



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**IDEA DE NEGOCIO PARA EL DESARROLLO DE UNA  
EMPRESA DE ASESORÍA, GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE  
LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN  
(RCD), EN OBRA EN EL NORDESTE ANTIOQUEÑO CON  
PLANTA EN EL MUNICIPIO DE AMALFI ANTIOQUIA**

**Autora**

**Dorian de Jesús Albanés Parra**

**Universidad de Antioquia**

**Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental**

**Amalfi, Colombia**

**2020**



Idea de negocio para el desarrollo de una empresa de asesoría, gestión y tratamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD), en obra en el nordeste antioqueño con planta en el municipio de Amalfi Antioquia

Dorian de Jesús Albanés Parra

Informe de práctica como requisito para optar al título de:  
Ingeniera Ambiental

Asesores

Yenni Mariana Ramírez Mazo  
Ingeniera Civil - U de A –

Guillermo León Sepúlveda Quintero  
Ingeniero Sanitario - U de A –

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Amalfi, Colombia  
2020



## **Agradecimientos**

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a Dios por darme la oportunidad de existir, por ser el guía e inspirador de mi vida y por haberme permitido terminar mi carrera de ingeniería ambiental.

Gracias a mi familia, padres y hermanos, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años. Y por su comprensión y apoyo, ustedes son el motivo de todo mi esfuerzo.

Debo agradecer de manera sincera a la Universidad de Antioquia, especialmente a la Escuela Ambiental de la Facultad de Ingeniería y a todos los docentes y demás personas que hicieron parte de mi proceso de formación, por su paciencia y entrega. Gracias por demostrarme que el conocimiento nos puede hacer mejores personas.

Así mismo, agradezco a mis asesores, el ingeniero Guillermo León Sepúlveda Quintero y la ingeniera Yenni Mariana Ramírez Mazo, quienes orientaron mi práctica académica. Gracias a su dirección, dedicación y revisión cuidadosa que han realizado de este texto y sus valiosas sugerencias este trabajo es posible.

“Un trabajo de investigación, es siempre fruto de ideas, proyectos y esfuerzos previos que corresponden a otras personas”. Por tal motivo, agradezco a la empresa MP RECICLA SAC-CICLO ubicada en Lima Perú, quienes apoyaron este proyecto de emprendimiento desde el inicio, aportando información relevante para el proceso de realización del prototipo.

De igual manera, gratitud infinita a la empresa Servicon Tu Equipo S.A.S. y al laboratorio Troches ingeniería, de Rionegro Antioquia, quienes colaboraron con la realización del prototipo y los ensayos de laboratorio. Aprendí mucho de ustedes durante este proceso, no solo en el ámbito profesional sino en lo personal. Gracias por su atención y amabilidad.

Por último y no menos importante, gracias a mis compañeros y amigos por su amistad, ánimo y compañía en esta etapa de mi vida. Les agradezco su presencia en las largas horas de estudio, su alegría y su comprensión. Sin su apoyo este sueño no se haría realidad.

A todos muchas gracias.

## **Glosario de siglas**

ANDESCO: Asociación nacional de empresas de servicios públicos y comunicaciones de Colombia.

ANDI: Asociación nacional de industriales.

ANLA: Autoridad nacional de licencias ambientales.

AMVA: Área metropolitana del Valle de Aburra.

ASOGRAVAS: Asociación colombiana de productores de agregados pétreos.

ASTM: American Society of Testing Materials, que significa, Asociación americana de ensayo de materiales.

CAEM: Corporación ambiental empresarial.

CAMACOL: Cámara colombiana de la construcción.

CAR: Corporación autónoma regional.

CCPP: Costo promedio ponderado de capital.

CONCRECAUCA: Concretos del Cauca.

CONESCO: Construcciones con escombros.

CORANTIOQUIA: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.

CUODE: Clasificación según uso o destino económico.

DAFO o FODA: Debilidades, amenazas, fortalezas, oportunidades.

DANE: Departamento administrativo nacional de estadística.

EOT: Esquema de ordenamiento territorial.

FONAES: Fondo nacional de apoyo para las empresas de solidaridad.

IEAC: Indicadores económicos alrededor de la construcción.

ICC: Índice de confianza del consumidor.

ICONTEC: Instituto colombiano de normas técnicas y certificación.

INCP: Instituto nacional de contadores públicos de Colombia.

IPC: Índice de precios al consumidor.

IPP: Índice de precios del productor.



IVA: Impuesto al valor agregado.

LUNSA: Asociación de ladrilleros unidos de Antioquia.

NTC: Norma técnica colombiana.

NSR: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente.

PIB: Producto interno bruto.

PGIRS: Plan de gestión integral de los residuos sólidos.

PRI: Período de recuperación de la inversión.

PROCOLOMBIA: Promoción Colombia (Promoción no financiera de las exportaciones).

PROCOMER: Promotora del Comercio Exterior.

PS: Poliestireno.

PVC: Policloruro de vinilo.

RCD: Residuos de construcción y demolición.

SAC: Sello ambiental colombiano.

SAS: Sociedad por acciones simplificadas.

SINESCO: Sin escombros.

SMLV: Salario mínimo legal vigente

TIR: Tasa interna de retorno.

UME: Unidad militar de emergencias.

UPME: Unidad de planeación minero energética.

VPN: Valor presente neto.

VIS: Vivienda de interés social.



# **IDEA DE NEGOCIO PARA EL DESARROLLO DE UNA EMPRESA DE ASESORÍA, GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD), EN OBRA EN EL NORDESTE ANTIOQUEÑO CON PLANTA EN EL MUNICIPIO DE AMALFI ANTIOQUIA**

## **Resumen**

En este trabajo se realiza un plan de negocios para el diseño de una planta de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición RCD ubicada en el municipio de Amalfi, con el nombre de RCD PREFABRICADOS S.A.S., con la cual se pretende atender a todo el nordeste antioqueño, ofreciendo servicios de asesoría y acompañamiento técnico en la labor de demolición selectiva y separación en la fuente, transporte de los RCD, transformación de los aprovechables y la disposición final de los no aprovechables. Con los residuos reciclados se fabricaran ladrillos de dos tipos, bloque estructural con perforación vertical portante y bloques con color y textura, que serán comercializados en todo el departamento. Para ello, se consultaron las normas vigentes que rigen en Colombia este tipo de actividades, se realizó un análisis del mercado por medio de una encuesta a 200 clientes potenciales en el departamento de Antioquia y se fabricaron un total de 18 bloques de concreto con tres porcentajes de agregados reciclados derivados de los RCD, las proporciones utilizadas fueron 25%, 50% y 70%.

Los bloques fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión, densidad y absorción de agua, con cuyos resultados se concluyó que los bloques que más se ajustan a lo establecido en la norma técnica colombiana NTC 4026, que establece los requisitos para unidades de mampostería, son aquellos en los que se empleó 25% de agregados reciclados, y se obtuvo una resistencia a la compresión de 10,5MPa, una densidad de 2713 kg/m<sup>3</sup> y una absorción de agua de 9%. Con lo cual se efectuó el diseño de la estructura básica del producto y el servicio. Así mismo, se identificó el sitio más adecuado para la construcción de la planta según el EOT del municipio de Amalfi, en un predio que cuenta con un área de 2500m<sup>2</sup> en la vereda La Víbora, situado a un lado de la vía que conduce hacia la ciudad de Medellín y demás municipios del nordeste antioqueño, y el cual se encuentra a 2,97 km del área urbana y a 0,76 km de la mina La Muñoz dedicada a actividades de extracción y clasificación de materiales pétreos y que es un posible proveedor de insumos para el proceso de fabricación.

## **Introducción**

El municipio de Amalfi está ubicado en el nordeste del departamento de Antioquia, con una superficie de 1.21 km<sup>2</sup>, una población aproximada de 22.414 habitantes (como se cita en IPC, 2017) y 8.629 unidades de vivienda (DANE, 2018), por lo que se calcula una gran producción de residuos sólidos, que en su mayoría son recogidos y manejados por la empresa Amalfi S.A., quien durante el año transporta un promedio de 7.941 toneladas (Contraloría General de Antioquia, 2016), entre ordinarios y orgánicos hacia el relleno sanitario La Española, ubicado en la vereda que lleva el mismo nombre.

En enero de 2002, el señor William Castrillón quien en el momento era alcalde del municipio, mediante el acto administrativo N° 01 00263 hizo la solicitud ante Corantioquia de una licencia ambiental para el proyecto ESCOMBRERA MUNICIPAL en un predio ubicado en la carrera 30 del municipio de Amalfi. Sin embargo, el 31 de agosto del mismo año, por medio de la Resolución ZF 461 se adoptó la decisión de no otorgar la licencia, debido a que el predio queda ubicado en el sector La Cuelga, donde años atrás se realizó

actividad minera por apiques o cúbcos que posteriormente fueron inundados con aguas lluvias. En este lugar se encuentra el parque ecológico La Cuelga, por tanto, según la recomendación de Corantioquia solo se puede utilizar para disponer materiales producto de las demoliciones como ladrillos y concretos, con el fin de hacer recuperación paisajística (Alcaldía de Amalfi, 2002).

En la actualidad, el municipio de Amalfi no cuenta con un sitio de disposición y aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, y no existe una empresa designada por la administración municipal que preste el servicio. Además, no se tienen identificados los generadores estratégicos de los RCD, debido a la baja vigilancia y control por parte de las autoridades competentes, por lo que es muy frecuente que existan construcciones informales, sin ningún trámite ante la Secretaria de Planeación, o sin ninguna licencia de construcción, que realizan la disposición de los RCD de una manera inapropiada en vías y áreas públicas (Alcaldía de Amalfi y Aser Servicios E.S.P. S.A., 2017).

Por otro lado, la problemática de los residuos no solo se presenta en el municipio, si no que escala a todo el país. En Colombia, igual que a nivel mundial, la alta actividad constructora implica la generación de grandes volúmenes de residuos de construcción y demolición, RCD. En marzo de 2017, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, informó que los residuos RCD equivalen al 40 % de todos los residuos generados en el país; y que, de estudios de ese Ministerio se pudo inferir que, ya en el 2011 se generaban 22'270.338 toneladas de residuos RCD. Las obras civiles tanto públicas como privadas y las de origen domiciliario, son los tres grandes generadores de RCD en el país; se estima que actualmente, tan solo menos del 20% se dispone de manera adecuada, (ANDI, 2018). Esta situación ha fomentado que se promulguen leyes de ambiente sano con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente, como la ley 99 de 1993 que crea el Ministerio de Ambiente y la ley 142 de 1994 por la cual se establece el régimen de servicios públicos domiciliarios. Así mismo, la Resolución 0472 de 2017, por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición (RCD).

También, se crearon en el país empresas que hoy son reconocidas por su liderazgo en la gestión integral de los RCD, como las empresas Conesco (Conesco, 2019) y Sinesco, que se han caracterizado por promover la sostenibilidad y la cultura de la economía circular en el sector construcción (Sinesco, 2019). Igualmente, en el departamento de Antioquia hasta la fecha, hay nueve gestores de RCD inscritos en Corantioquia, cuatro de estos ejecutan actividades de aprovechamiento (CORANTIOQUIA, 2019), y tan solo uno pertenece a la región nordeste. Esta situación evidencia el insuficiente manejo que se le viene dando a estos residuos en el departamento.

En concordancia con lo anterior, es necesario recurrir a las buenas prácticas de gestión, manipulación y tratamiento de los residuos RCD que contribuyan a la generación de actividades, procesos y operaciones, en lo que respecta a la recuperación y aprovechamiento de diferentes materiales y productos a partir de los residuos, obteniendo ventajas tanto ambientales como económicas y sociales, (ANDI, 2018). Por ello, este trabajo contiene un plan de negocios para el diseño de una planta de RCD ubicada en el municipio de Amalfi con el nombre RCD PREFABRICADOS S.A.S., dedicada a la asesoría, gestión y transformación de los residuos de construcción y demolición (RCD), en obra, en el nordeste antioqueño para la fabricación de ladrillos, con la cual se espera procesar 6,8 toneladas de material granular reciclado para la fabricación de 6.400 bloques diarios, hasta alcanzar a ocupar el 2,25% del mercado de bloques de concreto en Antioquia. Aunque se debe aclarar que, no hay información suficiente y actualizada sobre la cantidad de bloques de concreto y de RCD generados en Antioquia.

Por otra parte, se consultó la reglamentación colombiana para empresas que desarrollan este tipo de actividades, haciendo un análisis del mercado mediante una encuesta a 200 clientes potenciales en el departamento de Antioquia y una matriz DAFO para el diseño de las estrategias de comercialización y distribución del producto. Igualmente, se realizó una investigación sobre la cantidad óptima de residuos a utilizar en la mezcla de concreto para la fabricación de los bloques, con proporciones de 25%, 50% y 70%, sometiendo los bloques a ensayos de resistencia a la compresión, densidad y absorción de agua. Con lo cual se efectuó el diseño de la estructura básica del producto y el servicio. Así mismo, con la ayuda del EOT, el PGIRS y algunos funcionarios de la administración municipal de Amalfi, se identificó el sitio más adecuado para la construcción de la planta.

Se debe agregar que, este proyecto tiene un significado muy importante en el campo de la ingeniería ambiental, puesto que en Colombia, el sector de la construcción es uno de los más dinámicos e impulsores de la economía nacional y al mismo tiempo es uno de los que genera más cantidad de residuos. El concreto reciclado o concreto con residuos de construcción y demolición, se caracteriza básicamente por contar con agregados de concreto reciclado, el cual se mezcla con cemento, agregado natural (grava y arena), agua y aditivos para obtener un concreto de características físicas y mecánicas similares a las del concreto tradicional. Lo que hace que la aplicación de este tipo de tecnologías dentro de la construcción disminuya la cantidad de residuos, costos y materiales dentro del proceso de construcción.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

Desarrollar un plan de negocios para una empresa dedicada a la asesoría, gestión y transformación de los residuos de construcción y demolición (RCD), en obra en el nordeste antioqueño con una planta ubicada en el municipio de Amalfi Antioquia para la producción de ladrillos.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar los diferentes requisitos legales, ambientales y económicos para la operación de la empresa.
- Realizar un análisis del mercado a fin de identificar las dinámicas de oferta y demanda.
- Diseñar la estructura básica del servicio de asesoría y gestión de los RCD, el sistema de producción de los ladrillos y los recursos para el funcionamiento de la empresa.



## Estudio de mercados

### – Análisis del entorno

#### ➤ Descripción básica de la actividad de la empresa

La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., es una empresa perteneciente al sector construcción, que se dedica a la asesoría, gestión y tratamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en obra en el nordeste antioqueño, con una planta en el municipio de Amalfi. Esta empresa cuenta con 17 empleados y se dedica a la fabricación de bloques de concreto, teniendo como valor agregado el uso de RCD, dentro de sus materias primas, permitiéndole ser una empresa socialmente responsable con el medio ambiente y la sociedad en general, promoviendo la economía circular en el sector construcción.

