vialidad Provincial del Chaco, con el propósito de llevar a cabo un análisis de los bloques de hormigón celular producidos por HC Construcciones. El objetivo primordial de esta iniciativa es evaluar y validar las propiedades de los bloques, asegurando su conformidad con los estándares normativos establecidos por la IRAM y otras normativas locales en Argentina.

La metodología del estudio abarcará diversas fases coordinadas en colaboración con los expertos de las instituciones académicas mencionadas. Esto incluirá la selección de muestras representativas de los bloques para análisis en laboratorio, la realización de ensayos y análisis para evaluar propiedades mecánicas y características específicas, así como la comparación de los resultados obtenidos con los requisitos normativos establecidos.

Esta colaboración con instituciones reconocidas busca aplicar métodos científicos rigurosos en la realización de los estudios, garantizando que los bloques de hormigón celular cumplan con las normativas y los estándares de calidad. Los resultados obtenidos contribuirán a fortalecer la posición de la empresa.

Fig 26.

Ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Google Images



El cumplimiento de las normativas en Argentina para bloques de hormigón celular implica la realización de diversos ensayos para evaluar diferentes propiedades del material. A continuación, se mencionan algunos de los ensayos comunes que suelen ser necesarios para cumplir con las normativas locales, incluida la normativa IRAM:



Ensayo de Resistencia a la Compresión (IRAM 11561-4):

Este ensayo evalúa la capacidad del bloque de soportar cargas compresivas. Se realiza mediante la aplicación de fuerza axial gradual hasta que el bloque falla.

Ensayo de Absorción de Agua (IRAM 1501):

Se determina la cantidad de agua que el bloque puede absorber. Esto es importante para evaluar la resistencia a la intemperie y la durabilidad del material.

Ensayo de Densidad Aparente (IRAM 1502):

Se mide la densidad aparente del bloque, que es la masa por unidad de volumen. Este ensayo proporciona información sobre la calidad del material y su capacidad para proporcionar aislamiento térmico.

Ensayo de Resistencia a la Flexión (IRAM 1556):

Este ensayo evalúa la resistencia del bloque a fuerzas de flexión. Puede ser importante en situaciones donde el bloque se utiliza en elementos estructurales.

Ensayo de Dimensiones y Tolerancias (IRAM 1558):

Se verifica que los bloques cumplan con las dimensiones especificadas en las normativas y que estén dentro de las tolerancias permitidas.

Ensayo de Apariencia (IRAM 1563):

Evalúa la apariencia superficial de los bloques, asegurando que no haya defectos que afecten la calidad estética y funcional del producto.

Ensayo de Conductividad Térmica (ISO 8302 - IRAM 11559):

Se mide la conductividad térmica del bloque para evaluar su capacidad de proporcionar aislamiento térmico.

Ensayo de Adherencia de Mortero (IRAM 12592):

Verifica la capacidad de vinculación entre el mortero de pegado y el bloque.



5. Localización y Tamaño

5.1 Macrolocalización y Microlocalización.

La industria se localizará en Resistencia, Chaco. Se realizó un análisis en base a la ubicación actual de la empresa en la zona industrial de Fontana, para determinar la realización o no de una mudanza. Dicho análisis reveló los siguientes problemas:

- El acceso al predio es de calle de tierra, muy irregular, con zanjas al costado de las calles. Esto genera que el ingreso y egreso de camiones sea incómodo y riesgoso.
- La estructura del edificio es notoriamente vieja, con signos evidentes de descuido. Esto resulta en un gran riesgo para la seguridad, la higiene y la productividad dentro de la empresa.
- El tamaño actual de la planta no permite un despliegue de bloques para su almacenamiento acorde al volumen de producción necesario.

Se tomó la decisión de realizar una relocalización de la planta, debido a las complicaciones que estos factores representarán a futuro. Es por ello que se realizará un nuevo contrato de alquiler.

Mediante una búsqueda de las ofertas en la zona industrial, se plantea relocalizar la planta en la siguiente ubicación: Los Andes 3600, Fontana, Chaco. La misma está a solo 500 metros del predio actual, lo cual resulta muy conveniente para realizar la correspondiente mudanza. El valor publicado del alquiler es de \$600.000,00.

La misma dispone además de un tanque de almacenamiento de agua de 10.000L con una bomba de 2HP instalada en el predio.



Fig 27.

Foto de nave industrial publicada.

Fuente: Zona Prop



Fig 28.

Detalles de nave industrial publicada.

Fuente: Zona Prop

Depositos/industrias - Depositos - Fontana

GRAN NAVE INDUSTRIAL DE 20X 60, - DE RECIENTE CONSTRUCCIÓN
DENTRO DEL GRUPO BIOENERGY
ZONA INDUSTRIAL DE FONTANA
FRENTE A FABRICA DE COLCHONES REPOSAR
A SOLO 300MTS DE AV ALVEAR CON DOBLE ACCESO A CALLES PAVIMENTADAS
PORTON EXTERIOR AUTOMATICO DE ACCESO AL DEPOSITO
LA OFICINA INTERNA ES UN CONTAINER ADAPTADO PARA ESA FUNCION

5.2 Capacidad de producción máxima estimada.

La capacidad máxima de producción de la planta estará ligada a la capacidad productiva de la mezcladora, ya que en ella se podría generar un cuello de botella. La mezcladora posee una capacidad de 5m³/h y estará trabajando durante 8 horas de producción en el horario de mezclado.



5.3 Organigrama y cantidad de recursos humanos.

Se contará con el siguiente personal:

- **Operarios (6)**

Para participar en el proceso de producción, los individuos deberán contar con un conocimiento técnico básico en el rubro de la construcción, estar dispuestos a recibir capacitación y además contar con disponibilidad horaria y de movilidad. Habrán 4 operarios nivel A y 2 operarios nivel B, con mayor conocimiento y formación técnica en el área.

- **Gerente administrativo (1)**

Será responsable de realizar balances, gestionar contrataciones de personal, adquirir materia prima y materiales, entre otras funciones. Se requiere que este personal posea experiencia en las áreas similares, habilidades de comunicación y gestión, y conocimientos en el manejo de herramientas y softwares.

- **Gerente comercial (1)**

Responsable de liderar las estrategias y actividades relacionadas con las ventas y el crecimiento de la empresa. Su función implica la planificación y ejecución de planes comerciales, gestión de ventas, análisis del mercado, establecimiento de relaciones con clientes clave y búsqueda de oportunidades de negocios para impulsar el desarrollo y la rentabilidad de la compañía.

- **Jefe de producción (1)**

El jefe de producción es el profesional con formación técnica, encargado de supervisar y coordinar todas las actividades relacionadas con la fabricación de productos en una empresa. Sus responsabilidades incluyen la planificación y programación de la producción, la gestión de recursos humanos y materiales, el aseguramiento de la calidad, y la implementación de procesos eficientes para alcanzar los objetivos de producción de la empresa. Además,

se encarga de optimizar los procedimientos y garantizar la eficacia y eficiencia en la línea de producción.

Según el “CONVENIO COLECTIVO DE TRABAJO DE LA ACTIVIDAD DEL HORMIGÓN ELABORADO” presentado por la UOCRA, se plantea el siguiente esquema salarial para los empleados.

Tabla 10.

Remuneraciones laborales.

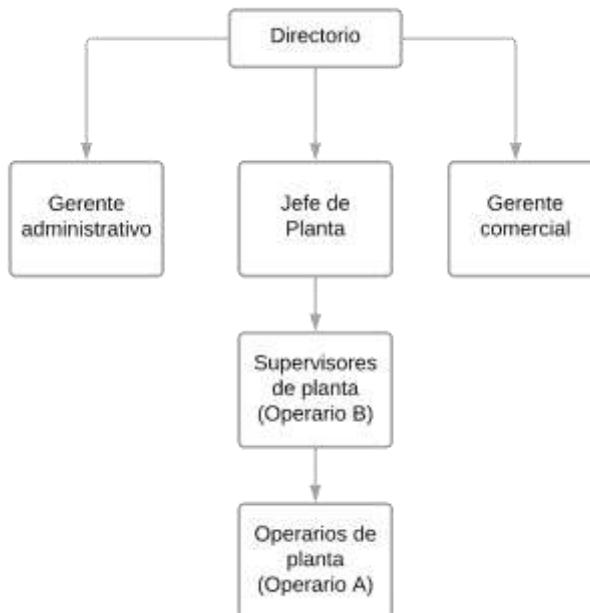
Fuente: Elaboración propia

Trabajadores	Sueldo	Jubilación 16%	PAMI 2%	Obra Social 6%	FNE 1,5%	Total	Área
5	\$210,000	\$33,600	\$4,200	\$12,600	\$3,150	\$1,317,750	Operario nivel A
2	\$235,000	\$37,600	\$4,700	\$14,100	\$3,525	\$589,850	Operario nivel B
1	\$255,000	\$40,800	\$5,100	\$15,300	\$3,825	\$320,025	Administrativo
1	\$230,000	\$36,800	\$4,600	\$13,800	\$3,450	\$288,650	Ventas
1	\$385,000	\$61,600	\$7,700	\$23,100	\$5,775	\$483,175	Jefe de planta

Fig 29.

Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia





5.4 Elaboración del lay-out

5.4.1 Potencia y coeficiente de simultaneidad

La potencia de cada maquinaria y su consumo máximo por día son los siguientes:

Tabla 11.

Potencia de la maquinaria

Fuente: Elaboración propia

Elemento	Cantidad	horas de uso	KW	kW/dia
Mezcladora	1	8	4	32
Autoclave	1	12	3	36
Generador de vapor	1	12	5	60
Focos galponeros	21	10	0.03	6.3
Focos LED	5	6	0.005	0.15
Generador de espuma	1	8	0.75	6
Tolva dosificadora	1	8	1	8
Motor cinta elevadora	1	8	2	16
Cortadora	3	8	1.5	36
Equipo de laboratorio	1	1	0.5	0.5
Aire acondicionado	1	4	2.5	10
Notebook	1	3	0.075	0.225
			20.36	211.175

La simultaneidad máxima será:

$$12,36 \text{ kW} / 20,36 \text{ kW} = 0.607 = 60\%$$

5.4.2 Cálculo de carga de fuego

La carga de fuego de una industria se calcula sumando la energía calorífica de todos los materiales combustibles presentes en la instalación. Como únicamente se tiene como combustible a la cascarilla de arroz, y se podría agregar los restos de papeles producto del desecho de oficina o del packaging del cemento, se elabora un aproximado de carga de fuego total, sumando también el mobiliario presente y los pallets.



Tabla 12.

Cálculo de carga de fuego

Fuente: Elaboración propia

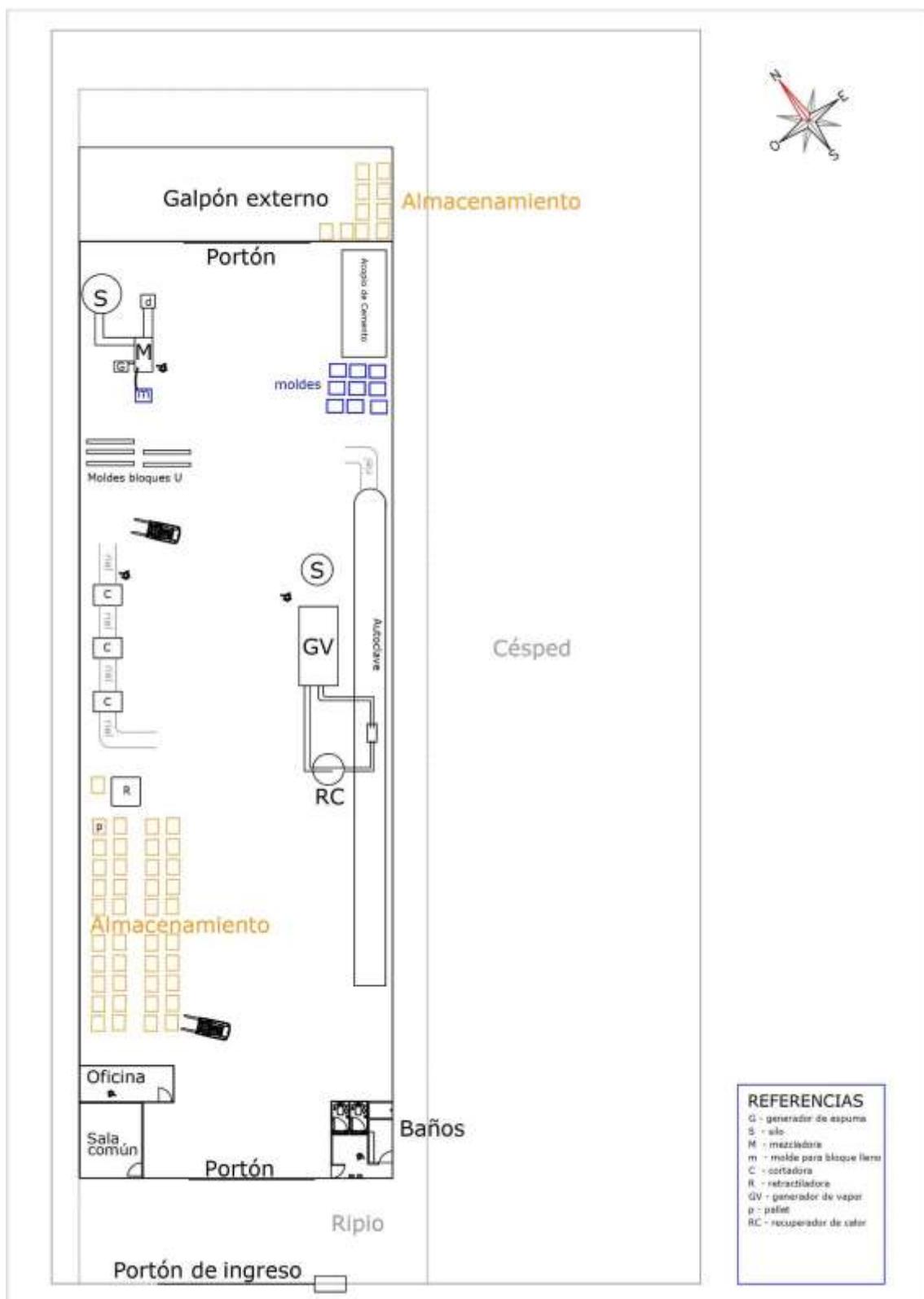
Material	kg	kcal/kg	kcal
madera	1650	4400	7260000
carton/papel	20	4000	80000
cascarilla	9,453.00	3700	34976100
Total (kcal)			42316100
Patron madera en kcal/kg			4400
Total kg Madera equivalente			9617.295455
Superficie total (m2)			1200
CARGA DE FUEGO (kg/m2)			8.014412879

Esto nos indica una carga de fuego relativamente baja. Se deberá hacer foco en el almacenamiento de la cascarilla de arroz y de los sacos de cemento. Se instalará un matafuegos específicamente para esa zona (ver Anexo VII). Un extintor se colocará cada 20 m de distancia lineal para fuegos clase A (papel y madera) y de 15 m para fuegos clase B (ej.: gas oil)

5.4.3 Diseño del Lay-Out

Al diseñar el layout de una planta para la producción de bloques de hormigón celular, es crucial considerar diversas variables para optimizar la eficiencia operativa y la seguridad laboral. Muther (1973) enfatiza la importancia de organizar el flujo de producción para minimizar cuellos de botella y tiempos de espera. Se diseñará el layout en base a la linealidad del flujo de procesos, desde la recepción de materia prima hasta el paletizado. Además, se optimizará el espacio de esta forma aprovechando la planta y su gran longitud. Se deben considerar estrictamente las condiciones de seguridad, con especial cuidado en la protección contra incendios y contra sobrecargas eléctricas (ver Anexo VI).



Fig 30.*Plano general de la planta***Fuente:** Elaboración propia



6. Normativa Vigente e Impacto Ambiental

6.1. Normativa Respecto al Producto

En Argentina, la producción y comercialización de bloques de hormigón celular deben cumplir con normativas específicas establecidas por el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Estas normativas aseguran la calidad, seguridad y conformidad con estándares reconocidos internacionalmente. Algunas de las normas relevantes para los bloques de hormigón celular incluyen:

IRAM 11900: Bloques de Hormigón Celular Autoclavado

Esta norma establece los requisitos específicos para los bloques de hormigón celular autoclavado. Incluye parámetros como resistencia a la compresión, densidad aparente, absorción de agua, entre otros. Esta norma proporciona directrices detalladas para garantizar la calidad y el rendimiento del producto.

IRAM 11502: Agregados para Hormigón

Aunque no está específicamente diseñada para bloques de hormigón celular, esta norma establece los requisitos para los agregados utilizados en la producción de hormigón. Puede ser relevante para garantizar la calidad de los componentes utilizados en la fabricación de bloques de hormigón celular.

IRAM 11603: Productos de Hormigón Celular

Esta norma establece las características y requisitos generales para los productos de hormigón celular, incluyendo bloques. Aborda aspectos como dimensiones, tolerancias, propiedades físicas y mecánicas, y métodos de prueba. Proporciona una guía integral para la fabricación y evaluación de bloques de hormigón celular.

IRAM 11531: Hormigón Celular - Determinación de la Densidad Aparente y de la Absorción de Agua: Esta norma se centra en la determinación de la densidad aparente y la absorción de agua en productos de hormigón celular,



lo cual es esencial para evaluar la calidad y el comportamiento del material en condiciones de uso.

IRAM 12566-1 (2005) Ladrillos cerámicos macizos para la construcción de muros – Requisitos.

Tabla 13.

Norma IRAM 11601 (conductividad térmica)

Fuente: IRAM

Material	Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m·K)
Hormigón celular (incluye hormigones gaseosos y hormigones espumosos)	600	0,16
	800	0,22
	1000	0,30
	1200	0,40
	1400	0,50

6.2. Normativa Respecto al Impacto Ambiental

En Argentina, la protección del medio ambiente es fundamental, y se han establecido normativas y regulaciones para garantizar que las empresas cumplan con los estándares ambientales. La Ley Nacional de Medio Ambiente N.º 25.675 y la Ley de Residuos Peligrosos N.º 24.051 son ejemplos clave de regulaciones ambientales.