La idea de negocio surge de la necesidad de atender la problemática del inadecuado manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición en el municipio de Amalfi y nordeste antioqueño. Y tras la detección de un conjunto de necesidades de mercado como son la disminución de costos, tiempos y materiales en los procesos de construcción.

El servicio prestado por la empresa comienza con la asesoría y acompañamiento técnico, en el momento de la demolición, para que esta se haga de forma selectiva, donde se separan cada uno de los residuos dependiendo de sus características físico-químicas en contenedores, para impedir la contaminación por mezcla de materiales.

Posteriormente los residuos son transportados a la planta de aprovechamiento donde se clasifican según su origen y tipología, se trituran y se transforman en bloques de dos calidades:

- Bloque estructural con perforación vertical para muros portantes con un nivel de terminación superficial uniforme y constante, lo que permite aplicar una capa de revoque fino. Con un diseño que aporta aislamiento térmico y acústico, gracias a las perforaciones que estos poseen, (Concretos Supermix, 2019). Además de que estas mismas perforaciones sirven para insertar el cableado eléctrico y la tubería sanitaria. Se pueden utilizar en paredes estructurales y no estructurales, muros de retención, vigas, columnas y cimientos, (Productos de Concreto S.A., 2018).
- Bloques estructurales con color y textura, con los que se elimina el uso de revoques gruesos para uniformizar las superficies terminadas, e incluso admiten dejarlos a la vista sin ningún tipo de revestimiento, (Concretodo, s.f.) como son revoques, estuco y pintura. Lo que trae beneficios para el cliente, ya que le aportaría un detalle estético a la estructura, ideal para exteriores e interiores.

La Figura 1 corresponde a la ficha técnica de los bloques de concreto y RCD, que serán comercializados por la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S. En ella se presentan una diversidad de dimensiones, colores y texturas. Al igual que las características físicas y mecánicas del producto para que el cliente tenga claridad y confianza en el producto que está adquiriendo. También se exponen una serie de recomendaciones para evitar accidentes y daños en las unidades de mampostería.

# RCD PREFABRICADOS S.A.S

Una solución para los residuos de la construcción



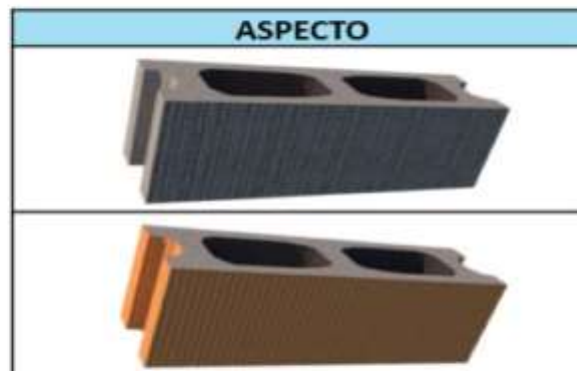
## Ladrillo Bloque de Concreto y RCD con perforación vertical

DIMENSIONES	
Espesor (e), Altura (a), Longitud (l), (mm)	
100 * 200 * 400	
120 * 200 * 400	
150 * 200 * 400	
200 * 200 * 400	

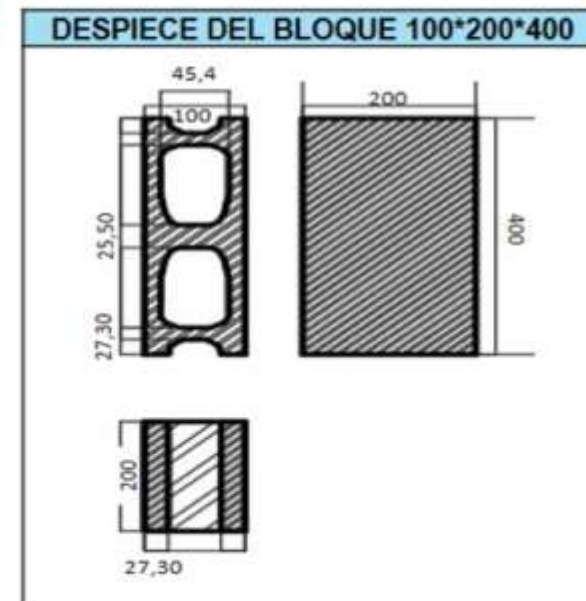
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Rendimiento m <sup>2</sup>	12,5 und/m <sup>2</sup>
Densidad	2713 kg/m <sup>3</sup>

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
	Módulo de rotura (Mr), a los 28d (MPa) mínimo	Absorción de agua % máximo	Longitud de la huella máx. (mm)
Comercial	10.5	9	N/A
NTC 4076	8-11	9	

CLASIFICACIÓN Y MATERIALES	
Según la unidad	N/A
Según sus aristas	N/A
Según los separadores	N/A
Según su peso	Normal
Según el control de humedad	Tipo II
Cemento Portland	NTC 121- NTC 321
Agregados de peso normal	NTC 174
Agua de mezcla	NTC 3459



NORMATIVA
NTC 4026
NTC 4076
NTC 4024
ASTM C 90 ASTM C129 - ASTM C140



COLORES	
Rojo	
Verde	
Naranja	
Gris	
Gris oscuro	
Ocre	
Tierra	
Blanco	
Oliva	
Azúl	

TEXTURAS
Lisa
Split
Acanalado

ACABADOS Y APARIENCIA
-Los bloques son fabricados con mezclas compuestas por agregados pétreos y residuos de construcción y demolición (RCD), los cuales pueden hacer que hallan cambios en el tono, pero después de la instalación estos dejan de ser perceptibles.
-Los bloques tienen una apariencia estética que destaca las construcciones donde son empleados, con dos perforaciones verticales y un acabado uniforme y una variedad de colores, para evitar el uso de revestimientos y pintura.

TRANSPORTE / ALMACENAMIENTO
-Los bloques no deben quedar acopiados directamente sobre el piso. Esto puede generar contaminación de las piezas por capilaridad. Debe cubrirse con plástico para evitar el humedecimiento. La altura de los acopios no debe superar los 1,50 m.
-La manipulación del producto debe hacerse con precaución para evitar romper las piezas. Los vehículos deben tener un acceso acondicionado para carga pesada y dentro de las instalaciones, los bloques deben transportarse con los equipos adecuados.

RECOMENDACIONES
- El mortero preparado en la obra debe tener una resistencia superior a 13MPa, por tanto se le deben hacer pruebas.
- En el proceso de pega, se debe evitar manchar la superficie de los bloques, en caso de que esto ocurra, limpie con una esponja húmeda.
- Defina las juntas y dilataciones.
- Como sistema estructural y constructivo se pueden proyectar desde viviendas de bajo costo de interés social, hasta edificios en altura, pasando por usos industriales, comerciales, hoteleros, hospitalarios, educativos, etc.

Figura 1. Ficha técnica, bloques de concreto y RCD con perforación vertical

Fuente: autor

### ➤ **Análisis del mercado consumidor.**

Para hacer un análisis del mercado consumidor de bloques de concreto, se debe tener en cuenta que el consumo de materiales de construcción está relacionado de forma directa con la actividad constructora, principalmente con el licenciamiento de obras civiles, es decir, la construcción de viviendas, edificios y proyectos de inversión pública y privada estos a su vez con el ciclo económico. Y además, que el sector construcción exhibe una dinámica propia como resultado de los retardos en la construcción, que en algunos casos se presenta debido a la demora en la entrega de los materiales de construcción, siendo los ladrillos y prefabricados de concreto los más importantes, (Salmón, 2012).

Igualmente, los indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC) (DANE, 2019), en el segundo trimestre de 2019 (abril-junio), revelaron que el producto interno bruto (PIB) a precios constantes aumentó 3,0% con relación al mismo trimestre de 2018. Al analizar el resultado del valor agregado por grandes ramas de actividad, se observa un crecimiento de 0,6% del valor agregado del sector construcción. Este resultado se explica principalmente por la variación anual positiva en el valor agregado de las obras civiles 13,9%.

De igual forma, de acuerdo con CAMACOL (2019), el PIB de la construcción de edificaciones se ubicó en -5,6% en el segundo trimestre del 2019, lo cual evidenció una expansión de la actividad en 3,1% respecto al primer trimestre del 2019. Este resultado muestra que hay un menor volumen de la actividad constructiva y un menor ritmo en la ejecución de los proyectos, en otras palabras, que el sector ha entrado en una fase expansiva y se está a la espera de señales de recuperación. No obstante, hay un mejor dinamismo por parte de los segmentos de actividad no residencial y vivienda no social.

Sin embargo, durante el tercer trimestre de 2019, de acuerdo con el DANE, la economía colombiana creció 3,3%, representando el crecimiento en serie original más alto de los últimos 15 trimestres en los cuales se ha hecho producción del producto interno bruto del país. Por su parte, el sector construcción registró un comportamiento negativo de 2,6%, siendo el único que cayó entre las actividades económicas estudiadas. Según el DANE, este comportamiento se explica por que la construcción de edificaciones residenciales y no residenciales decrece 11,1%, así como las actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil que disminuyen en un 3,2%, (ANDESCO, 2019).

Así mismo, en junio de 2019, se licenciaron 1'730.293m<sup>2</sup> lo que significó un crecimiento de 2,5% del área total aprobada con respecto a junio de 2018. No obstante, el área aprobada para vivienda presentó un decrecimiento de 0,3% respecto a junio 2018, al pasar de 1'314.402m<sup>2</sup> a 1'310.965m<sup>2</sup> registrados en junio de 2019. Este resultado obedece al decrecimiento del 15,7% en el área aprobada para vivienda diferente de interés social. Por otra parte, el área aprobada para la vivienda de interés social aumentó 102,4%, (DANE, 2019).

Con relación a la producción de materiales, luego de un estudio contratado por Anfalit a la firma Camargo y Asociados Ingenieros Constructores, se encontró que en Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo, es decir 4'523.367 al año, lo que estima unas ventas totales de la industria ladrillera en \$31.643 millones mensuales. Demostrando así, que Colombia tiene una amplia capacidad instalada para producir ladrillo de muy alta calidad. Sin embargo, el estudio revela que el país cuenta con un total de 1.924 unidades productivas, de las cuales sólo el 88%, es decir 1.694 se encuentran en operación; 2% están liquidadas y 10.2% están cerradas temporalmente, lo cual indica que es vital realizar acciones, de diversa índole, que permitan dinamizar la industria y jalonar nuevos negocios, (Construdata, 2012).

Igualmente, la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM, 2013), realizó un inventario nacional sobre la industria y encontró que actualmente en el país existen 1.343 ladrilleras en 14 departamentos, las cuales producen 835.280 toneladas de ladrillos al mes. Revelando que un 77% de estas ladrilleras aún utilizan tecnologías artesanales en la producción, es decir usan tecnologías obsoletas y poco eficientes en el uso de combustibles, y solo aportan un 37% de la producción nacional.

De igual modo, el presidente de Camacol Nacional, afirma que la capacidad instalada de los productores no responde a los niveles de la demanda, los problemas de suministro vienen de tiempo atrás. Los pedidos se tienen que hacer con seis o siete meses de anticipación, y como se pagan en el momento de realizar la compra, se incurre en un costo financiero adicional, que el constructor traslada al precio final del inmueble. Los volúmenes solicitados son enviados fragmentariamente, lo que hace que las obras se demoren más de lo previsto con el consiguiente sobrecosto para el proyecto, (Diario El tiempo, 1993).

Sin embargo, a pesar de que Colombia es un país que ofrece una gran cantidad de insumos para el mercado de la construcción, la menor competitividad en sectores específicos ha provocado que se siga recurriendo y aumente la demanda de productos extranjeros, fundamentalmente aquellos con mayor valor agregado. La producción local de materiales de construcción es fundamentalmente de arcilla, productos pétreos y otros insumos naturales, metálicos, ferrosos y no ferrosos para la industria de la construcción de obra nueva y la remodelación, que incluye azulejos, piedra para pisos y paredes y bloques de cemento, (PROCOMER, 2017).

Mientras que la producción local abastece el mercado de menor componente tecnológico y de diseño, las importaciones se centran en los materiales de mayor valor agregado. Los subsectores dentro de la industria de la construcción que demandan materiales de construcción de importación en Colombia son vivienda, centros comerciales, oficinas, hoteles, restauración, hospitales, prisiones y dotaciones educativas. Este mercado ofrece oportunidades potenciales para empresas extranjeras que suministren materiales de acabados y decoración con alto valor en calidad y diseño a un precio competitivo (grifería, carpintería, mampostería, alicatado, piedra natural, entre otros), (PROCOMER, 2017).

Lo anterior demuestra que aún existe una brecha enorme entre la demanda y la oferta de materiales para la construcción, de los cuales el 52% se destina a la construcción de vivienda en Colombia, (Ríos, Olaya y Rivera, 2017), siendo la mampostería confinada el sistema constructivo más implementado con una participación en 2014 de 54%, seguido por los sistemas industrializados y la mampostería estructural con 35,9% y 9,5%, respectivamente. Empero, los sistemas industrializados han ido ganando más peso al pasar de 9,3% en 2004 a 35,9% en 2014, al tiempo que ha disminuido la aplicación de la mampostería estructural, (Ríos, Olaya y Rivera, 2017).

A nivel internacional, la industria de la construcción de Colombia es la tercera más grande en América Latina (US\$ 35 mil millones en 2014) después de Brasil y México. En los últimos 5 años, el sector de la construcción ha crecido en promedio cerca del 8%, consolidándose como uno de los principales sectores que más impulsan el crecimiento del país. En 2015, las exportaciones de materiales de construcción sumaron US\$ 475 millones. Más del 70% de estas exportaciones se concentraron en 5 países: Estados Unidos, Panamá, Venezuela, Perú y Ecuador, con un crecimiento del 32% en Estados Unidos. Por tanto, según Business Monitor, entre 2015 y 2020 el valor de la industria de la construcción casi se duplicará a US\$ 52 mil millones con un crecimiento compuesto anual de 12%, tal como se observa en la Figura 2, (PROCOLOMBIA, 2016).