Una planta de bloques de hormigón celular debe cumplir con estas leyes, obteniendo las autorizaciones y permisos necesarios para operar. Esto incluye la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que evalúa y mitiga cualquier impacto ambiental negativo que pueda surgir durante las operaciones de la planta.

La producción de bloques de hormigón celular implica el uso de materiales químicos industriales. La gestión adecuada de los residuos y sustancias peligrosas es esencial para evitar la contaminación ambiental. La planta debe seguir las regulaciones establecidas para la disposición de residuos sólidos y líquidos, y garantizar que los productos químicos utilizados se almacenan y manipulan de manera segura.



Además, la provincia del Chaco establece su legislación respecto al impacto ambiental según:

Tabla 14.

Leyes y resoluciones de la provincia del Chaco que considera el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Ley 7034.	Residuos domiciliarios.	Tiene como objeto establecer las normas administrativas y técnicas aplicables a los procedimientos de gestión integral de residuos sólidos urbanos en la Provincia del Chaco.
Ley 4302 Decreto 578 / 05.	Protección del suelo, agua y recursos energéticos.	Establece un régimen de protección de suelos, agua y aire en función de las normativas nacionales.
Ley 2494 Resolución 638/2001.	Adhesión a la Ley Nacional Nº 20.284 de Preservación de los Recursos del Aire.	Considera el Programa de Calidad de Aire y Salud, Prevención de riesgos para la salud por exposición a contaminación atmosférica. Establece tipo y parámetros de mediciones.
Decreto 805/12.	Impacto Ambiental.	Programa de evaluación ambiental estratégica para la recuperación y mejoramiento ambiental.
Ley 3230.	Efluentes líquidos.	Reglamenta los requisitos y parámetros para la liberación de efluentes líquidos.

6.2.1 Plan de Gestión Ambiental

HC Construcciones reconoce la importancia estratégica de la gestión ambiental en el contexto de sus operaciones. El plan tendrá como objetivo establecer directrices y prácticas que promuevan la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad corporativa. A través de su implementación, la empresa



busca minimizar su impacto ambiental, cumplir con la normativa vigente y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

Diagnóstico Ambiental:

La empresa llevará a cabo una evaluación interna de los aspectos ambientales asociados con sus operaciones, abarcando la producción de bloques de hormigón celular y las actividades de construcción. Este análisis identificará los impactos ambientales significativos, incluyendo el consumo de recursos naturales, la generación de residuos, las emisiones atmosféricas y el uso de energía.

Cumplimiento Normativo:

Se establecerá un sistema de gestión ambiental para garantizar el cumplimiento con los requisitos legales y normativos locales, provinciales y nacionales. La empresa se compromete a mantener un monitoreo constante de las regulaciones ambientales para adaptarse a los cambios legislativos y asegurar la conformidad.

Eficiencia Energética:

HC Construcciones implementará medidas para mejorar la eficiencia energética en todas sus instalaciones, desde la producción hasta la construcción. Se explorarán opciones de fuentes de energía renovable como lo es la biomasa y se evaluará su viabilidad para reducir la dependencia de fuentes no renovables.



Gestión de Residuos:

La empresa desarrollará un programa integral de gestión de residuos con un enfoque en la reducción en origen, la reutilización y el reciclaje. Se establecerán acuerdos con proveedores y contratistas para asegurar prácticas sostenibles en toda la cadena de suministro.

En este punto, se tendrá en cuenta la normativa existente respecto a residuos peligrosos, así como también las consideraciones ambientales de los productos utilizados y sus respectivos impactos como residuos una vez finalizado su uso.

Tabla 15.

Gestión de residuos.

Fuente: Elaboración propia

Tipo de Residuo	Descripción	Gestión
Residuos de Construcción y Demolición	Escombros, restos de construcción, materiales de demolición.	Reutilizado en futuras construcciones.
Residuos de Producción de Bloques	Recortes y excedentes de bloques de hormigón celular, sobras de materias primas.	Reproceso o reutilizado en futuras construcciones.
Residuos Plásticos	Envases y embalajes de productos, posible embalaje de materias primas.	Desecho en tachos especiales.
Residuos Metálicos	Barras de refuerzo sobrantes, clavos, tornillos, materiales metálicos de construcción.	Reutilización en obras o desecho en tachos especiales.
Residuos de Papel y Cartón	Envases de productos, documentación y papeleo empresarial.	Contenedores de elementos reciclables.



Residuos de Equipos y Herramientas	Equipos y herramientas en desuso, residuos de mantenimiento y reparación.	Desarme, desacople y venta o donación de las partes.
Residuos Químicos	Residuos de productos químicos utilizados en procesos de construcción y producción, posibles residuos de limpieza.	Desecho en tachos especiales etiquetados debidamente.

Gases de combustión

Cuando se quema como combustible, la cascarilla de arroz libera dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero, así como partículas finas y contaminantes atmosféricos, de manera inherente al proceso. Sin embargo, la utilización de biomasa como combustible presenta un impacto positivo significativo en contraste a otras sustancias debido a su capacidad para mantener un equilibrio neutral en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Este equilibrio se logra gracias al ciclo natural del carbono: durante su crecimiento, las plantas absorben CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis, incorporando este carbono a su estructura. Cuando la biomasa se quema como combustible, el CO₂ se libera nuevamente a la atmósfera. Sin embargo, dado que este CO₂ fue absorbido previamente por las plantas, el ciclo de carbono se cierra y no se produce un aumento neto en las emisiones de CO₂.

Uso Sostenible de Recursos:

HC Construcciones evaluará y optimizará el uso de recursos naturales, incluyendo agua y materias primas, en la producción de bloques de hormigón celular. Se investigarán alternativas y tecnologías que minimicen la huella hídrica y reduzcan la extracción de recursos no renovables.

Educación y Capacitación:

La empresa implementará programas de educación y capacitación para sensibilizar a los empleados sobre prácticas sostenibles y fomentar la



participación activa en iniciativas ambientales. La información sobre las mejores prácticas en la industria de la construcción será proporcionada regularmente.

Monitoreo y Evaluación:

HC Construcciones establecerá indicadores clave de desempeño ambiental para evaluar continuamente el impacto de sus operaciones. Se llevarán a cabo auditorías ambientales periódicas para identificar áreas de mejora y verificar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

Un plan de gestión ambiental representará el compromiso duradero de HC Construcciones con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. A través de la implementación diligente de estas medidas, la empresa buscará destacarse como líder en prácticas ambientales dentro de la industria de la construcción, contribuyendo positivamente al entorno local y al bienestar global.



7. Higiene y Seguridad del Trabajo

En Argentina, la Normativa de Seguridad e Higiene Ocupacional está respaldada por diversas leyes y regulaciones que buscan garantizar la seguridad y bienestar de los trabajadores en el entorno laboral. Algunas de las leyes más relevantes incluyen:

Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley 19.587): Esta ley establece las normas generales de higiene y seguridad en el trabajo para todo el territorio argentino. Proporciona directrices para la prevención de accidentes y enfermedades laborales, así como para la promoción de condiciones seguras en el lugar de trabajo.

Ley Nacional de Riesgos del Trabajo (Ley 24.557): Esta ley aborda específicamente los riesgos del trabajo y establece un sistema integral para la prevención de accidentes laborales y enfermedades profesionales. Incluye disposiciones sobre la responsabilidad civil del empleador, la cobertura de riesgos del trabajo, y la creación de organismos especializados.

Ley Nacional de Contrato de Trabajo (Ley 20.744): Aunque no se centra exclusivamente en seguridad e higiene, esta ley regula las relaciones laborales y establece derechos y obligaciones para empleadores y trabajadores. Incluye disposiciones relacionadas con las condiciones laborales y la seguridad en el trabajo.

Leyes Provinciales y Reglamentaciones Específicas: Además de las leyes nacionales, cada provincia en Argentina puede tener normativas específicas en materia de seguridad e higiene ocupacional. Estas leyes provinciales pueden complementar y detallar aspectos específicos según las características y necesidades locales.



Normas Técnicas y Reglamentarias: Se aplican normas técnicas específicas para ciertas industrias o actividades. Estas normas son establecidas por organismos competentes y proporcionan pautas detalladas para la implementación de medidas de seguridad y salud ocupacional.

Según la Ley, se deberá contar con 3 a 5 horas semanales del profesional de Higiene y Seguridad del Trabajo, considerando la cantidad de empleados de la planta menor a quince.

7.1. Consideraciones de seguridad laboral

A continuación, se enumeran los aspectos relacionados con la higiene y seguridad laboral que deben considerarse. Estos aspectos se derivan de la Regulación General de Riesgos Laborales, un documento fundamental que sirve de base para que todas las organizaciones industriales ajusten sus prácticas de higiene y seguridad:

- **Protección contra Incendios:** Esto abarca la presencia de extintores (matafuegos), análisis de la carga de fuego, sistemas de detección de incendios, realización de simulacros de evacuación y la existencia de sistemas de mangueras antiincendios.
- **Riesgo Eléctrico:** Incluye aspectos como el mantenimiento de cables en buenas condiciones, protección contra contactos eléctricos directos e indirectos, el uso de disyuntores diferenciales y la conexión de cada máquina a una puesta a tierra, además de la verificación de dichas puestas a tierra.
- **Equipamiento de Protección Personal:** Esto implica proporcionar a los trabajadores protectores auditivos, cascos, mascarillas (barbijos), gafas de protección, calzado de seguridad y ropa de trabajo adecuada.
- **Iluminación y Marcación:** Deben garantizarse sistemas de iluminación adecuados, así como sistemas de iluminación de emergencia y una marcación visible para guiar la circulación segura en el lugar de trabajo.
- **Suministro de Agua:** Se debe asegurar la disponibilidad de agua para los operarios, lo que incluye la provisión de agua potable.



- Baños y Vestuarios: Deben proporcionarse instalaciones sanitarias adecuadas, como baños y vestuarios, para el personal.
- Sistema de Primeros Auxilios: Se requiere un sistema y equipo de primeros auxilios completo y disponible para atender a los trabajadores en caso de lesiones o emergencias médicas.
- Vehículos: En el caso de la presencia de vehículos, como montacargas, es importante asegurarse de que funcionen correctamente, que cuenten con sistemas de luces adecuados, frenos en buen estado y dispositivos de advertencia acústica y luminosa.
- Contaminación Ambiental: Es necesario realizar mediciones en los puestos de trabajo y en la maquinaria para evaluar y controlar posibles fuentes de contaminación ambiental.
- Contaminación por ruidos: Se deben llevar a cabo mediciones del nivel de ruido continuo equivalente en los puestos de trabajo y tomar medidas correctivas si es necesario.
- Estrés por vibraciones: Al igual que con el ruido, las vibraciones deben medirse y, si es necesario, deben tomarse medidas correctivas en los puestos de trabajo.

7.2. Equipamiento necesario para el personal

Se deberá asegurar que el personal cuente con:

- Máscara facial: A la hora de realizar la carga de los materiales, especialmente los áridos, es crucial el uso de mascarillas para evitar la inhalación de polvos peligrosos.
- Lentes de protección: Es de mucha importancia su uso ya que existe la posibilidad de proyección de partículas en la carga o en el mezclado. Asimismo, evitirá la irritación ocular debido a los polvos.
- Ropa: Todo el personal contará con ropa de grafa y calzados de trabajo.



7.3. Mantenimiento

7.3.1. Parada Anual

Se prevé realizar una parada anual de dos semanas. En la industria actual, especialmente en sectores como la fabricación y producción, la parada anual de la planta para mantenimiento es una práctica común y crucial. Esta interrupción planificada de las operaciones tiene como objetivo principal realizar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo en todas las áreas de la planta, garantizando así su óptimo funcionamiento a lo largo del año.

7.3.2. Plan de Mantenimiento

Para elaborar un plan de mantenimiento para una fábrica que produce bloques de hormigón celular, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

1. Mantenimiento preventivo: Este tipo de mantenimiento se realiza con el objetivo de prevenir fallas en los equipos y maquinarias. Se recomienda realizar inspecciones periódicas a la mezcladora, generador de espuma, autoclave y generador, máquina de corte, etc. para detectar posibles fallas y corregirlas antes de que se conviertan en problemas mayores. Además, se debe realizar un mantenimiento regular de los equipos, así como la limpieza y lubricación de las partes móviles.
2. Mantenimiento correctivo: Este tipo de mantenimiento se realiza cuando se detecta una falla en los equipos o maquinarias. En este caso, se debe reparar o reemplazar la pieza defectuosa lo antes posible para evitar que la falla se propague a otras partes del equipo.
3. Mantenimiento predictivo: Este tipo de mantenimiento se basa en el análisis de datos para predecir cuándo se producirá una falla en los equipos o maquinarias. Para ello, se utilizan técnicas como el análisis de vibraciones, el análisis de aceite, etc. Este tipo de mantenimiento permite detectar fallas incipientes antes de que se conviertan en problemas mayores.



4. Capacitación del personal: Es importante que el personal encargado de la operación y mantenimiento de los equipos y maquinarias esté capacitado para realizar su trabajo de manera eficiente y segura. Se recomienda realizar capacitaciones periódicas para actualizar los conocimientos del personal.
5. Documentación: Es importante llevar un registro detallado de las inspecciones, mantenimientos y reparaciones realizadas a los equipos y maquinarias. Esto permitirá llevar un control de los costos de mantenimiento y detectar posibles patrones de fallas.

Para la maquinaria, se define las siguientes acciones:

Mezcladora

- Mantenimiento Diario:
 - Verificar el estado general de la mezcladora.
 - Limpiar cualquier residuo de hormigón.
 - Inspeccionar el sistema de transmisión y lubricar según sea necesario.
- Mantenimiento Semanal:
 - Revisar y ajustar las cuchillas.
 - Verificar el estado de las correas y tensores.
 - Inspeccionar los sistemas eléctricos y de control.
- Mantenimiento Mensual:
 - Inspeccionar los rodamientos y reemplazarlos si es necesario.
 - Verificar la alineación de la mezcladora.
 - Realizar pruebas de funcionamiento con carga simulada.

Generador de Espuma

- Mantenimiento Diario:
 - Verificar la presión y flujo de agua.
 - Limpiar los inyectores y conductos de espuma.
 - Inspeccionar las conexiones eléctricas.
- Mantenimiento Semanal:



- Revisar el sistema de aire comprimido.
- Verificar la concentración del agente espumígeno.
- Inspeccionar y limpiar el filtro de aire.
- Mantenimiento Mensual:
 - Inspeccionar las bombas y motores.
 - Verificar y calibrar los dispositivos de medición.
 - Realizar pruebas de generación de espuma.

Máquina de Corte

- Mantenimiento Diario:
 - Limpiar la máquina y la zona de trabajo.
 - Verificar el filo de las cuchillas de corte.
 - Inspeccionar el sistema de sujeción del bloque.
- Mantenimiento Semanal:
 - Lubricar los puntos de pivote y rodamientos.
 - Verificar y ajustar el sistema de avance.
 - Inspeccionar el sistema eléctrico y de seguridad.
- Mantenimiento Mensual:
 - Verificar la alineación de las cuchillas.
 - Inspeccionar el sistema hidráulico (si aplica).
 - Realizar pruebas de corte con bloques de prueba.

Autoclave

- Mantenimiento Diario:
 - Realizar una inspección visual rápida para detectar fugas o anomalías evidentes.
 - Verificar el estado de las válvulas de seguridad y asegurarse de que estén en posición cerrada.
- Mantenimiento Semanal:
 - Limpiar los filtros y los conductos de ventilación para garantizar un flujo de aire adecuado.
 - Comprobar el estado de las juntas y reemplazarlas si es necesario.



- Mantenimiento Mensual:

Limpiar a fondo el interior del autoclave para eliminar cualquier residuo acumulado.

Verificar y calibrar los controles de temperatura, presión y tiempo.

Generador de vapor

- Mantenimiento Diario:

Verificar visualmente el funcionamiento del generador y comprobar el nivel de agua en la caldera.

Drenar cualquier condensado acumulado en el sistema.

- Mantenimiento Semanal:

Inspeccionar la caldera en busca de signos de corrosión o fugas.

Limpiar los quemadores y los tubos de la caldera para eliminar los depósitos de sedimentos.

- Mantenimiento Mensual:

Realizar una prueba de presión en la caldera para garantizar su integridad estructural.

Verificar y calibrar los controles de temperatura y presión.

Dosificador

- Mantenimiento Diario:

Limpiar el dosificador después de cada uso para evitar la acumulación de material seco.

Comprobar visualmente el estado de las partes móviles y lubricarlas si es necesario.

- Mantenimiento Semanal:

Verificar la precisión del dosificador y ajustar la configuración si es necesario.

Inspeccionar los sensores de nivel y flujo y limpiarlos si están obstruidos.

- Mantenimiento Mensual:

Realizar una revisión eléctrica completa, comprobando los interruptores y los cables.

Inspeccionar las conexiones y apretar cualquier tornillo suelto.



El mantenimiento preventivo de la fábrica incluirá la implementación de inspecciones periódicas. Estas revisiones abarcarán todos los equipos, desde la mezcladora hasta la máquina de corte, con el objetivo de identificar posibles desgastes, ajustes necesarios o cualquier irregularidad que pueda afectar el rendimiento.

Además, se llevarán a cabo análisis regulares de lubricantes y fluidos para asegurar que los equipos estén operando con los niveles adecuados de lubricación y que no haya acumulación de residuos. La verificación y calibración de los sistemas de control, así como la actualización de cualquier software relevante, formarán parte integral de este enfoque preventivo. Asimismo, se mantendrán actualizados los manuales de equipo y los planos de instalación, asegurando que el personal tenga acceso a la información necesaria para comprender y abordar los requerimientos de mantenimiento.



8. Inversiones

En la siguiente tabla se presenta a continuación las inversiones necesarias a realizar en el presente proyecto:

Tabla 16.

Inversión requerida en maquinaria y equipos.