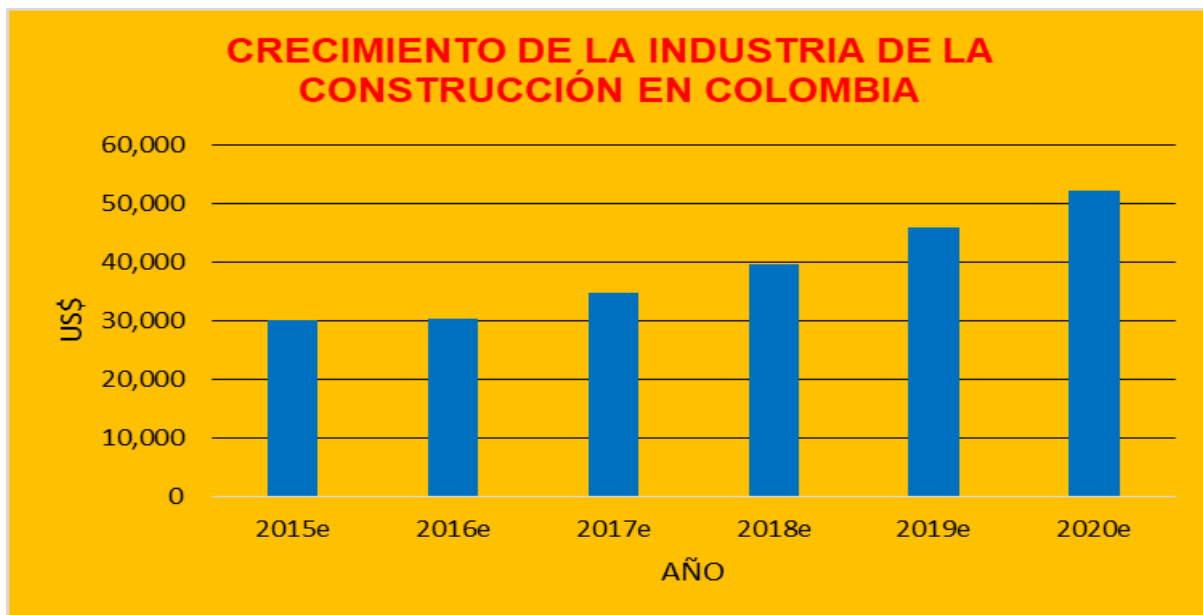


Figura 2. Crecimiento estimado de la industria de la construcción en Colombia en USD millones  
Fuente: Business Monitor

Para el caso concreto de los ladrillos a nivel mundial, las exportaciones en el año 2016 reportaron un total de 225.690 toneladas con un valor de 130.358 millones de dólares. Colombia ocupó el puesto 60 de los países exportadores, con 78 toneladas, es decir, obtuvo ventas por 45 millones de dólares, principalmente a Estados Unidos y Panamá, (Jiménez, 2017). Y en las importaciones se registró un total de 346.204 toneladas durante el año 2016, de las cuales Colombia ocupó el puesto 35 de los países importadores, con un total de 830 toneladas, es decir 812 millones de dólares, representando el 0,7% de las importaciones a nivel mundial, (Trade Map, 2016).

#### ➤ Mercado objetivo y perfil del cliente

Los bloques de concreto y la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), están enfocados a los mercados de la construcción, es decir empresas de construcción, entidades públicas a cargo de construcciones, distribuidoras y comercializadoras de materiales mayoristas y minoristas (depósitos y ferreterías), ingenieros civiles, arquitectos, maestros de obra y a propietarios de vivienda (constructores individuales), como se describe en la Figura 3, (ver ANEXO 1).

El cliente consumidor de bloques de concreto y RCD, se categoriza como 'consumidor industrial'. En esta categoría se clasifican todos aquellos compradores que son demandantes de productos con el fin de integrarlos a su propio proceso de producción. Teniendo en cuenta que su demanda es derivada, es decir, el objetivo de la misma no es la satisfacción de una necesidad personal sino de la satisfacción de la demanda de bienes y servicios que son el propósito de su función de producción (Pacheco y Sereviche, 2015).



Figura 3. Categorías del cliente del sector construcción  
Fuente: Encuestas población nordeste de Antioquia.

Los clientes para la asesoría y acompañamiento técnico en la labor de demolición y transporte de residuos de construcción y demolición, se ubican en el nordeste de Antioquia. Subregión conformada por 10 municipios (Segovia, Remedios, Vegachí, Amalfi, Yolombo, Yalí, San Roque, Santo Domingo, Cisneros y Anorí), que acogen a 189.781 habitantes. Esta cifra equivale al 2.8% de la población de Antioquia para 2017, (IPC, 2018). Sin embargo, los bloques de concreto y RCD, se comercializarán en todo el departamento de Antioquia. En la Figura 4, se encuentran los municipios de residencia de las personas a las que se les realizó la encuesta.

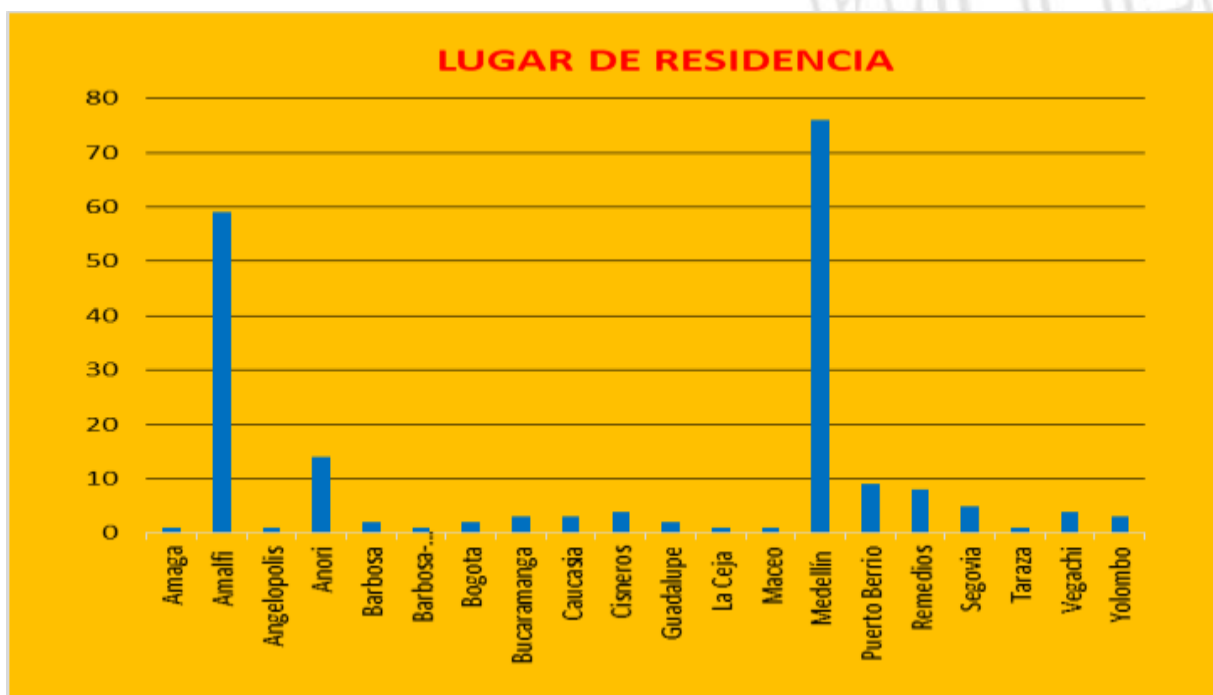


Figura 4. Lugar de residencia de los clientes  
Fuente: Encuesta a la población nordeste de Antioquia.

Las características de los clientes para el mercado de bloques de concreto, están compuestas por:

- Propietarios de vivienda, (auto constructor): Son los clientes que consumen el producto en menor medida, porque consideran que tiene un alto costo, por lo que prefieren los ladrillos de arcilla. Este tipo de materiales al no ser artículos de primera necesidad, su adquisición guarda relación directa con la situación financiera de las familias y las necesidades de mejoramiento o construcción de la vivienda.
- Distribuidoras y comercializadoras de material mayoristas y minoristas (ferreterías o depósitos de materiales): corresponden a personas vinculadas a servicios de transporte y con capacidad de búsqueda de clientes, así como competencias para organizar la distribución de los productos y la negociación con los productores. Ellos consideran a los propietarios de vivienda y maestros de obra como sus clientes más importantes y que para satisfacer este segmento del mercado deben tener bajos precios y alta calidad en sus productos, por ello realizan compras a varios productores para que sus clientes tengan diferentes opciones. Sin embargo, los bloques de concreto estructural H15 y H20 son vendidos por encargo, debido a la baja venta de los mismos, que es derivada de su precio, que llega a ser de \$3.500 y \$4.500 la unidad al detal respectivamente en la reventa.
- Arquitectos, ingenieros, empresas constructoras y maestros de obra: Este segmento comprende a los profesionales de la construcción, son quienes consumen más unidades de ladrillos y bloques de concreto y quienes conocen de calidad y funcionalidad de los productos, por eso consideran que los bloques de concreto son la primera elección a la hora de hacer viviendas de interés social y urbanizaciones. Generalmente, trabajan para empresas del sector construcción en obras públicas y privadas. Reconocen la importancia de la disminución de costos, tiempos y materiales en los proyectos. Para este cliente los diseños y colores en los bloques son muy apreciados, porque le dan un toque diferencial y estético a sus estructuras. Se debe resaltar que, adquirir material de licitaciones con empresas que estén desarrollando grandes proyectos de vivienda son un mercado potencial, pero requiere unos precios altamente competitivos (Grupo Morbeck. Sebrae Brasil, 2016).

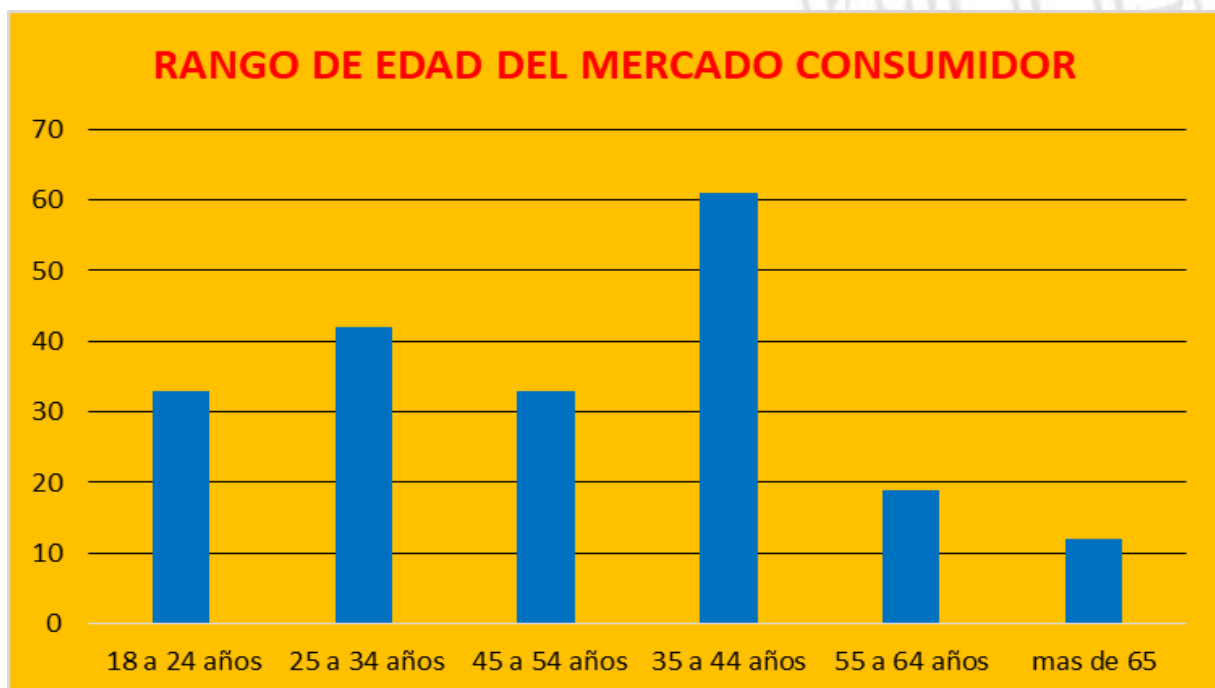


Figura 5. Rango de edad del cliente consumidor  
Fuente: Encuesta a la población nordeste de Antioquia.

De otro lado, en la Figura 5 se evidencia que el rango de edad donde es mayor el consumo de materiales de construcción es de 35 a 44 años, debido a que las personas se encuentran en su etapa más productiva, y por consiguiente tienen más experiencia en el mercado, igualmente se evidencia que hay una incursión en el mercado de productos de construcción, en unas edades tempranas donde los jóvenes están entrando al mercado laboral.

En la Figura 6 se muestra que, los materiales de construcción como son, ladrillos y bloques de concreto se consumen en un promedio mensual de 5.000 a 10.000 principalmente. Siendo muy utilizado el ladrillo de arcilla por su bajo costo, aunque el 91% de los entrevistados, ingenieros, arquitectos y maestros de obra recomiendan el bloque de concreto por su resistencia físico-mecánica, resistencia a la humedad y su importancia en la etapa de cimentación, que al menos debería ser de tres hiladas como mínimo para darle resistencia a la edificación.

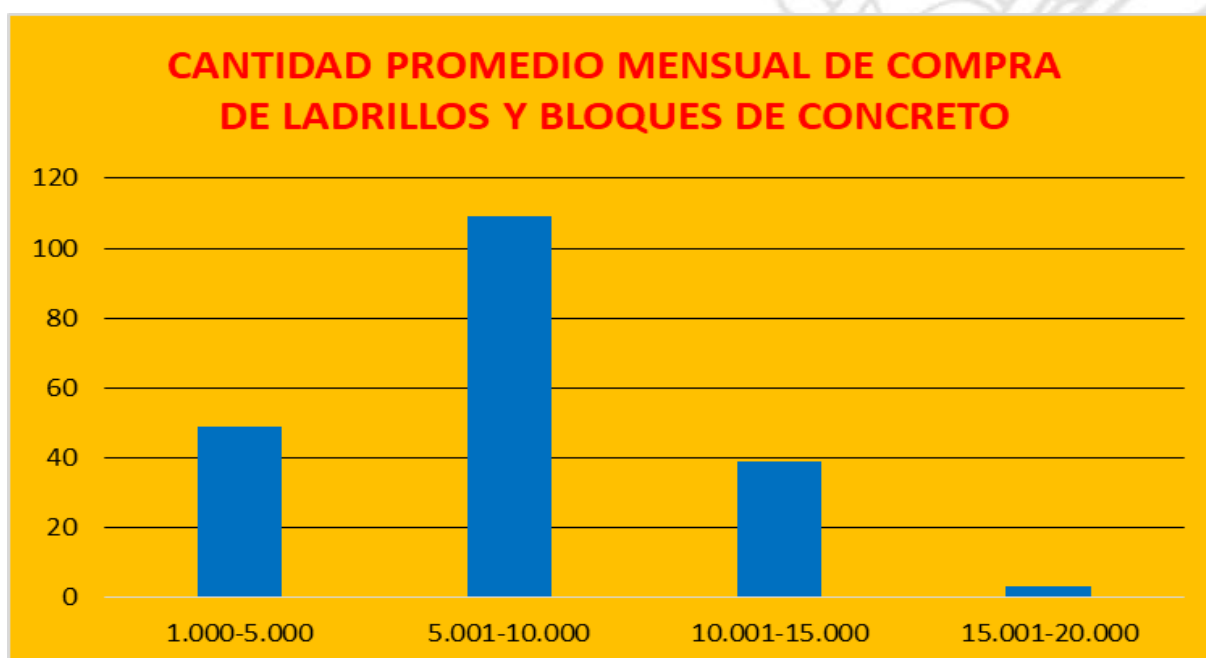


Figura 6. Cantidad promedio mensual de compra de ladrillos y bloques de concreto  
Fuente: Encuesta a la población nordeste de Antioquia.