Fuente: Elaboración propia

Producto	Costo USD	Costo ARS
Mezcladora	\$21,000	\$7,245,000.00
Autoclave	\$97,647	\$36,491,473.52
Generador de vapor	\$29,040	\$10,852,538.40
Recuperador de calor		\$2,800,000.00
Moldes bloque lleno x60		\$2,460,000.00
Generador de espuma	\$2,599	\$2,079,200.00
Silo para arena 50 tn	\$3,000	\$1,121,130.00
Silo para cascarilla 9 tn	\$1,024	\$382,679.04
Tolva dosificadora		\$2,000,000.00
Cinta elevadora x3m	\$2,400	\$2,592,000.00
Rieleras x50m		\$1,360,000.00
Cortadora x3u	\$22,797	\$8,519,466.87
Retractiladora de pallets		\$927,200.00
Autoelevador (usado)	\$12,000	\$12,960,000.00
Equipo de laboratorio		\$1,188,000.00
Kit EPP x6		\$1,590,000.00
Equipamiento de oficina		\$2,323,799.00
Zorra hidráulica		\$600,000.00
Extintor x3		\$253,500.00
TOTAL		\$97,745,986.83

Nota: Valor de cotización al dólar oficial venta del BNA al 21/11/23. U\$1=ARS\$374

Al momento de realizar el presente proyecto, la empresa cuenta con oficinas en zona céntrica de la ciudad de Resistencia, la cual está siendo alquilada



mensualmente. En dichas oficinas, totalmente equipadas, se realizan las reuniones con potenciales clientes de obras de construcción, así como también se cuenta con muestras de los bloques producidos, es decir que se desarrolla allí el área comercial. Asimismo, la empresa cuenta con un autoelevador Sinomach 2.5tn que seguirá utilizando, y se consideran 3 mezcladoras hormigoneras de 300 y 400 L, que se pondrán en venta.



9. Costos

9.1. Costos en Materia Prima y Variables

En la siguiente tabla se presentan los costos asociados a materia prima necesaria para la producción.

Tabla 17.

Costo de materia prima.

Fuente: Elaboración propia

Materia Prima	Unidad	Precio (por unidad)	Cantidad por m3	Precio total	Cantidad diaria
Cemento Puzolánico	kg	\$62.50	357	\$22,312.50	13969.56522
Arena	kg	\$4.60	377.4	\$1,736.04	14767.82609
Agua	L	\$0.17	122.4	\$20.81	4789.565217
Aditivo espumante	L	\$3,000.00	1.01	\$3,030.00	39.52173913
Acelerador de fraguado	kg	\$2,050.00	2.55	\$5,227.50	99.7826087
Vapor de agua	m3	\$0.17	4	\$0.68	156.5217391
TOTAL				\$32,327.53	

A partir de ello, se puede realizar un análisis de costos de cada tipo de bloque, de la siguiente manera:

Tabla 18a.

Costo por bloque lleno Modelo 1

Fuente: Elaboración propia

Costo por m3	\$32,327.53
Cantidad de bloques por m3	100
Costo en materiales por bloque lleno	\$323.28
Cantidad de bloques a producir/mes	24000
Costos de MP bloques llenos al mes	\$7,758,606.72



Tabla 18b.

Costo por bloque lleno Modelo 2

Fuente: Elaboración propia

Costo por m3	\$32,327.53
Cantidad de bloques por m3	66
Costo en materiales por bloque lleno	\$489.81
Cantidad de bloques a producir/mes	16000
Costos de MP bloques llenos al mes	\$7,836,976.48

Tabla 18c.

Costo por bloque lleno Modelo 3

Fuente: Elaboración propia

Costo por m3	\$32,327.53
Cantidad de bloques por m3	50
Costo en materiales por bloque lleno	\$646.55
Cantidad de bloques a producir/mes	12000
Costos de MP bloques llenos al mes	\$7,758,606.72

Tabla 18d.

Costo por bloque U.

Fuente: Elaboración propia

Costo por m3	\$32,327.53
Cantidad de bloques por m3	142
Costo en materiales por bloque U	\$227.66
Cantidad de bloques a producir/mes	11428
Costos de MP bloques U al mes	\$2,601,683.03

Tabla 18e.

Costo por panel

Fuente: Elaboración propia

Costo por m3	\$32,327.53
Cantidad de bloques por m3	200
Costo en materiales por panel	\$161.64
Cantidad de bloques a producir/mes	16000
Costos de MP paneles al mes	\$2,586,202.24



Tabla 19.

Otros gastos variables mensuales.

Fuente: Elaboración propia

Otros gastos variables	Cantidad	Precio unitario	Precio
Combustible (L)	120.00	\$780.00	\$93,600.00
Lubricante (L)	5.00	\$5,300.00	\$26,500.00
Spray para correas	1.00	\$14,800.00	\$14,800.00
Etiquetas vinílicas	1,000.00	\$45.00	\$45,000.00
Film empaquetador x6 rollos	3.00	\$28,500.00	\$85,500.00
Biocombustible (kg)	9,453.00	\$7.48	\$70,708.44
Energía eléctrica (kW/h)	4,857.03	\$45.07	\$218,906.12
			\$555,014.56

9.2. Costos Fijos

Tabla 20.

Costos fijos anuales

Fuente: Elaboración propia

Sueldos anuales con aguinaldo	\$38,992,850.00
Servicio de asesoría contable corporativa	\$984,000.00
Gastos publicitarios	\$1,500,000.00
Alquiler	\$7,200,000.00
Servicio de Higiene y Seguridad	\$600,000.00
Servicio de limpieza	\$1,200,000.00
Total costos fijos anuales	\$50,476,850.00

9.3. Costos por Bloque

Para calcular el costo por bloque, se realiza el siguiente análisis:



Tabla 21.

Costos por bloque.

Fuente: Elaboración propia

	Bloque 1	Bloque U	Bloque 2	Bloque 3	Panel
Cantidad anual	276000	131422	184000	138000	184000
Costo materia prima	\$93,103,280.64	\$31,220,196. 34	\$94,043,717.8 2	\$93,103,280. 64	\$31,034,426. 88
Costos fijos ponderados	\$15,143,055	\$5,047,685	\$11,357,291	\$15,143,055	\$3,785,764
Total	\$108,246,335.64	\$36,267,881. 34	\$105,401,009. 07	\$108,246,335 .64	\$34,820,190. 63
Total por bloque	\$392.20	\$275.97	\$572.83	\$784.39	\$189.24

9.4. Inversión inicial total

Tabla 22.

Inversión inicial requerida.

Fuente: Elaboración propia

Alquiler	\$ 600,000.00
Garantía y honorarios	\$ 915,000.00
Maquinaria	\$ 97,745,986.83
Instalación	\$ 2,000,000.00
Capital de trabajo (15%)	\$ 14,661,898.02
Habilitación municipal	\$ 80,000.00
Habilitación SAMEEP	\$ 1,954,919.74
TOTAL	\$117,957,805

9.4. Financiamiento

Tras un análisis de la situación financiera de la empresa, se determinó que se dispone de capital para inversión por el monto de \$32.000.000,00. Este capital



proviene del ahorro y de negocios particulares de los socios de la empresa, quienes expresan su voluntad de destinar estos fondos al proyecto.

Por tanto, se deberá recurrir a financiación externa del restante valor, necesitándose \$85,554,155.

Se accederá al programa “CREAR INVERSIÓN FEDERAL PYME - Provincia de Chaco, con subsidio de tasa de interés” a través del Nuevo Banco del Chaco y el FONDEP. El mismo ofrece créditos de hasta \$2.000.000.000,00 con una tasa de interés anual del 83% contando con un descuento de 8 puntos porcentuales, sobre la tasa BADLAR, y con un plazo de devolución de 5 años. La financiación máxima es del 80% del total de la inversión.

Tabla 23.

Planilla de crédito

Fuente: Elaboración propia

PLANILLA DE CRÉDITO	
Entidad otorgante:	Nuevo Banco del Chaco
Monto:	\$86.000.000,00
Tasa interés anual:	75%
Frecuencia de pago:	Anual
Plazo de amortización:	Anual
Plazo de gracia:	6 meses



10. Venta, Ingresos y Flujo de Caja

Se plantea primeramente el precio de venta de cada tipo de bloque de la siguiente manera:

Tabla 24.

Precios de venta e ingresos estimados.

Fuente: Elaboración propia

	Costo	Precio	Beneficio	Precio + IVA	Ingreso mensual	Ingreso Anual
1	\$392.20	\$750	\$358	\$908	\$18,000,000	\$207,000,000
2	\$572.83	\$890	\$317	\$1,077	\$14,240,000	\$163,760,000
3	\$784.39	\$1,090	\$306	\$1,319	\$13,080,000	\$150,420,000
U	\$275.97	\$620	\$344	\$750	\$7,085,360	\$81,481,640
Panel	\$189.24	\$540	\$351	\$653	\$8,640,000	\$99,360,000
					TOTAL	\$702,021,640

Como se observa, el precio es menor al de los principales competidores a nivel nacional. Esto se plantea así ya que un precio relativamente más bajo permitirá a la empresa una mayor facilidad de penetración en el mercado, presentándose ante los distribuidores como una alternativa viable en cuanto a calidad y precio, sobre todo en la zona del nordeste argentino, que es una región estadísticamente más pobre.