A la hora de comprar insumos para la construcción los clientes tienen en cuenta varios aspectos, el más relevante es la disminución de costos, tiempos y materiales por lo que los clientes se inclinan por el producto que les pueda satisfacer esta necesidad, esto sucede principalmente con las empresas constructoras, ingenieros, arquitectos y maestros de obra, como indica la Figura 7. Y se debe a que la mayoría de los clientes basan sus proyectos en un presupuesto y es allí donde comienza a competir el precio con la calidad de los productos. Cuando se están realizando obras públicas generalmente se presentan una serie de inconvenientes que si no son previstos desde la formulación del proyecto pueden acarrear un sobre costo y esto repercute en la calidad del material usado.

En cuanto al conocimiento de la reglamentación y manejo de los residuos de construcción y demolición, de acuerdo a la Figura 8, se encuentra que el 47% de los encuestados dice no tener conocimiento al respecto. Normalmente, la disposición de estos elementos la dejan en manos de los transportadores, quienes los llevan a las zonas



periféricas de los municipios. Mientras que el 53% manifiesta tener conocimiento del tema y realiza contratos con empresas por fuera de los municipios para su adecuada disposición. Y en el caso del municipio de Vegachi, se cuenta con una empresa gestora de RCD.

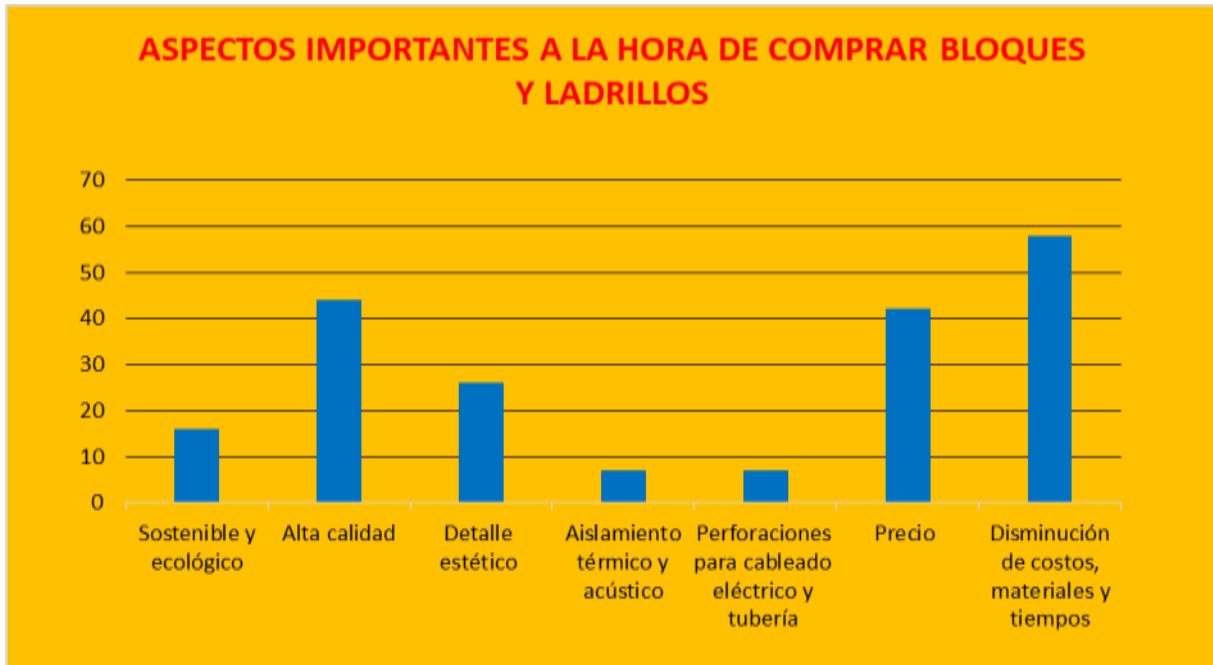


Figura 7. Aspectos importantes a la hora de comprar bloques y ladrillos  
Fuente: Encuesta a la población nordeste de Antioquia.



Figura 8. Nivel de conocimiento sobre el manejo de los RCD y la resolución que los reglamenta  
Fuente: Encuesta a la población nordeste de Antioquia.

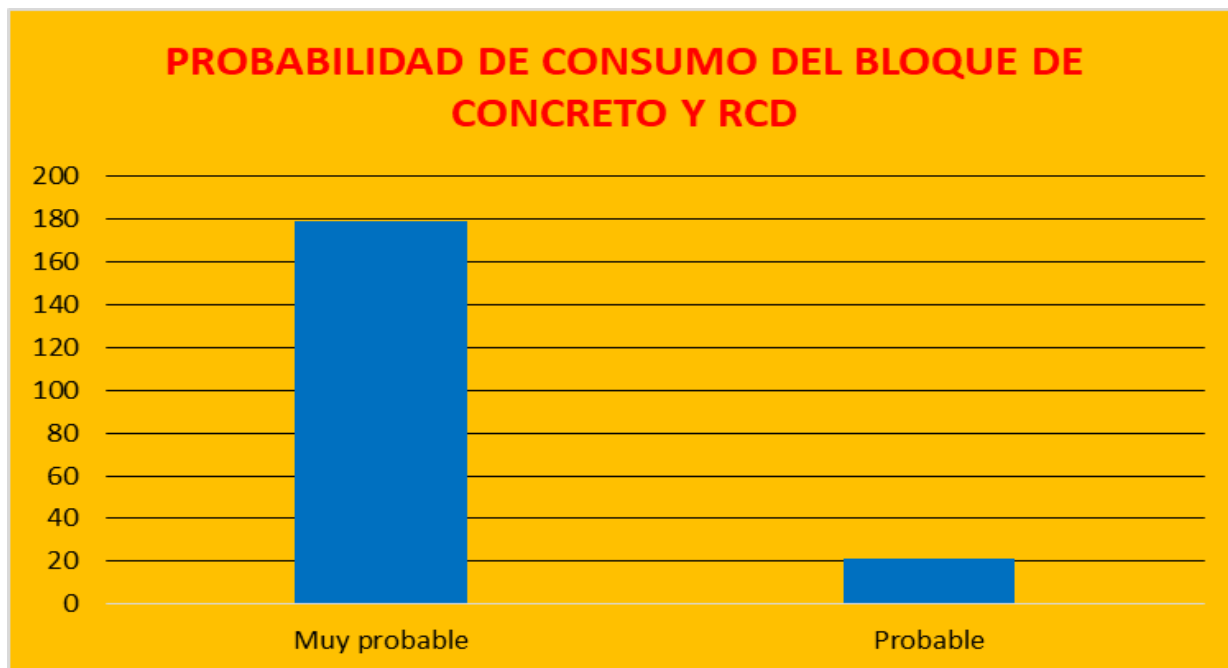


Figura 9. Probabilidad de consumo del bloque de concreto y RCD  
Fuente: Encuesta a la población nordeste de Antioquia.

Por otro lado, el 100% de los encuestados expresan estar dispuestos a aceptar la recolección de sus RCD sin costo y a permitir la asesoría y acompañamiento técnico en el proceso de demolición. Igualmente, consideran que de encontrarse el producto bloque de concreto y RCD en el mercado, cumpliendo con las especificaciones de calidad que requieren, es muy probable que lo compren, especialmente si compite con precio con los que ya están en el mercado, como se evidencia en la (Figura 9).

#### ➤ Comportamiento histórico de la demanda y tendencias de la demanda

El uso de elementos prefabricados para vivienda se asocia a unidades unifamiliares o a pequeños edificios, de no más de cuatro pisos. A lo largo de la historia se observa que la falta de información acertada sobre la calidad de los prefabricados, ha creado en algunas personas la creencia de que un elemento prefabricado es de baja calidad o con un diseño mal concebido, (Grupo de Investigación Decor, 2015), inclusive que puede calificarse como para uso en una construcción provisional, (Pérez, 2013), lo cual dista de la realidad por cuanto la producción y uso de elementos prefabricados en construcción exige calidad, perfeccionamiento y seguridad, (Grupo de Investigación Decor, 2015).

La primera vez que se conoció de los prefabricados en Colombia, fue en la prensa de 1962 cuando se anunciaba que el presidente de la república Alberto Lleras Camargo hacía entrega de las primeras aulas escolares terminadas con los programas de la Alianza para el Progreso, dentro de estas, había una escuela construida por el método de prefabricados, por la firma Prefabricados Ltda. Fue entonces cuando empezaron a surgir incentivos para estimular la construcción con sistemas prefabricados eliminando el impuesto a las ventas en productos como cemento, concreto, ladrillo, tejas de barro y asbesto-cemento, (Betancur, 2019).

Hacia los años 90 la construcción en Colombia estaba centrada en la cultura del ladrillo desconociendo alternativas de uso del prefabricado, (Diario el Tiempo, 1990). En esa misma década, específicamente en 1993, la Fundación Servicio de Vivienda Popular (Servivienda)

lanza un programa para solución habitacional, ofreciendo viviendas prefabricadas de bajo costo y a crédito, con tecnología de prefabricación liviana en muros y con techo de fibrocemento. Servivienda entregó un promedio de 16 casas por día, aproximadamente 4.000 unidades al año, (Diario El Tiempo, 1993).

Tres años después, en 1996 Francia y Alemania se posicionaban como los países con mayores avances en edificaciones a base de elementos prefabricados, estas tecnologías que se fueron extendiendo por Europa y por los países en vía de desarrollo. Alentados por esta noticia, la organización de ayuda comunitaria de Pastoral Social en Barranquilla, inició entonces una iniciativa de plan de vivienda prefabricada en donde se empleaba una moldeadora universal para ajustar las formas del concreto al gusto de los diseñadores. El rendimiento de estas máquinas permitía realizar hasta 120 metros cuadrados de prefabricados de concreto en una hora, construir una superficie de 80m<sup>2</sup> en una jornada y levantar edificios de hasta 12 pisos en cuestión de semanas, (Diario El Tiempo, 1996). Esto generó buena reputación en las técnicas de prefabricados para unidades multifamiliares.

Sin embargo, en el año 1999 la caída de la actividad edificadora fue de 42% anual y la crisis hipotecaria de la época llevó a una caída anual del PIB de 4,2%, casi sin precedentes en la historia económica colombiana, (Diario La República, 2018). Los deudores de vivienda comenzaron a devolver sus inmuebles a los bancos. Los morosos aumentaron al tiempo que las tasas de interés, lo que impedía que se llevaran a cabo los pagos. La demanda se contrajo, la gente no tuvo dinero para comprar, generándose un efecto dominó. Con la baja de recursos para inversión, bajó la demanda y así el desenlace final que propició el cierre de empresas, incrementó en el desempleo y la caída de la producción nacional, (Diario El Tiempo, 2003).

Años después, en Octubre de 2002, CONCRECAUCA, filial de Cementos del Valle lanzó al mercado una línea de prefabricados de concreto para la construcción de vivienda e infraestructura partiendo de una inversión inicial de alrededor de un millón de dólares en equipos traídos de Alemania y un millón adicional para el montaje de esta planta en la antigua vía Cali-Puerto tejada. En este caso, la oferta pretendía cubrir la demanda de productos prefabricados para Cali, el norte y sur de Cauca, Nariño y el Eje Cafetero. Los elementos que se ofrecían consistían en bloques huecos, ladrillos, adoquines, bovedillas para entrepiso, bordillos y tejas de concreto (Diario El Tiempo, 2002).

En el 2009, los indicadores económicos reportaron que las construcciones prefabricadas crecieron 167% en 5 años por la rapidez con que pueden ser edificadas (entre 60 y 70% más rápido, dependiendo de la complejidad de la construcción), la economía en los costos (alrededor de 20% menos que una casa tradicional) y la versatilidad para el uso de éstas en regiones rurales. Se observó además, la forma como los elementos prefabricados estaban siendo utilizados en todo tipo de estrato económico, es decir, ya no solamente para las viviendas de interés social, (Bustamante, 2012). Un claro ejemplo, es que en Cali el conjunto habitacional Sayab fue construido con prefabricados en un área total de 42.200 m<sup>2</sup> con un diseño vanguardista con iluminación y ventilación natural, considerando tendencias de construcción limpia (Diario El Tiempo, 2009).

Luego de una significativa recuperación de la actividad edificadora durante la primera década del siglo XXI, se observó de nuevo una caída de la actividad edificadora en los años 2009 y 2010. Lo que hizo que el gobierno colombiano bajo la administración de Juan Manuel Santos, buscara la reactivación de la actividad edificadora y colocara a la construcción de vivienda como una de las locomotoras de su primer Plan de Desarrollo, (Restrepo, 2016). De acuerdo con el DANE, la actividad edificadora consiguió tasas de

crecimiento anuales promedio hasta el año 2016 superiores a 5% anual, constituyéndose efectivamente en uno de los sectores líderes de la economía. Aumentando la demanda de materiales de construcción como ladrillos y bloques de concreto, (Diario La República, 2018).

Para el año 2013, según PROCOLOMBIA, el sector de la construcción demandó insumos por valor de US\$ 31 mil millones, registrando una tendencia creciente entre 2009 y 2013 con un crecimiento compuesto de 8% en el mercado internacional, (PROCOLOMBIA, 2016). Caso contrario ocurrió en el año 2017, donde el análisis del crecimiento de la economía reveló una desaceleración en el sector construcción. En el primer semestre, el sector registró una contracción anual de -7,4%, el peor resultado semestral en este siglo. Los resultados se ubican en un marco de una demanda interna débil, un deterioro de la confianza del consumidor, tasas de interés hipotecarias en niveles altos y desaceleración de varios sectores de la economía, (CAMACOL, 2017).

Estos eventos han moderado la demanda de vivienda nueva. Al desglosar las cifras por sus principales componentes se encuentra que la caída de la actividad de la construcción no obedeció a una baja de las obras civiles. De hecho, según el DANE, la tasa de crecimiento del conjunto de obras civiles que había sido positivo y de 2,6% en 2016 se aceleró en 2017, sobre todo en los últimos trimestres y alcanzó una tasa anual de aumento de 7,1%. Por el contrario, las edificaciones cuyo principal componente es la construcción de vivienda tuvieron un desplome muy significativo. Mientras en el año 2016, las edificaciones registraron un aumento del 6,0% anual y jalónaron la actividad económica, la caída en 2017 fue de 10,4%, (Diario La República, 2018).