10.1. Flujo de fondos

Se llevó a cabo un análisis de flujo de fondos con el fin de evaluar la cantidad de dinero en efectivo o créditos que entra y sale del negocio.

El flujo de fondos, también conocido como flujo de efectivo, es un análisis financiero que registra y evalúa los ingresos y egresos de efectivo de una empresa durante un período específico. Este análisis proporciona una visión



detallada de cómo el dinero fluye dentro y fuera de la empresa, permitiendo una gestión más efectiva de la liquidez y la toma de decisiones financieras.

Tabla 25.

Flujo de fondos proyectado.

Fuente: Elaboración propia

	INICIO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos por ventas		\$702,021,640	\$702,021,640	\$702,021,640	\$702,021,640	\$702,021,640
IVA Debito por ventas		\$147,424,544	\$147,424,544	\$147,424,544	\$147,424,544	\$147,424,544
INGRESOS		\$849,446,184	\$849,446,184	\$849,446,184	\$849,446,184	\$849,446,184
Amortizaciones		-\$5,047,685	-\$5,047,685	-\$5,047,685	-\$5,047,685	-\$5,047,685
Costos operativos		-\$385,093,382	-\$385,093,382	-\$385,093,382	-\$385,093,382	-\$385,093,382
IVA Credito por costo		-\$80,869,610	-\$80,869,610	-\$80,869,610	-\$80,869,610	-\$80,869,610
Saldo IVA		-\$66,554,934	-\$66,554,934	-\$66,554,934	-\$66,554,934	-\$66,554,934
COSTOS		-\$532,517,927	-\$532,517,927	-\$532,517,927	-\$532,517,927	-\$532,517,927
Imp. Ganancias 35%		-\$110,924,890	-\$110,924,890	-\$110,924,890	-\$110,924,890	-\$110,924,890
Imp. Ingresos Brutos 3%		-\$25,483,386	-\$25,483,386	-\$25,483,386	-\$25,483,386	-\$25,483,386
Tasas municipales 0,2%		-\$509,668	-\$509,668	-\$509,668	-\$509,668	-\$509,668
Amortizaciones		\$5,047,685	\$5,047,685	\$5,047,685	\$5,047,685	\$5,047,685
Intereses de financiamiento		-\$57,900,000	-\$43,500,000	-\$29,100,000	-\$14,700,000	-\$300,000
Créditos		-\$17,200,000	-\$17,200,000	-\$17,200,000	-\$17,200,000	-\$17,200,000
Inversión	-\$117,957,805					
Neto Anual	-\$117,957,805	\$104,910,314	\$104,910,314	\$104,910,314	\$104,910,314	\$104,910,314
Acumulado	-\$117,957,805	-\$13,047,490	\$91,862,824	\$196,773,139	\$301,683,453	\$406,593,767



10.2. Punto de equilibrio (PEq)

El punto de equilibrio es un indicador clave que permite determinar el nivel de actividad necesario para cubrir todos los costos y alcanzar el punto en el cual los ingresos igualan los gastos, es decir, no hay ni ganancias ni pérdidas. Se calcula de la siguiente manera:

$$PEq \text{ en Unidades} = \text{Costos fijos totales} / \text{Margen de contribución unitario}$$

Y para calcular el Punto de Equilibrio en Valor (en ingresos)

$$PEq \text{ en Valor} = PEq \text{ en Unidades} \times \text{Precio de Venta por Unidad}$$

Tabla 26.

Cálculo del punto de equilibrio.

Fuente: Elaboración propia

	1	2	3	Panel	U
Costo por unidad	\$392.47	\$573.14	\$784.94	\$189.34	\$276.16
Precio de venta	\$750	\$890	\$1,090	\$540	\$620
Diferencia	\$358	\$317	\$305	\$351	\$344

Punto de Equilibrio	42564.2483	8	16009.09366	37413.74498	43398.57633	14752.83738
% de producción	15.42		12.18	20.33	31.45	11.23



10.3. Indicadores

Se determinaron los siguientes indicadores económico financieros:

Tabla 27.

Indicadores financieros obtenidos.

Fuente: Elaboración propia

VAN	\$95,551,882.05
TIR	85%
Retorno de inversión (en años)	1.12



11. Análisis del Proyecto

11.1. Factibilidad Técnica

El proyecto de producción de bloques de hormigón celular ha sido sometido a un análisis exhaustivo que abarca tanto los aspectos técnicos como los financieros, con el objetivo de evaluar su viabilidad integral. Este análisis detallado busca proporcionar una visión completa y fundamentada que respalde las decisiones estratégicas y operativas asociadas con la implementación de la planta de producción.

La tecnología empleada en la fabricación de bloques de hormigón celular se ha evaluado minuciosamente. Los procesos, desde la mezcla de materiales hasta la cura y corte, han demostrado ser eficientes y cumplir con los estándares de calidad requeridos. La maquinaria y equipos seleccionados son apropiados y se espera que operen de manera consistente, garantizando la uniformidad y resistencia de los bloques.

La disponibilidad de materias primas es satisfactoria, y la formulación del hormigón celular ha sido ajustada para optimizar la resistencia y características térmicas de los bloques. La gestión de proveedores y la calidad de los insumos están contempladas en el plan de operaciones. Se han identificado y considerado todos los requisitos normativos y regulaciones pertinentes en el sector de la construcción y producción de materiales. La planta está diseñada para cumplir con las normas de seguridad, ambientales y de calidad aplicables, asegurando una operación legal y sostenible.

11.2. Factibilidad Económico-financiera

Se ha realizado un análisis de los costos involucrados en cada etapa del proceso de producción. Los costos de materias primas, mano de obra, energía y mantenimiento han sido considerados. La eficiencia operativa y el control de costos son puntos clave en la gestión financiera del proyecto. La inversión inicial en instalaciones, maquinaria y otros activos se ha estimado con



precisión. Se ha desarrollado un plan de amortización que tiene en cuenta la vida útil de los activos, permitiendo una distribución equitativa de los costos a lo largo del tiempo.

Se ha elaborado un detallado flujo de caja proyectado, considerando ingresos por ventas y egresos por costos operativos, amortizaciones e impuestos. Los indicadores financieros clave, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), indican una rentabilidad positiva y la viabilidad económica a largo plazo del proyecto.

También es importante destacar que el proyecto permitirá a la empresa una mejora en su producción para obras propias, pudiendo asentarse como empresa constructora líder en la región, abaratando sus costos y mejorando la presentación de sus construcciones, derivando todo ello en mejores resultados financieros para esa parte de la empresa.

11.3. Factibilidad Comercial

El análisis de viabilidad comercial es esencial para la evaluación del proyecto. La demanda del mercado ha sido meticulosamente estudiada, y se ha identificado una oportunidad estratégica para introducir bloques de hormigón celular, considerando las tendencias actuales en la construcción sostenible y eficiente. La diferenciación de productos, destacando las características únicas del hormigón celular, se presenta como un elemento clave para la penetración del mercado. La identificación de segmentos de clientes y la formulación de estrategias de marketing específicas permitirán una entrada efectiva en el mercado, al cual la empresa ya está actualmente atendiendo, asegurando la aceptación y preferencia de los consumidores. En este contexto, la viabilidad comercial del proyecto se respalda no solo en la capacidad de producción eficiente sino también en la capacidad de capturar y retener una cuota del mercado, proporcionando una base sólida para el crecimiento sostenible de la empresa.



11.4. Posibles Acciones a Futuro

En una proyección hacia el futuro, se identifica como una opción atractiva la consideración de expandir el alcance del proyecto al integrar una planta dosificadora de hormigón celular, respaldada por la incorporación de camiones mezcladores o estaciones de mezcla y bombeo móviles especialmente diseñados para abordar proyectos de gran magnitud. Esta expansión no solo se traduciría en una mayor capacidad de producción, sino que también optimizará la eficiencia logística, permitiendo abastecer de manera eficaz las demandas de obras de mayor tamaño.

La adopción de esta expansión estratégica no solo refuerza la capacidad de la empresa para abordar proyectos de mayor envergadura, sino que también posiciona a la organización como un actor importante en el mercado de la construcción, sobre todo en el ámbito de la construcción eficiente y amigable con el ambiente. La diversificación de productos y servicios no solo responde a las demandas cambiantes del mercado, sino que también contribuye a consolidar la reputación de la empresa como un referente confiable y avanzado en la industria del hormigón. Esta visión estratégica apunta a aprovechar las oportunidades emergentes, promoviendo un crecimiento sostenible y una mayor competitividad en el sector.



12. Conclusiones

Respondiendo a los objetivos iniciales planteados, se llegó a las siguientes conclusiones:

El mercado potencial del proyecto del producto que se ofrece al mercado tiene una demanda existente y futura muy amplia, el crecimiento demográfico constante en la región, permite prever la venta del total de la producción.

La estandarización de los bloques se resolvió mediante un plan de desarrollo uniforme de medida de moldes, tanto en la formulación como en el tamaño, adecuándose a los estándares del mercado de la construcción, esto va acompañado de una mejora en los procesos, así como en el control de la calidad, permitiendo ofrecer un producto óptimo para el tipo de edificaciones de la zona.