Por otra parte, el Índice de Confianza del Consumidor (ICC) que es un indicador de gran relevancia para el sector, pues refleja el grado de optimismo de los hogares respecto a su situación económica y está correlacionado con sus actitudes de consumo e inversión. Refleja unos niveles altos de pesimismo sobre la economía que tienden a afectar la demanda de vivienda nueva. La confianza empezó a ubicarse en valores negativos desde inicios del 2016, al haber reaccionado a la coyuntura de desaceleración económica, aumento de tasas de interés e inflación alta. A pesar de haber mejorado durante el año, volvió a derrumbarse a principios del 2017, posiblemente producto del aumento del IVA sobre algunos productos, (CAMACOL, 2017).

En el año 2018, los lanzamientos y las ventas de vivienda nueva en el país continuaron con una tendencia decreciente teniendo en cuenta los datos arrojados por el sistema georreferenciado Coordinada Urbana. Como se observa en la Figura 10, las ventas alcanzaron 170.146 unidades en el acumulado de 12 meses a febrero de 2019, cifra 3% menor a la del mismo período anterior, con una reducción de 5.250 unidades frente a este período, (CAMACOL, 2017).

En el ámbito internacional, durante el desarrollo de Expocamacol 2018, Juliana Villegas Restrepo, vicepresidente de Exportaciones de PROCOLOMBIA, entidad dedicada a las exportaciones, turismo, inversión y marca país, informó que, "Colombia va a ser uno de los líderes en la región en materia de construcción, ya que proyecta crecimientos promedio superiores a 5% entre 2019 y 2022", (Fuerzas Militares de Colombia, 2019).

Para consolidar a Colombia como pionera se deben seguir aprovechando recursos como los tratados de libre comercio, aprovechando que los empresarios colombianos pueden "acceder sin arancel" a cerca de 1.500 millones de habitantes de más de 60 países, gracias a 16 acuerdos comerciales firmados por Colombia, (Portafolio, 2018). Por lo tanto, se

seguirá trabajando para promover la inversión extranjera directa y las exportaciones con valor agregado, esperando un crecimiento global de la industria de la construcción de 3,7% hasta 2022, (PROCOLOMBIA, 2019).

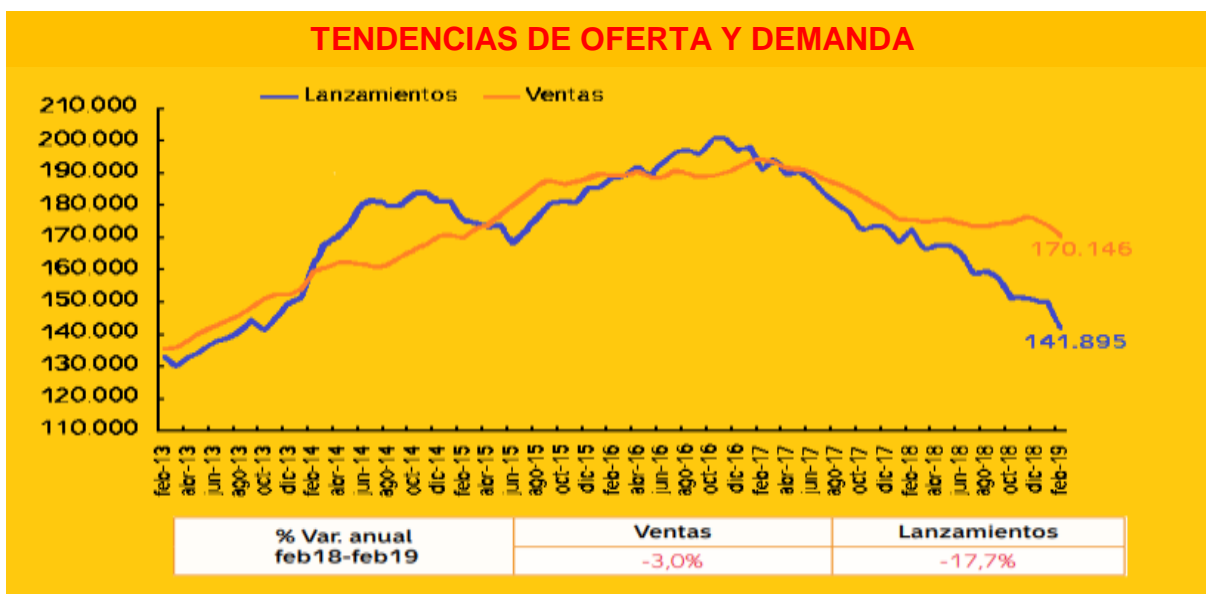


Figura 10. Tendencias de la oferta y demanda- Total mercado (unidades de vivienda- acumulado 12 meses 2013-2019)  
Fuente: CAMACOL, 2017.

Por otra parte, durante los dos primeros meses del año 2019, en el mercado nacional, la venta de vivienda nueva para el total del mercado alcanzó 26.191 unidades, lo que refleja una disminución de 19,9% en comparación con el año anterior. Dicha situación se sustenta por los comportamientos decrecientes tanto en el segmento VIS (Vivienda de Interés Social) como No Vis. Por un lado, en el primer bimestre de 2019, el segmento VIS exhibe una caída de 25,3% en comparación con el período anterior, lo que se irradia en la comercialización de 3.377 unidades menos, (CAMACOL, 2019).

Así mismo, para febrero de 2019 el segmento medio (135-435 SMLV) tiene un decrecimiento en 10,2%, lo que se debe a una menor comercialización de unidades de vivienda en 827 en comparación con el mismo periodo del año anterior y el segmento alto (más de 435 SMLV), presenta una tendencia descendente en 31,1%, ya que se vendieron 844 unidades menos, (CAMACOL, 2019).

El stock total disponible al mes de febrero de 2019 llegó a las 126.361 unidades en las 18 regiones del país, mostrando una tendencia decreciente en la oferta de vivienda, la cual corresponde a un ajuste de los lanzamientos de vivienda como respuesta a bajos niveles de comercialización, (CAMACOL, 2019). En contraste, en junio de 2019 los lanzamientos de vivienda acumulados doce meses continuaron con su ajuste anual, presentando una reducción de 8,6%; mientras que las ventas registraron un leve incremento, de 0,2%, (CAMACOL, 2019), tal como se observa en la (Figura 11).

La estadística por regiones muestra que los seis mercados más grandes en conjunto sumaron una inversión aproximada de \$24,7 billones anuales, destacándose los departamentos Cundinamarca, Antioquia, Valle, Atlántico y Bolívar. Las regiones medianas tuvieron una inversión de \$5,2 billones anuales entre las que se encuentran Santander, Risaralda, Magdalena, Tolima, Quindío, Meta y Caldas. Por último, los mercados pequeños invirtieron \$1,9 billones aludiendo a las regiones de Córdoba, Norte de Santander, Huila, Cesar, Boyacá y Nariño, (CAMACOL, 2019).

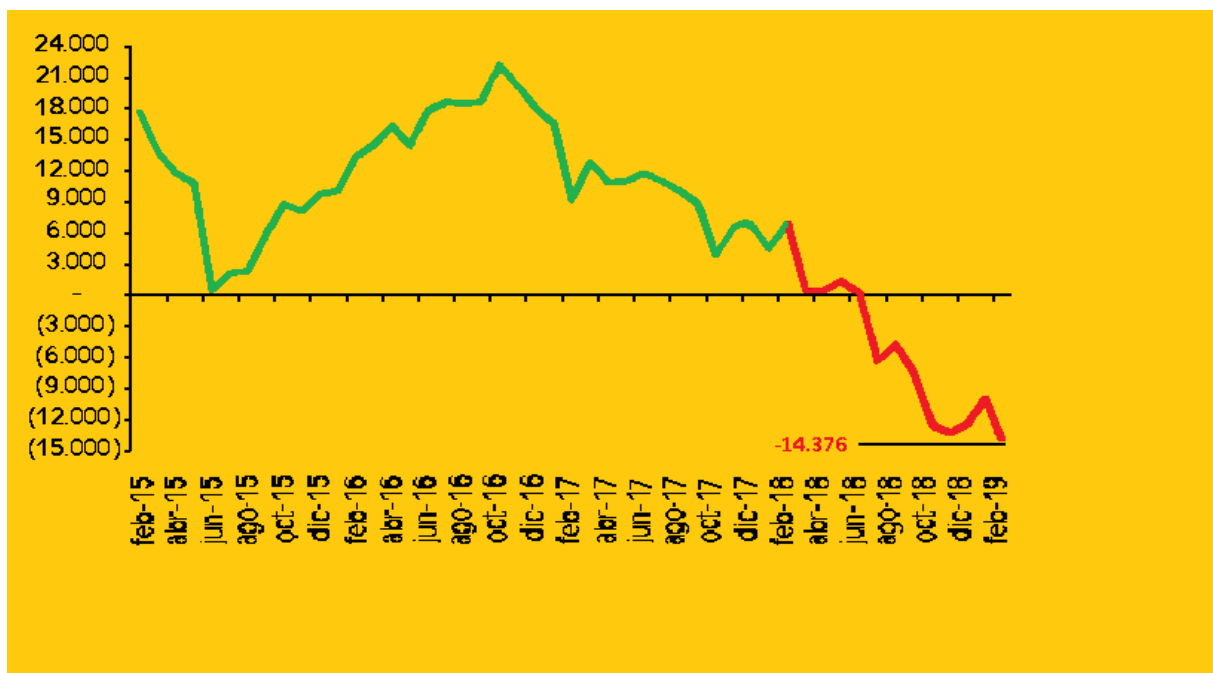


Figura 11. Cambio anual de la oferta de vivienda nueva-Total mercado (unidades de vivienda- 2015-2019)  
Fuente: CAMACOL, 2019.

El segmento VIS si bien continuó con niveles altos de comercialización si se nota una moderación en su dinámica, especialmente en los lanzamientos, lo que sugiere elementos de incertidumbre en el empresariado a la hora de lanzar proyectos; esto a pesar de que las ventas de vivienda VIS en el 2019 son superiores a la generación de nueva oferta. En esta medida resulta bastante importante que el gobierno garantice recursos para subsidios hasta 2024, lo cual genera los incentivos para la generación de oferta, (CAMACOL, 2019).

Después del inicio del año 2020 se tenían unas perspectivas favorables para Colombia, en el que se esperaba que continuara consolidándose la tendencia de recuperación económica observada en 2018-2019. Sin embargo, el panorama macroeconómico ha cambiado radicalmente, por cuenta de los choques generados por la propagación del coronavirus (Covid-19). Bajo este panorama, se estima que el desempeño de la construcción sufrirá un deterioro al igual que el resto de la economía colombiana, (La República, 2020).

Así mismo, el sector de agregados y materiales para la construcción es uno de los sectores de mayor dinamismo en la generación de empleo y crecimiento económico en Colombia. De acuerdo a Carlos Fernando Forero Bonell, director de la Asociación Colombiana de Productores de Agregados Pétreos (Asogravas), quien habló con Valora Analitik sobre el panorama del sector ante la nueva pandemia del coronavirus (Covid-19), la proyección inicial de demanda de materiales para 2020 era de 160 millones de toneladas con destino, principalmente, a proyectos de infraestructura, vivienda, entre otros. Pero, a raíz de la paralización de la economía en medio de la cuarentena obligatoria por la propagación del coronavirus (Covid-19), Asogravas estima que la demanda puede caer entre 25% y 40% en 2020, debido al aplazamiento del calendario de inicio de las obras, (Valor analitik, 2020).

En el caso del PIB de edificaciones, la dinámica dependerá de dos factores, la velocidad con la que se esté reactivando la economía hacia el segundo semestre del año 2020 y, con esto, los ingresos de los hogares; y la moderación en el crecimiento de los precios de la

vivienda, siendo clave para disminuir la sobreoferta de existencias en el comercio, las oficinas y los estratos altos residenciales. El PIB de obras civiles, también se desacelerará dada la menor disponibilidad de recursos fiscales considerando las necesidades que genera la crisis sanitaria. Será clave contar con financiamiento del sector privado para continuar desarrollando las obras 4G y los denominados “Corredores Prioritarios de Comercio Exterior” que habilitarían la movilidad de mercancías en las rutas clave desde los principales centros de producción, (La República, 2020).

Finalmente, el sector de la construcción de edificaciones en Colombia se ha convertido en un generador fundamental de crecimiento y desarrollo económico nacional. En efecto, el sector de edificaciones y de actividades especializadas relacionadas con la construcción aportan en conjunto un 4,6% del PIB, a lo que se añade una demanda de insumos por un monto que suma 42,8 billones de pesos anuales. A pesar de ello, en los últimos años se reporta un decrecimiento del sector construcción y por ende de la economía, (CAMACOL, 2019).

### ➤ **Tendencias tecnológicas del mercado**

La tendencia de la construcción en Colombia está enfocada hacia la sostenibilidad: materiales prefabricados, ahorro de energía, uso de la luz solar y sistemas de ventilación natural son conceptos que se consolidan en Colombia, (Arce y Serrano, 2015). La industria de la construcción está en constante evolución, prueba de ello es que en el país cada vez son más frecuentes los proyectos de alto desempeño y sostenibilidad integral para mitigar el cambio climático y garantizar el bienestar de las comunidades y el cuidado del medio ambiente. Más que una tendencia, la construcción sostenible es el presente y futuro de la industria, por eso, hoy no es posible concebir el desarrollo de las ciudades sin pensar en términos de sostenibilidad, (Grupo Argos, 2019).

Según Grupo BANCOLOMBIA (2019), en la actualidad existen factores que están generando cambios en el comportamiento de consumo de vivienda, como son los nuevos conceptos, formatos y espacios, que han ampliado las necesidades de los clientes en movilidad, tiempo, conectividad y conservación del medio ambiente, en especial las generaciones más jóvenes, son cada vez más exigentes en cuanto al concepto de sostenibilidad de los inmuebles. Mostrando mayor disposición a pagar un precio más alto por acceder a este tipo de espacios. Es clave que los diferentes actores que intervienen en la cadena de los proyectos inmobiliarios, (productores de materiales de construcción, financiadores, desarrolladores y operadores) apoyen esta iniciativa para que continúe masificándose, ya que se estima que el sector es responsable del 30% de las emisiones de gases efecto invernadero en el mundo.

Así mismo, la introducción de concretos con nuevos atributos y propiedades ha causado un gran impacto en el sector de la construcción. El concreto de color, es un material muy versátil que logra imprimir personalidad en las estructuras, con una buena relación costo-beneficio. Esta nueva tecnología, se basa en la aplicación de pigmentos líquidos a la mezcla, dando como resultado un color permanente y homogéneo. Adicionalmente, ciertos pigmentos aumentan la luminosidad del concreto, lo que tiene un impacto a largo plazo en la economía y el medio ambiente, pues contribuye a reducir el efecto isla de calor de las ciudades, (Revista Equipar, 2017).

Otra tendencia del mercado, es el uso de residuos plásticos e industriales como sustitutos del cemento y de los agregados pétreos en la fabricación de los bloques de concreto para construcción. Algunas de estas tecnologías son:

- El reemplazo de un porcentaje del contenido del cemento por cascarilla de arroz, ceniza de la cascarilla de arroz y ceniza volante (caracterizadas mediante ensayos de granulometría, masa unitaria y humedad), en un 15%, manteniendo constante la cantidad de agua y arena de mezclado del bloque, (Fuentes, Fragozo y Viscaino, 2015).
- Empleo de mezclas poliméricas a base de policloruro de vinilo (PVC) y poliestireno (PS) reciclado, en este caso, sustituyendo el 20% de la grava en la siguiente proporción, 70% PVC y 30% PS, logrando resultados en absorción de humedad de 12,771%, resistencia térmica y resistencia a la compresión de 23,47 kg/cm<sup>2</sup>, (Casanova, 2017).
- Ladrillos de arcilla e hidrogel, con un gran potencial para reducir el consumo de energía en las estructuras comerciales, por lo general posicionadas en el exterior de los edificios. A medida que entra el aire, el material de hidrogel absorbe el agua y la almacena dentro de los ladrillos. Esta agua se puede liberar para enfriar el edificio en un día caluroso (Apliq, 2019).
- En el caso del comercio también existe una tendencia, el fenómeno del ecommerce viene ganando terreno como canal de compras de las personas en el mundo. En los últimos tres años las compras online han crecido 16% en promedio anual, mientras que las compras físicas crecen a tasas de un dígito. Según Global Online Consumer, las cuatro razones principales por las cuales los consumidores compran online son: disponibilidad de comprar 24 horas, los 7 días de la semana, habilidad de comparar precios, acceso a mejores precios y ahorro de tiempo. En otras palabras, conveniencia (tiempo) y mejores precios, (Grupo BANCOLOMBIA, 2019).

➤ **Demanda a cubrir por el proyecto y proyección de la demanda**

La demanda a cubrir por el proyecto, se determinó teniendo en cuenta las tendencias del mercado de la construcción en 2019 y la producción mensual de ladrillos en Colombia. Donde los lanzamientos de vivienda acumulados a doce meses después del ajuste anual, presentaron una reducción de 8.6%; y las ventas registraron un leve incremento, de 0.2%, (CAMACOL, 2019). Además, según Anfalit en Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo. De las cuales Antioquia participa con 35.809 toneladas mensuales (Construdata, 2012).

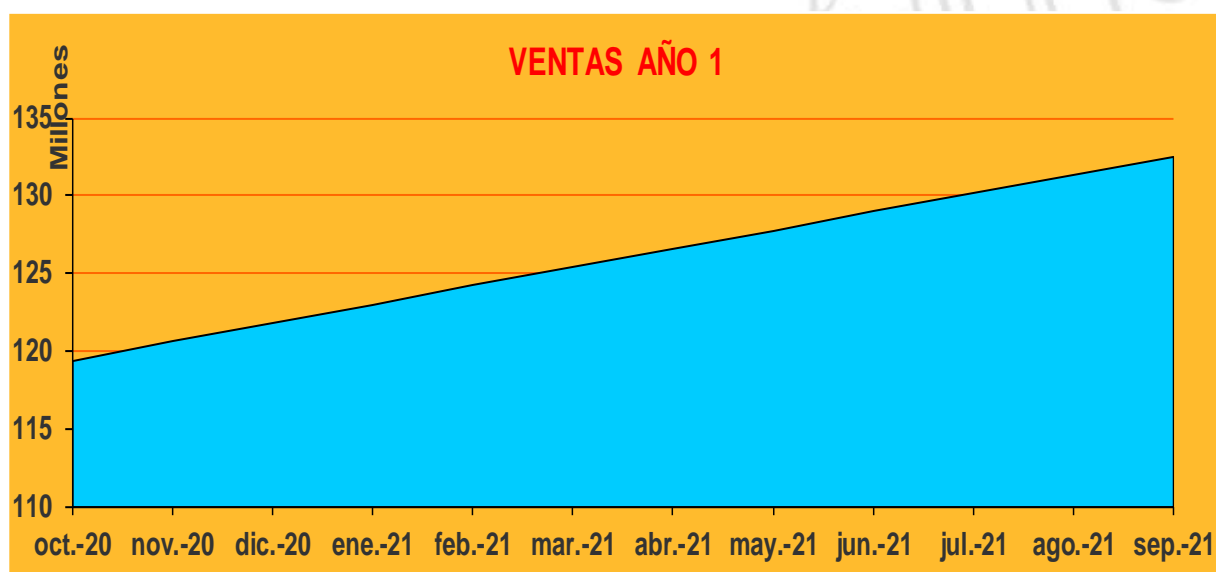


Figura 12. Proyección de ventas año 1  
Fuente: Autor.



Por lo anterior, se determina que la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., aspira a contar con una participación del 2,25% de las toneladas totales de ladrillo en Antioquia luego del primer mes de operación, esto con el fin de garantizar la viabilidad y sostenibilidad económica del proyecto. Las ventas inician en el mes 10 del 2020, en el primer año se espera vender \$1.511'604.000 millones, con una venta de \$132'534.000 en el mes 12 de la proyección, que constituye la mayor venta durante el año 1, así como se muestra en la Figura 12.

Lo que representa una producción mensual de 806.9 toneladas, es decir 60.900 bloques de concreto en el primer mes, e implica procesar 64.6 toneladas de residuos de construcción y demolición al mes. En el segundo año se presupuesta incrementan las ventas en un 12.84% teniendo ventas promedio mensuales de \$142'146.894 millones. Para el tercer año se espera tener ventas por \$158'731.989 millones, correspondiente a un crecimiento del 11.67% con respecto al año anterior, de acuerdo con la Figura 13.

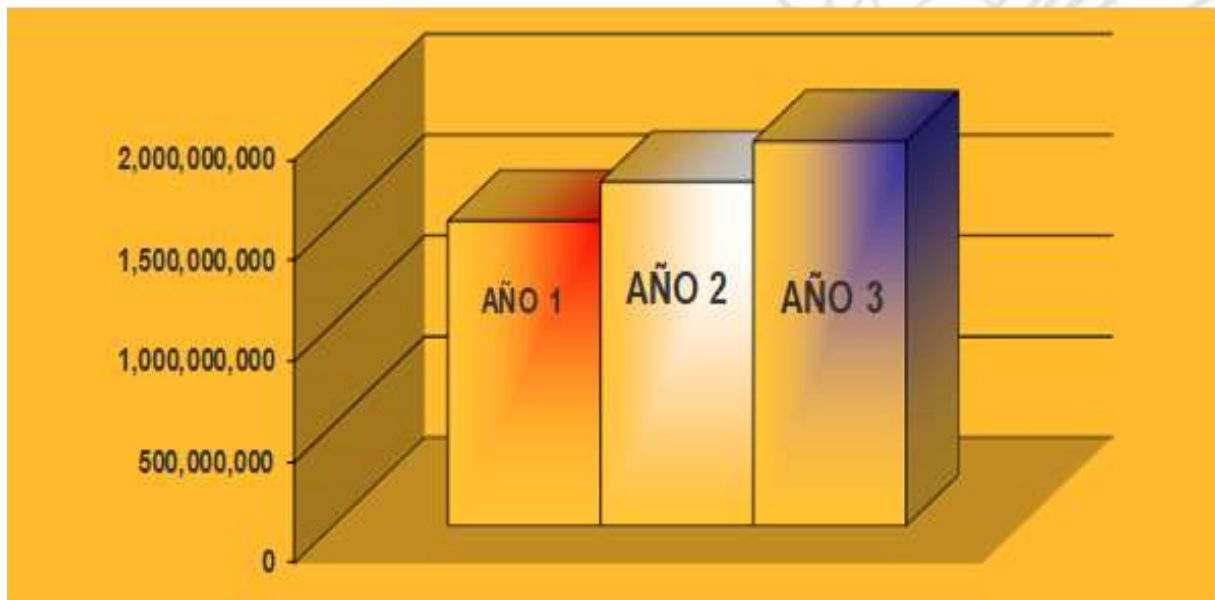


Figura 13. Proyección de ventas año 1-3  
Fuente: Autor.

#### – **Análisis de la competencia**

La industria de materiales de construcción se puede considerar como madura y fuerte en Colombia gracias al dinamismo del sector y a la constante demanda de productos que se han ajustado a la regulación nacional, una de las más estrictas de Latinoamérica y modelo para varios países, (Arce y Serrano, 2015). Satisfacer la exigente demanda interna ha elevado la competitividad de las empresas, así como la innovación y el valor agregado de sus productos que llegan a más de 80 mercados. La oferta existente de materiales de construcción en Colombia es amplia, prueba de ello es la presencia de grandes empresas internacionales de materiales de construcción, como: Schindler, Lafarge, Mexichem, Holcim, Etex Group, Sika, Pilkington, Cemex, Assa Abloy, Gaviota Simbac, Saint Gobain o Elementia, (López, 2018).

Del mismo modo, existen empresas colombianas en el sector muy consolidadas a nivel nacional e internacional y que exportan materiales de construcción y elementos de decoración al exterior, como son: Corona, Alfa, Fiber Class, Andercol S.A, Induma, Eternit,

Dexson, Pavco, Skinko Colombit, Santafé, Toptec, Argos, Cerracol o Eurocerámica, (Arce y Serrano, 2015).

De otra parte, en Colombia en el año 2018, el costo de los materiales de construcción se incrementó un 4.4%, superando 0.3% el registro de la inflación, lo cual se manifiesta en un incremento de insumos tales como el acero de refuerzo y los aditivos químicos, (Rubiano, Taco y Ruíz, 2018). En agosto de 2019, el Índice de Precios del Productor (IPP), que es un indicador de la evolución de los precios de venta del productor, correspondientes al primer canal de comercialización o distribución de los bienes transados en la economía para materiales de construcción presentó un aumento de 0.72%, respecto a julio de 2019. Según la clasificación CUODE, el IPP para consumo intermedio presentó una variación de 0,86% con relación al mes de julio de 2019, (DANE, 2019).

Respecto a los productos de mampostería, en Colombia hay un total de 1935 industrias ladrilleras, con una producción total que asciende a 386.221 ton/mes (4.634.652 ton/año). En este tipo de industrias se encuentran las artesanales y las tecnificadas, con un alto índice de producción. El 88% de estas industrias se encuentran en operación, el 2% están liquidadas y el 10% en cierre temporal o a la espera de la reactivación económica. El mayor porcentaje de concentración de estas industrias está en Boyacá, Bogotá, en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca, y Nariño. Dentro de la producción total a nivel nacional, Bogotá participa con 49% del mercado, es decir \$15.500 millones mensuales, seguido por Norte de Santander con 14.3%, que equivalen a \$4.514 millones; Antioquia con 9.5% (\$3.014 millones); Valle 7.8% (\$2.458 millones) y el Eje Cafetero con 7.1% (\$2.233 millones), (Pacheco y Sereviche, 2015).

Las características más importantes de la industria ladrillera en Colombia es que su producción es principalmente artesanal, utilizan combustibles con alto impacto ambiental, con una eficiencia energética baja. Los principales clientes son las constructoras que representan un 90% y el segmento de ferreteros que es un 10%, (Jiménez, 2017).

El transporte de los materiales de construcción y arcillas es determinante para esta industria, en especial para la estructura general de sus costos, ya que de los distintos factores que intervienen en la cadena productiva, el transporte impacta en un alto porcentaje el valor de venta de los materiales, así como la rentabilidad de la operación y la ejecución comercial de los contratos de suministro y venta. El transporte es una actividad productiva que debería ser administrada como tal, pero en el renglón que corresponde a la movilización de materiales de construcción existe una gran informalidad y baja especialización, lo que crea falsas expectativas en relación con las rentabilidades reales de la actividad y el ingreso de inversionistas, quienes no cuantifican el riesgo y ven en este sector la oportunidad de conseguir unos ingresos periódicos, (UPME, 2014).

Según Luis Javier Palacios (Gerente comercial de Gres San José S.A.S), Colombia es pionera en variedad de productos de arcilla y se encuentra bien posicionada a nivel mundial, actualmente se está exportando a países como Costa Rica, República Dominicana, Nicaragua y Panamá. Uno de los factores que ha limitado las 21 exportaciones es el precio del transporte por el peso de la arcilla, ya que en ocasiones es más costosa la logística de desplazamiento que el mismo producto, (Casa Gres, 2017).

Otro aspecto importante, de la industria ladrillera nacional es que genera 12.271 empleos directos, los cuáles se podrían incrementar en la medida que exista una mayor capacitación y conocimiento acerca de las oportunidades que brinda la industria. De este total de empleos, 10.447 son operarios, 526 técnicos, 273 profesionales y 959 administrativos.

Igualmente genera alrededor de 13.500 empleos indirectos y se estima que cerca de 4.077 personas participan ocasionalmente en la actividad productiva, (Pacheco y Sereviche, 2015).

Por lo que se refiere a la fabricación de los ladrillos, estas fábricas tienden a competir con las fábricas de bloques de concreto o adobes, con un proceso sumamente automatizado que es capaz de producir hasta 2.000 piezas por hora. Los tamaños y formas de los bloques más usados en el mundo, se han convertido en un estándar para garantizar la construcción uniforme de los edificios. De igual forma, algunos fabricantes de bloques de concreto ponen a disposición alguna modificación en el bloque básico para conseguir efectos visuales únicos o para ofrecer características estructurales especiales. Un ejemplo de este último, son los bloques especialmente diseñados para evitar fugas de agua a través de la superficie de las paredes exteriores, (Bloqueras, 2019).

Uno de los aspectos más importantes de los productos de mampostería es su calidad. Los bloques de hormigón se ensayan bajo la norma técnica colombiana NTC 4024 y NTC 4026 o su equivalente internacional ASTM C140/99 y ASTM C90/96. Los ensayos o pruebas de calidad sobre los bloques, deben elaborarse a los 7, 14, 21 y 28 días. Dado que el concreto es un elemento vivo pues su resistencia aumenta con cada día de vida, por lo que se recomienda hacer seguimiento aun después de cumplir las 4 semanas, es decir, a los 56, 112, 168 y 336 días, (Yances, 2018), con el fin de conseguir una mezcla que cumpla con las especificaciones técnicas exigidas en la norma.

Por otro lado, en los últimos años, el sector de la construcción en Colombia ha evolucionado significativamente, adoptando sistemas industrializados en el desarrollo de sus proyectos. Con una decidida apuesta por la innovación y la implementación de desarrollos tecnológicos, la construcción busca estar a la vanguardia, en un entorno cada vez más tecnificado y competitivo. Ante este panorama, la industria de los prefabricados de concreto ha alcanzado un importante protagonismo, atendiendo las necesidades de calidad, eficiencia en tiempos, y ahorros económicos que el mercado demanda, (CAMACOL VALLE, 2019).