El proyecto es integral, involucra una planificación de cada aspecto de la cadena de valor de HC Construcciones; a su vez genera un sistema de gestión eficiente, mediante el control del volumen de producción, la compra de materia prima, las actividades de cada trabajador y el mantenimiento necesario para la planta.

Los indicadores financieros dan resultados positivos. Un VAN positivo indica que los ingresos futuros descontados a valor presente superan los costos de inversión y operación, generando un retorno positivo. La TIR es mayor que la tasa o costo de capital, lo que significa que el proyecto tiene un rendimiento superior a la tasa de descuento aplicada. Esta inversión se recupera en el segundo ejercicio.

La comercialización se enfoca en un diseño de estrategia de marketing destinada a resaltar las fortalezas del producto de HC en el mercado, para promover su posición y visibilidad. Mediante el uso mayormente de medios digitales, medios de publicidad masiva y la presencia en eventos del rubro.



Este plan de adecuación de la empresa proporciona una base sólida para el crecimiento sostenible y la continuidad competitiva de la empresa en la industria de la construcción y un fortalecimiento en el mercado de la región y en el país.



13. Bibliografía

Castillo, J. (2015). ESTUDIO DE CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN CELULAR PARA POSICIONARLA EN EL MERCADO LOCAL DE CONSTRUCTORES.

Cervantes Abarca. (2008) "MEMORIAS 2008. CONGRESO NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO. Nuevas tecnologías en concreto: Concreto celular - Concreto celular reforzado con fibra - Concreto ligero estructural."

Cifuentes Jacobs, M. L., Son, D. E., Mijangos Morales, E. J., García Chuc, E. S. A., & De Paz Pérez, J. V. (2015). Fundamentos, especificaciones, usos y futuro del concreto celular en Guatemala.

Grebe, M. et.al. (2023). Producción de Bloques de Hormigón Celular Curado en Autoclave. Universidad Tecnológica Nacional.

Jimenez, R. (2014). Concreto aireado en autoclave, estado actual de la técnica y perspectiva de futuro. Universidad Politécnica de Cataluña.

La Pared Condo, D., & Boanerges, D. (2011). Diseño de mezclas de concreto con ceniza de cascarilla de arroz para emplearlo en proyectos de vivienda de bajo costo.

Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). Concrete. Pearson Education.

Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). Concrete Technology. Pearson Education.

MARTÍNEZ DUGUET, A. (2009) Tesis de Grado: Análisis comparativo de costos entre albañilería de bloques Macizos de hormigón celular y de bloques



huecos de Hormigón de cemento, utilizado como material alternativo en la construcción de muros y antepechos en obra ampliación Mall plaza de los ríos, Valdivia. Chile.

Palazzi, S. (1999). MEZCLAS ÓPTIMAS DE HORMIGÓN CURADAS A VAPOR PARA LA PREFABRICACIÓN DE DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DEL HORMIGÓN ELABORADO. Año 16 | N° 48 | Septiembre 2019

S. Aroni, G.J. de Groot, M.J. Robinson, G. Svanholm and F.H. Wittman, (1993). RILEM Recommended Practice, "Autoclaved Aerated Concrete Properties, Testing and Design"

Solís Cedeño y Zamora Chávez (2013) "Diseño de un Bloque de Concreto Celular con la Utilización de Materiales Locales Alternativos". Tesis de Grado. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador.

Zemajtis, J. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Role of concrete curing.

Sitios web

- <https://biblioteca.camarco.org.ar/construir-2030-version-1-0-en-revision-agosto-2019-2/>
- <https://arquitecturacivil.blog/estructura/cantidad-de-bloques-pared-cuarto/>
- <https://icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Mamposteria-de-bloques-de-hormigon-AABH-ICPA.pdf>



14. Anexos

Anexo I: Ficha técnica: Mezcladora Blotek

FICHA TECNICA MHC-DI-1000

ALIMENTACION	380
CAPACIDAD	1000 LTS
MOTOR MEZCLADOR	5.5 HP
GENERADOR DE ESPUMA	SI
BOMBA DE AGUA	SI
TEMPORIZADORES DE AGUA Y ESPUMA	SI
ESTRUCTURA	FIJA
SALIDA	4 PULGADAS CON VALVULA MARIPOSA
GRANULOMETRIA MAXIMA	5MM
TABLERO DE MANDO	24 VOL
CAUDALIMETRO DE AGUA	SI
SISTEMA DE MEZCLADO	ELICOIDE CON CONTRA MARCHA
PRODUCCION POR HORA	5M3
GARANTIA	1 AÑO



Anexo II: Ficha técnica: Generador de vapor MoinCo

MODELO	CARACTERISTICAS GENERALES										PESO Aprox. Vacia Kg
	PRODUCCION		DIMENSIONES				CONEXIONES				
CALORIF. kcal / h (Aprox.)	VAPOR kg / h	LARGO TOTAL m	ALTO TOTAL m	ANCHO TOTAL m	DI METRO CUERPO m	SALIDA VAPOR mm	ENTRADA AGUA mm	DI METRO CHIMENEA mm			
CGV - LM 10	100000	170	1850	1600	1350	1200	32	25	225	1600	
CGV - LM 15	150000	258	1850	1700	1450	1340	32	25	250	1850	
CGV - LM 20	200000	344	2400	1750	1450	1340	32	25	250	2350	
CGV - LM 30	300000	517	2400	2000	1900	1560	38	25	275	3250	
CGV - LM 40	400000	689	3000	2000	1800	1560	50	25	300	3900	
CGV - LM 50	500000	855	3250	2000	1750	1500	50	25	300	4000	
CGV - LM 60	800000	1000	3300	2050	1800	1560	50	32	350	4350	
CGV - LM 70	700000	1200	3300	2100	1900	1610	63	32	350	5000	
CGV - LM 80	900000	1365	3850	2100	1900	1610	63	32	375	5800	
CGV - LM 90	900000	1550	3850	2250	2000	1730	63	32	375	6850	
CGV - LM 100	1000000	1700	3600	2400	2150	1860	63	38	400	7700	



Anexo III: Ficha técnica: Generador de espuma Tokio

	TOKiO-H	TOKiO-XS	TOKiO-S	TOKiO	TOKiO-L
Cap.		200Lts./Min.	200Lts./Min.	500Lts./Min.	500Lts./Min.
Comp. 220v	NO	NO	SI	NO	NO
Comp. 380v	NO	NO	NO	SI	SI
Bomba de agua	1/2 HP	1/2 HP	1/2 HP	1 HP	1 HP
Tanque de agua	NO	60Lts.	40Lts.	40Lts.	40Lts.
Auto/Manual	Manual	Auto	Auto	Auto	Auto
Dosificador	NO	NO	NO	SI	SI
Chasis	Hierro	Hierro	Hierro	Acero Inox.	Acero Inox.
Carroceria	Chapa	Chapa/Aluminio	Chapa/Aluminio	Chapa/Aluminio	Aluminio/Aluminio
Pintura	Epoxi ESD	Epoxi ESD	Epoxi ESD	Epoxi ESD	Epoxi ESD



Anexo IV: Cotización de autoclave.

HENAN YUANDA BOILER CO., LTD
Contact:Kara Liu Skype:yuanda1956 Wechat/QQ:1015087321
Mobile/WhatsApp/Viber:0086-18638278138 Email:yuandachinaly@hotmail.com

Quotation list of autoclave

To: tomas Gauto
From: Kara Liu
Contact way:(1 Skype:yuanda1956 (2 Email:yuandachinaly@hotmail.com
(3 Mobile/WhatsApp/Viber/Wechat:0086-18638278138 (4Wechat/QQ:1015087321

Autoclave quotation FGZCS1.3-2*31*14					
SN	Item	Quantity	Unit	Amount/USD	Specification
1	Autoclave	1	pcs	47834	Yuanda design,manufacture
Total FOB Shanghai/China price		83500 USD			

Producto	Precio (\$USD)
Autoclave	83500
Coste de flete	3800
Trámites del puerto de destino	800
Coste de importación	129
Coste de flete en destino	650
IVA tasa 10,5%	8767.5
Total	97646.5