Según cifras del DANE, en 2018 se construyeron 4'561.478 metros cuadrados con prefabricados industrializados a nivel nacional, siendo el segundo sistema constructivo más utilizado del país, con una participación del 30%. Por su parte, en Cali y su área de influencia, este sistema constructivo permitió la construcción de 567.183 metros cuadrados, un 8% más de lo que se usaba en 2013. De acuerdo con la ingeniera Normy Morán, Gerente de Premoldeados S.A.S., empresa Vallecaucana con nueve años en el mercado, este sistema no solo permite menores tiempos de obra que redundan en menores costos para el constructor, sino que cuenta con una garantía de calidad, gracias a la estandarización de los procesos de manufactura, mucho más controlado que los fundidos en obra, (CAMACOL VALLE, 2019).

En cuanto a la competitividad, las empresas participantes en el sector no son agresivas respecto a la publicidad y promociones. A pesar de la poca diferenciación del producto no se crea una presión en donde las empresas se unan y bajen el precio, creando barreras de ingreso a los nuevos competidores o formando alianzas estratégicas para vender en mayor cantidad su producto. Por lo que no hay un grado de rivalidad tal que se bloquee la entrada de nuevos competidores (Sacoto, 2013).

Con respecto al departamento de Antioquia, la expansión urbana en el Valle de Aburrá ha tenido un efecto contrario sobre el sector ladrillero: a mayor demanda de ladrillos, hay

menor disponibilidad de terrenos para que existan estas industrias. De acuerdo a Víctor Aristizábal Gil, director de la Asociación de Ladrilleros Unidos de Antioquia (LUNSA), las únicas ladrilleras que van a subsistir serán las que consigan tecnificarse y hacer las inversiones adecuadas para ser ambientalmente sostenibles.

**Tabla 1.**

Empresas ladrilleras de Antioquia

EMPRESA	CIUDAD
JOHN TRUJILLO LADRILLERA DELTA SCA.	Medellín
LADRILLERA LAS MERCEDES S.A.	Medellín
ALFARERA SANTA RITA S.A.	Medellín
LADRILLERA TEJAR SANTA CECILIA S.A.S.	Medellín
LADRILLERA EL IMPERIO CERAMICO S.A.S.	Medellín
LADRILLERA LA CACICA UMBRIA S.A.S.	Medellín
LADRILLERA NACIONAL S.A.	Medellín
LADRILLERA SAN CRISTOBAL S.A.	Medellín
LADRILLERA EL DIAMANTE S.A.	Medellín
LADRILLERA DE SANTA CATALINA S.A.	Medellín
LADRILLERA BAJO CAUCA S.A.	Medellín
LADRILLERA ALTAVISTA S.A.	Medellín
C.I. LADRILLERA URABA S.A.	Apartadó
LADRILLERA EL AJIZAL S.A.S.	Itagüí
LADRILLERA ALCARRAZA S.A.S.	Itagüí
LADRILLERA CALIFORNIA S.A.S.	Amagá
LADRILLERA SAN FERNANDO S.A.S.	Envigado
LADRILLERA EL TESORO S.A.S.	Fredonia
LADRILLERA GENESIS LTDA.	Ituango

Nota: Recuperado de Empresite Colombia, Copyright 2019.

**Tabla 2.**

Empresas bloqueras de Antioquia

EMPRESA	CIUDAD
ADOQUÍN - AR S.A.S – ADOQUINAR	Amagá
CONCRETOS PREFABRICADOS S.A.S - CONPRE S.A.S.	Amagá
ADOQUÍN - AR S.A.S – ADOQUINAR	Amagá
INDURAL S.A.	Girardota
INDUSTRIAL CONCONCRETO S.A.S.	Girardota
POSTEQUIPOS S.A.	Medellín
CONCRETOS PREFABRICADOS DE COLOR CONPRECOLOR	Medellín
H.V MECAMBLOCK	Medellín
LADRILLERA ALTAVISTA	Medellín
PREFABRICADOS Y ADOQUINES URABA S.A	Apartadó
INDUSTRIAS CONCRETODO S.A.S	Bello
BLOQUES 3M	Guarne

Nota: Recuperado del Directorio de la industria de la construcción. CAMACOL, 2019.

En la Tabla 1 y Tabla 2, se encuentra el reporte de las ladrilleras del departamento de Antioquia, actualmente existen 23 ladrilleras en la región, 19 rurales y 4 urbanas. Para motivar su reconversión tecnológica, Corantioquia y el Área Metropolitana (AMVA) firmaron un convenio para reforzar los controles a las emisiones de las ladrilleras. Corantioquia por ejemplo, ha realizado diversas visitas a las 19 ladrilleras de su jurisdicción, de las cuales,

solo la de San Cristóbal ya hizo una reconversión completa y trabaja con gas natural, (El Colombiano, 2019).

– **Análisis del mercado de insumos o proveedor**

En la búsqueda de mejores desempeños competitivos, una tendencia mundial es la gestión de las cadenas de abastecimiento. Para este propósito, la selección de proveedores constituye una decisión estratégica de alto impacto en el desempeño de la organización, que debe tener como criterio principal, la capacidad del proveedor para mejorar y trabajar bajo políticas de cofabricación, sin prescindir de las características valoradas tradicionalmente como la calidad, el servicio, el precio y los planes de pago. Así mismo, implica una decisión que, en algunos casos, puede resultar bastante difícil, debido a la naturaleza y a la diversidad de los productos y servicios que se adquieren y de las variaciones cualitativas y cuantitativas en el comportamiento de la demanda (Sarache, Castrillón, y Ortiz, 2009).

Para el caso de los bloques de concreto y residuos de construcción y demolición de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., los insumos o materiales más importantes dentro del proceso de fabricación son: cemento, arena y gravilla, que se usan en una dosificación de 1:5:2 respectivamente, (Arrieta & Peñaherrera, 2001). Y una cantidad de agua que permita la obtención de una mezcla homogénea semiseca, (Carrasco, 2018). Como intención principal del proyecto se pretende reemplazar un porcentaje de la gravilla con agregado reciclado, (Ciclo, 2019).

**Tabla 3.**  
Insumos para la fabricación de un bloque de concreto

INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIÓN	COSTO (\$)
Cemento	1.50	kg	Cemento Portland tipo 3	\$ 751,8
Arena de río	7.50	kg	Arena de río con módulo de finura entre 2.7 y 3.2	\$ 304,5
Grava 3/8"	3.19	kg	Tamaño máximo nominal de 6.3 mm	\$ 136,8
Grava RCD	1.06	kg	Agregado obtenido de material proveniente de escombros triturados. Completamente saturado en la mezcla.	\$ 20,0
Agua	0.00133	m <sup>3</sup>	Agua limpia, sin grasas ni productos químicos.	\$ 6,6
Pigmento	0.15	kg	Colorante para concreto, debe ocupar el 10% del cemento	\$ 480,0

*Nota:* Recuperado de Planta de reciclaje de residuos sólidos de construcción y demolición (RCD) en las escombreras de la ciudad de Bogotá, (Rubiano, Taco y Ruíz, 2018). Y la lista de ingetierras de Colombia, (Ingetierras de Colombia, 2015)

Igualmente, se pueden utilizar complementos como, aditivos químicos que pueden mejorar la resistencia del bloque y pigmentos que le dan un toque estético y atractivo para el mercado actual. La calidad y proporción de cada uno de los insumos utilizados en el proceso es relevante para obtener un producto que pueda competir en el mercado. En la Tabla 3 se encuentran descritos los insumos necesarios para la fabricación de una unidad de bloque de concreto, con la cantidad específica y el costo de la cantidad de material empleado en la fabricación de un bloque de concreto y RCD.

### ➤ **Características y productores de insumos.**

De acuerdo a Ríos (2017), en Colombia se destinó a la fabricación de concreto 10.87 millones de toneladas de cemento en 2013, de estas, el 28% (3,02 millones de toneladas) en concretas, prefabricados y fibrocemento. Además del flujo de entrada de cemento, la producción de concreto requirió 4.69 millones de toneladas de arena y 7.53 millones de toneladas de grava, que representan un total de 19,41 millones de toneladas de materias primas, incluyendo el aire y el agua. Las características más relevantes de estas materias primas son:

#### **Agregados (arena y grava)**

Este tipo de material se refiere a cualquier combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado. Son minerales, resultado de fuerzas geológicas erosivas del agua y del viento, generalmente encontrados en ríos y valles, donde han sido depositados por las corrientes de agua. La diferencia básica entre las arenas y las gravas, de acuerdo a una clasificación geológica comúnmente aceptada, es el tamaño del grano, (ASOGRAVAS, s.f.).

Para su utilización, es importante conocer su procedencia y propiedades fisicoquímicas, ya que pueden reaccionar negativamente con el cemento y acortar su vida útil. De acuerdo con la norma técnica colombiana, NTC 174 y la norma técnica internacional ASTM C33, mientras más dureza posean los agregados mejor será su comportamiento a la compresión, por tanto se debe analizar su densidad, granulometría, resistencia, tenacidad, absorción y sanidad, (Grupo Argos, 2019).

Clasificación por tamaño: Según Neville (1999) de acuerdo al volumen de sus partículas se divide en:

- Agregado Fino (Arena): Es el material que pasa en un 95% de sus partículas por el tamiz No.4, de 4.76mm (3/16") de abertura entre hilos.
- Agregado Grueso (Grava): Es el material que queda retenido en el tamiz de 150mm (6"), cuyas partículas son en un 95% mayores de 4.76mm, (Ferreira y Torres, 2014).

Por otro lado, la industria de agregados (gravas, gravillas, arenas y triturados), representa cerca del 50 por ciento de los títulos mineros registrados, estos son casi 5.000 títulos de materiales de construcción. Desde el punto de vista del volumen de producción, los agregados pétreos registraron una cifra cercana a los 160 millones de toneladas en 2015 (Mundo minero, 2015), convirtiendo a Colombia en uno de los principales jugadores mundiales de la industria de materiales de construcción, que es la industria base del eslabonamiento del sector construcción. De acuerdo con la Administración Geológica de Estados Unidos, la Federación Interamericana de Cemento y la Asociación Europea de Agregados, Colombia es el décimo productor mundial de agregados pétreos, (Mundo minero, 2015). En la Figura 14, se encuentra la demanda de materiales de construcción para el año 2015 en 20 departamentos de Colombia y la proyección de la demanda de materiales para el año 2025 en las principales ciudades del país en la Figura 15.

En general, estos materiales son de bajo costo por su profusión en la naturaleza. Sin embargo, deben estar situados cerca a los centros de consumo teniendo en cuenta su alta sensibilidad a los costos de transporte, que cuando se encuentra a más de 50 kilómetros genera un impacto bastante importante en la logística donde existen restricciones ambientales y sociales, (ASOGRAVAS, s.f.).



Figura 14. Demanda de materiales de construcción 2015.  
Fuente: (Mundo minero, 2015).



Figura 15. Proyección demanda de materiales de construcción 2025.  
Fuente: (Mundo minero, 2015).

En ese sentido, algunos constructores de Medellín ya han visto cómo se han triplicado los costos por emplear gravas del río Cauca o arenas de Amagá, donde el flete puede valer cuatro veces el material, representando un aumento en los costos de construcción, que para una vivienda promedio pesan un 55% y los temas asociados a materiales un 15%, lo que afecta todo lo asociado a concretos, fundaciones, bloques, bases, revoques, losas y por ende el valor final de la estructura, (El Colombiano, s.f.).

**Tabla 4.**

Empresas comercializadoras de agregados en Colombia

EMPRESA	CIUDAD
AGREGADOS ARGOS S.A.	Medellín
CEMEX COLOMBIA S.A.	Maceo
GRAVILLERA ALBANIA S.A.	Bogotá
MINCIVIL S.A.	Chía
INGEOCC S.A.	Chía
TRIAR S.A.S.	Chía
TRITURADOS TAYRONA S.A.S.	Chía
TRITURADOS DEL TOLIMA LTDA.	Tolima
CALINA LTDA	Medellín

Nota: Recuperado de Asociación Colombiana de productores de agregados pétreos, (ASOGRAVAS, 2018).

De igual manera, tiene un encadenamiento productivo muy interesante hacia sectores como el transporte por lo que significa mover 160 millones de toneladas al año por carretera. Adicionalmente, la industria generó 53.000 empleos directos e indirectos en 2015. Representando para la economía de Colombia 2.4 billones de pesos anuales, con 3.688 títulos mineros vigentes, 244 en exploración, 321 en construcción y montaje y 3.123 en explotación. Según la Unidad de planeación minero energética UPME, en el 2025 la demanda llegará a 18.56 millones de toneladas en Bogotá, 10.73 millones en Medellín y 5.38 millones en Barranquilla, (ASOGRAVAS, s.f.). En la Tabla 4 se encuentran algunas de las empresas que comercializan agregados en Colombia.

### Agregados Triturados

En la industria de la construcción los retos técnicos son permanentes. Por esto en la actualidad se hace necesario buscar la transformación de operaciones, entre ellas encontrar una materia prima que haga de la construcción una industria amigable ambientalmente generando el menor impacto ambiental posible. En esa línea, se ha encontrado que los agregados reciclados brindan una alternativa a la construcción de nuevas estructuras con la utilización de material de estructuras demolidas, (Grupo Argos, 2019).

Anualmente en el mundo se producen 1 billón de toneladas de residuos de demolición, de las cuales 510 millones son producidos en Europa. En promedio solo el 8% de estos residuos se reciclan, aunque en países como Alemania, Holanda y Reino Unido cerca del 20% de agregados reciclados se reutilizan, (Jiménez y López, 2017). La obtención de agregados de concreto reciclado se da como fruto de la trituración del concreto proveniente de la demolición de estructuras o del concreto sobrante de algunos procesos en que muchas veces se solidifica y se dispone como escombros, (Grupo Argos, 2019).

Su clasificación se hace según los parámetros dados para el agregado natural:

- Fino: Pasa tamiz No. 4 pero retenido hasta en el tamiz No. 200.
- Grueso: Retenido en el tamiz No. 4 o superior.

De acuerdo con el Grupo Argos (2019), el agregado de concreto reciclado varía según el tipo de estructura de la cual provenga, debido a que en algunos casos va asociado a un refuerzo embebido o a materiales como plásticos, vidrio, madera, etc. La obtención de este tipo de agregado generalmente sigue los siguientes pasos:

- Separación de los contaminantes: este paso es fundamental cuando el agregado resultante va a formar parte de las nuevas mezclas de concreto o se va a utilizar en rellenos y carreteras. Los contaminantes son todo aquello diferente al concreto.