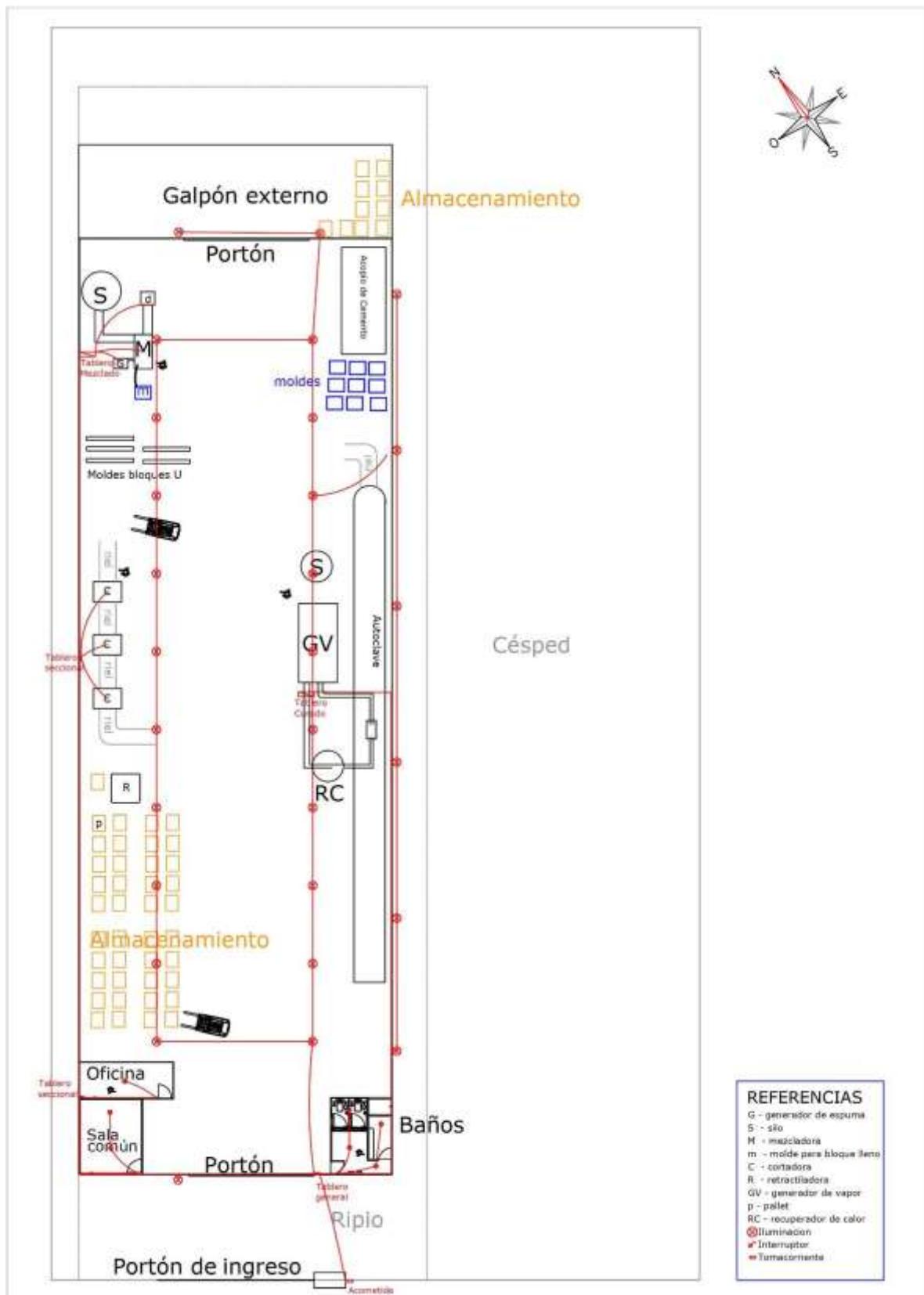
Anexo V: Planilla de crédito a solicitar.

MES	DEUDA	INTERÉS	PAGO	SALDO
1	\$86,000,000.00	\$5,375,000.00	\$6,975,000.00	\$84,400,000.00
2	\$84,400,000.00	\$5,275,000.00	\$6,875,000.00	\$82,800,000.00
3	\$82,800,000.00	\$5,175,000.00	\$6,775,000.00	\$81,200,000.00
4	\$81,200,000.00	\$5,075,000.00	\$6,675,000.00	\$79,600,000.00
5	\$79,600,000.00	\$4,975,000.00	\$6,575,000.00	\$78,000,000.00
6	\$78,000,000.00	\$4,875,000.00	\$6,475,000.00	\$76,400,000.00
7	\$76,400,000.00	\$4,775,000.00	\$6,375,000.00	\$74,800,000.00
8	\$74,800,000.00	\$4,675,000.00	\$6,275,000.00	\$73,200,000.00
9	\$73,200,000.00	\$4,575,000.00	\$6,175,000.00	\$71,600,000.00
10	\$71,600,000.00	\$4,475,000.00	\$6,075,000.00	\$70,000,000.00
11	\$70,000,000.00	\$4,375,000.00	\$5,975,000.00	\$68,400,000.00
12	\$68,400,000.00	\$4,275,000.00	\$5,875,000.00	\$66,800,000.00
13	\$66,800,000.00	\$4,175,000.00	\$5,775,000.00	\$65,200,000.00
14	\$65,200,000.00	\$4,075,000.00	\$5,675,000.00	\$63,600,000.00
15	\$63,600,000.00	\$3,975,000.00	\$5,575,000.00	\$62,000,000.00
16	\$62,000,000.00	\$3,875,000.00	\$5,475,000.00	\$60,400,000.00
17	\$60,400,000.00	\$3,775,000.00	\$5,375,000.00	\$58,800,000.00
18	\$58,800,000.00	\$3,675,000.00	\$5,275,000.00	\$57,200,000.00
19	\$57,200,000.00	\$3,575,000.00	\$5,175,000.00	\$55,600,000.00
20	\$55,600,000.00	\$3,475,000.00	\$5,075,000.00	\$54,000,000.00
21	\$54,000,000.00	\$3,375,000.00	\$4,975,000.00	\$52,400,000.00
22	\$52,400,000.00	\$3,275,000.00	\$4,875,000.00	\$50,800,000.00
23	\$50,800,000.00	\$3,175,000.00	\$4,775,000.00	\$49,200,000.00
24	\$49,200,000.00	\$3,075,000.00	\$4,675,000.00	\$47,600,000.00
25	\$47,600,000.00	\$2,975,000.00	\$4,575,000.00	\$46,000,000.00
26	\$46,000,000.00	\$2,875,000.00	\$4,475,000.00	\$44,400,000.00
27	\$44,400,000.00	\$2,775,000.00	\$4,375,000.00	\$42,800,000.00
28	\$42,800,000.00	\$2,675,000.00	\$4,275,000.00	\$41,200,000.00
29	\$41,200,000.00	\$2,575,000.00	\$4,175,000.00	\$39,600,000.00
30	\$39,600,000.00	\$2,475,000.00	\$4,075,000.00	\$38,000,000.00
31	\$38,000,000.00	\$2,375,000.00	\$3,975,000.00	\$36,400,000.00



32	\$36,400,000.00	\$2,275,000.00	\$3,875,000.00	\$34,800,000.00
33	\$34,800,000.00	\$2,175,000.00	\$3,775,000.00	\$33,200,000.00
34	\$33,200,000.00	\$2,075,000.00	\$3,675,000.00	\$31,600,000.00
35	\$31,600,000.00	\$1,975,000.00	\$3,575,000.00	\$30,000,000.00
36	\$30,000,000.00	\$1,875,000.00	\$3,475,000.00	\$28,400,000.00
37	\$28,400,000.00	\$1,775,000.00	\$3,375,000.00	\$26,800,000.00
38	\$26,800,000.00	\$1,675,000.00	\$3,275,000.00	\$25,200,000.00
39	\$25,200,000.00	\$1,575,000.00	\$3,175,000.00	\$23,600,000.00
40	\$23,600,000.00	\$1,475,000.00	\$3,075,000.00	\$22,000,000.00
41	\$22,000,000.00	\$1,375,000.00	\$2,975,000.00	\$20,400,000.00
42	\$20,400,000.00	\$1,275,000.00	\$2,875,000.00	\$18,800,000.00
43	\$18,800,000.00	\$1,175,000.00	\$2,775,000.00	\$17,200,000.00
44	\$17,200,000.00	\$1,075,000.00	\$2,675,000.00	\$15,600,000.00
45	\$15,600,000.00	\$975,000.00	\$2,575,000.00	\$14,000,000.00
46	\$14,000,000.00	\$875,000.00	\$2,475,000.00	\$12,400,000.00
47	\$12,400,000.00	\$775,000.00	\$2,375,000.00	\$10,800,000.00
48	\$10,800,000.00	\$675,000.00	\$2,275,000.00	\$9,200,000.00
49	\$9,200,000.00	\$575,000.00	\$2,175,000.00	\$7,600,000.00
50	\$7,600,000.00	\$475,000.00	\$2,075,000.00	\$6,000,000.00
51	\$6,000,000.00	\$375,000.00	\$1,975,000.00	\$4,400,000.00
52	\$4,400,000.00	\$275,000.00	\$1,875,000.00	\$2,800,000.00
53	\$2,800,000.00	\$175,000.00	\$1,775,000.00	\$1,200,000.00
54	\$1,200,000.00	\$75,000.00	\$1,675,000.00	-\$400,000.00
55	-\$400,000.00	-\$25,000.00	\$1,575,000.00	-\$2,000,000.00
56	-\$2,000,000.00	-\$125,000.00	\$1,475,000.00	-\$3,600,000.00
57	-\$3,600,000.00	-\$225,000.00	\$1,375,000.00	-\$5,200,000.00
58	-\$5,200,000.00	-\$325,000.00	\$1,275,000.00	-\$6,800,000.00
59	-\$6,800,000.00	-\$425,000.00	\$1,175,000.00	-\$8,400,000.00
60	-\$8,400,000.00	-\$525,000.00	\$1,075,000.00	-
				\$10,000,000.00

Anexo VI: Plano eléctrico



Anexo VII: Plano de incendio y evacuación