- Ruptura y transporte: el transporte de este material debe hacerse en vehículos apropiados de carga por lo que es necesario que el concreto se fracture en fragmentos manejables y de esta forma desplazarlos hasta el sitio de trituración. En algunos casos es posible la utilización de plantas móviles de trituración lo que permitiría un ahorro importante.
- Trituración de fragmentos: el tamaño de los agregados requeridos puede variar según la maquinaria utilizada. El procedimiento generalmente inicia con una trituradora primaria que reduce los fragmentos provenientes de los vehículos de carga para pasarlos a un material con diámetro entre 8 y 10 cm, seguido de una trituradora secundaria que reduce ese remanente al tamaño máximo del agregado que se busca. Las trituradoras utilizadas pueden ser tipo cono, de mandíbula o de impacto, entre otras.

Es importante resaltar que Colombia cuenta con una producción de agregados superior a 100 millones de toneladas anuales (tres toneladas per cápita), lo que permite tener un gran potencial de utilización de agregados reciclados, no solo para nuevas mezclas de concreto sino para diversas aplicaciones como gaviones, muros de gravedad y en general muros de contención, entre otros, (Grupo Argos, 2019).

El uso de agregados reciclados en la elaboración de concreto permite solucionar problemas de contaminación ambiental causados por los materiales de demolición. Genera ahorros económicos, pues se reducen los costos de transporte, el consumo de combustible y la producción de CO<sub>2</sub>. También se da un ahorro de energía, debido a una menor explotación de canteras, (Grupo Argos, 2019).

Adicionalmente, desde hace varios años atrás, existen algunas empresas gestoras de residuos de construcción y demolición (RCD), incluso algunas pocas tienen entre sus objetivos el aprovechamiento de estos residuos, buscando y promoviendo procesos de construcción y desarrollo urbano sostenible. Entre estas empresas están: Maat Soluciones Ambientales S.A.S, Reciclados Industriales de Colombia S.A.S, Ciclomat, Centro de Tratamiento, Aprovechamiento y Disposición de RCD – Cemex, Progea del Valle, Ecoingeniería, Sin Escombros S.A.S –Sinesco y Conesco, (UPME, 2018).

## **Cemento**

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua (Diccionario de la lengua española, 2005). Actualmente, existen dos tipos de cementos dependiendo de su origen: arcilloso, logrado a partir de arcilla y piedra caliza; y puzolánico, que contiene puzolana, un material alúmino silíceo y óxidos de hierro, que puede provenir de volcanes o de un origen orgánico, (Cementos Tequendama, 2017).

Su fabricación consiste en la trituración fina, mezclada en ciertas proporciones y calcinada en un horno rotatorio de gran dimensión, a una temperatura de 1400°C, donde el material se sintetiza y se funde parcialmente formando bolas conocidas como Clinker, que cuando se enfría, se tritura hasta obtener un polvo fino al que se le añade un poco de yeso para obtenerse, como producto final, el cemento Portland (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, s.f.). Este proceso de fabricación, es uno de los más costosos y difíciles de la actividad manufacturera. Debido a que es continuo, de 24 horas al día, con altos costos, derivados del consumo intensivo de energía en los hornos, (Hernández, Castro y Bohorquez, 2015).

Así mismo, cada cemento posee cualidades específicas para cada aplicación y ambiente al que estará sometido, de acuerdo con la norma técnica colombiana (NTC 121), (NTC 321),

y la norma estándar internacional (ASTM C150/80), (Grupo Argos, 2019). Según Latorre, Delrieu y Rodríguez (2008), dependiendo del porcentaje de dosificación de cada materia prima varían las clases de cemento, sus propiedades y características, las más comunes en Colombia son:

- Cemento Portland tipo 1: se conoce como cemento gris, es el más comercializado en Colombia, y es usado principalmente en estructuras y obras.
- Cemento Portland tipo 1 especial (o modificado): es considerado un cemento más resistente que el tipo 1 y es utilizado generalmente por empresas constructoras.
- Cemento Portland tipo 2: es un cemento usado donde hay presencia de sulfatos (ej. zonas cercanas al mar).
- Cemento Portland tipo 3: es usado en prefabricados y donde se requiere un rápido endurecimiento y buena resistencia.
- Cemento Portland tipo 4: se usa para estructuras grandes como presas de concreto, contiene aceptable resistencia a los sulfatos y a la humedad.
- Cemento Portland tipo 5: contiene una altísima resistencia a los sulfatos, es esencial para las construcciones que tienen constante contacto con el agua de mar.

Hay que mencionar que, los tipos de cemento que más se comercializan en el país son el tipo 1 y tipo 3. El primero se comercializa en sacos de 50 kilogramos, y representa alrededor del 75% de la demanda total del país. El segundo es comercializado a granel (venta directa y grandes cantidades) y generalmente es para usos industriales, este representa aproximadamente el 20% de la demanda nacional, el restante 5% se divide en los otros tipos de cemento. Las principales empresas comercializadoras y productoras de cemento en Colombia son: Argos, Cemex, Holcim, Cementos del Oriente, y Cementos Tequendama y están localizadas cerca de los mercados plaza más representativos del país (Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, y la Costa Atlántica), (Latorre, Delrieu y Rodríguez, 2008).

Siendo el Grupo Argos, el líder del mercado cementero en Colombia, con más del 50% de participación. Argos es el cuarto productor de Latinoamérica, con operaciones en Estados Unidos, Venezuela, Panamá, República Dominicana, y Haití, adicionalmente exporta a otros 18 países. En el país, su presencia se encuentra principalmente en Antioquia, Valle del Cauca, y la costa Atlántica. Recientemente realizó una estrategia de unificar todas sus marcas como una sola, Cementos Argos, que consta de 14 plantas de cemento en el continente americano, 11 de ellas en Colombia. Teniendo así, una capacidad instalada de 13.3 millones de toneladas por año, (Grupo Argos, 2019).

Así mismo, CEMEX Colombia S.A. quien inició operaciones en 1996 en Colombia, es el segundo mayor productor del sector, y líder de los mercados más dinámicos, como Bogotá. Actualmente consta de 5 plantas cementeras (Tolima, Cundinamarca, y Los Santanderes), obteniendo de ellas una capacidad instalada de 4.8 millones de toneladas por año, como se observa en la Tabla 5. Adicionalmente tiene operaciones de concreto y agregados. CEMEX es uno de los líderes mundiales de producción de cemento, con presencia en todos los continentes del mundo, (Latorre, Delrieu y Rodríguez, 2008).

En relación a la producción de cemento gris a nivel nacional, en septiembre de 2019, se fabricaron 1.093,9 miles de toneladas, lo que representó un incremento del 1.0% con relación al mismo mes de 2018. En el noveno mes de 2019 se despacharon al mercado nacional 1.078,4 miles de toneladas de cemento gris, lo que significó un crecimiento del 4,6% frente a septiembre de 2018, (DANE, 2019). De acuerdo con Business Monitor, en 2014, el consumo per cápita de cemento en Colombia alcanzó los 291 kg frente a un promedio de 340 kg de América Latina. Se estima que para 2020 el consumo per cápita de

cemento en Colombia llegue a 329 kg y el de América Latina a 389 kg, (PROCOLOMBIA, 2016).

**Tabla 5.**  
Compañías Cementeras en Colombia

EMPRESAS CEMENTERAS	CAPACIDAD INSTALADA ACTUAL *
CEMENTOS ARGOS	8.700
CLH*	5.500
HOLCIM	2.100
CEMENTOS TEQUENDAMA	1.000
CEMENTOS SAN MARCOS	480
MONSALBANA	400
CEMENTOS NACIONALES	200
ORIENTE SOGAMOSO	150
CEMENTO VALLENATO	130
G&J	60
TAIRONA	25
<b>TOTAL</b>	<b>18.745</b>

*Nota:* Recuperado de Cemargos. CLH. Lafarge – Holcim. Revista Dinero. \* Incluye 1 MM de Toneladas de Maceo. Cifras en miles de Toneladas

### Aditivos

Las adiciones son materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que pueden añadirse al cemento, mortero u hormigón, con la finalidad de mejorar algunas de las características físicas o químicas de los mismos o de conferirles algunas especiales, (Universidad de Coruña E.T.S.I, 2008). Estas cualidades pueden ser, modificar el tiempo de curado e incrementar la resistencia a la compresión o la trabajabilidad, (Bloqueras Organización, 2019). Incorporar aditivos a la mezcla de concreto es un valor agregado que controla la eflorescencia y optimiza la mezcla, haciendo que se reduzca la cantidad de cemento a usar. En el caso de los aditivos superplastificantes, se aumenta la manejabilidad y densidad, mejorando el acabado, lo que se traduce en una mejor apariencia estética y óptimos resultados de laboratorio, (Grupo Argos, 2019).

Es indispensable que los aditivos cumplan con la norma ICONTEC 1299 “Aditivos químicos para el hormigón”, (Bloqueras Organización, 2019). Entre los aditivos químicos para concreto comercializados en Colombia se encuentran los superplastificantes, plastificantes, acelerantes, estabilizadores de fraguado, multifuncionales, inclusores de aire, solidificantes y controladores de polvo, (Cemex, 2019). Las empresas que los comercializan son Cemex (Cemex, 2019), Sika Colombia S. A. (Sika, 2019) y Toxement (Toxement, 2019).

### Pigmentos

Los pigmentos son finas partículas de polvo, con una granulometría aún más fina que la del cemento. Son químicamente inertes, insolubles en agua, resistentes a la alcalinidad del cemento y crean un color permanente en el concreto. Un buen color depende de la pureza del pigmento, del porcentaje de sustancia colorante, de su finura y granulometría. Entre más pigmentos se añadan a la mezcla, más intenso será su color. Sin embargo, se recomienda no pasar del 10% de pigmentos en la mezcla para no tener exceso de partículas finas, (Cymper, 2019).

Dentro de los pigmentos, existen dos tipos, orgánicos (naturales) e inorgánicos (sintéticos). Los primeros provienen de los óxidos de metales, óxidos de cromo y de manera

casi exclusiva de los óxidos férricos y ferrosos, que son tomados de extracciones mineras. Al ser extraídos, estos son calcinados a elevadas temperaturas y pasan por varios tamices para controlar su color y reducir el tamaño de las partículas (7 a 5 mm). Posteriormente, se hace pasar por varios rodillos que reducen su tamaño hasta alcanzar un rango de partícula que va desde las 10 a las 50 micras, (Heubach, 2019).

Los pigmentos inorgánicos, en cambio, se obtienen por medio de la precipitación química de cristales de sulfatos ferrosos e hidróxidos de sodio, utilizando aire comprimido como catalizador y añadiendo, fundamentalmente, óxido de hierro, cromo o cobalto, entre muchos más, en cantidades precisas, para formar óxidos de mineral en forma de pasta. Esta pasta, una vez neutralizada y con el pH requerido, es sometida a un proceso de rodillos y tamices para volverlos polvo, (Grupo Argos, 2019).

En la producción de prefabricados, los pigmentos deben utilizarse con sumo cuidado para no alterar el tono final del producto que puede variar por la cantidad y el color del cemento, las cantidades de agua, pigmento, y el color de los agregados. La norma técnica colombiana NTC 3760, y la norma estándar ASTM C192, hacen referencia a las especificaciones para pigmentos para concreto coloreado integralmente, (Pérez y Villareal, 2016).

Las características de los pigmentos apropiados para concreto (GC Colors, 2013), son:

- Resistencia elevada a los álcalis (el cemento y la cal son de naturaleza alcalina).
- Resistencia a la acidez, pues muchos elementos de cemento se pueden encontrar sometidos a condiciones ambientales de cierta acidez.
- Resistencia a la radiación solar.
- Compatibilidad con los sistemas acuosos, ya que los morteros y hormigones necesitan agua para fraguar.
- Granulometría óptima que asegure un buen anclaje en la estructura del concreto.

Las empresas que comercializan pigmentos para concreto en Colombia son, Minerales Industriales S.A, Sumicol, Minerales industriales de Colombia COLMINERALES S.A.S., Toxement, y el Grupo Sika (Sika@Colorcreto), (Sumicol, 2019). Los principales pigmentos utilizados para colorear morteros y hormigones se establecen en la Tabla 6.

**Tabla 6.**  
Principales pigmentos utilizados en productos cementosos

COLOR	PIGMENTOS
Blanco	Dióxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> ).
Amarillos	Óxido de hierro amarillo o hidróxido de hierro (FeOOH). Amarillo de Titanio y Níquel.
Rojos	Óxido de hierro rojo (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).
Negros	Óxido de hierro negro (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ). Negro carbón (también llamado negro de humo). Negro sólido.
Verdes	Óxido de Cromo Verde (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ). Espinela inversa de mezcla de óxidos metálicos [(Co, Ni, Zn) <sub>2</sub> ] y [(Ti, Al) O <sub>4</sub> ]. Verde de hierro. Laca P.G. 8.
Azules	Azules de Cobalto Azules ultramar Azules de Ftalocianina
Marrones y Naranjas	Estos pigmentos se obtienen sin dificultad mediante mezclas de los tres tipos de óxidos de hierro.

Nota: Recuperado de Pigmentos para cementos y hormigón, (CYMPER, 2019).

## – Análisis de precios del producto

### ➤ Análisis de precio

Colombia destaca por ser un mercado en el que la demanda es especialmente sensible a la variable precio. Los precios de los materiales de construcción sufren grandes variaciones, y se ven fuertemente condicionados por los altos costes logísticos del país y por la falta de formación del personal, que hacen que haya mayores requerimientos de trabajadores para compensar sus carencias técnicas, lo que encarece el proceso de producción y disminuye la productividad, convirtiendo al producto final en más caro y menos competitivo. También es destacable el gran número de empresas informales existentes en el país y que realizan una competencia desleal a las que están organizadas y legalizadas, ejerciendo una fuerte presión sobre los precios a la baja, (Arce y Serrano, 2015).

Los precios de los ladrillos están supeditados a factores de los niveles de oferta, conforme a los volúmenes de producción. En periodos de alta oferta las ladrilleras empiezan a competir en precios entre los diferentes intermediarios y clientes, para conseguir aumentar sus ventas y disminuir sus inventarios. Para la adjudicación de precios se usan dos técnicas, la primera es en base a los precios de la competencia y la segunda en base los costos de producción, (Benavides y Heredia, 2012).

**Tabla 7.**

Precios de bloques de concreto al por mayor

DESCRIPCIÓN*	UNIDADES EN m <sup>2</sup>	VALOR UNITARIO	OBSERVACION
Bloque de concreto 10 * 20 * 40	12.5	\$ 1.900	Bloque utilizado en muros internos por ser delgado, ideal para divisiones.
Bloque de concreto 12 * 20 * 40	12.5	\$ 2.000	Bloque versátil, usado en muros internos y externos
Bloque de concreto 15 * 20 * 40	12.5	\$ 2.100	Bloque estructural para construcciones de mayor espesor y resistencia.
Bloque de concreto 20 * 20 * 40	12.5	\$ 2.500	Bloque de hormigón altamente resistente, ideal para estructuras y columnas.
Bloque Texturado 15 * 20 * 40	12.5	\$ 2.300	Bloque estructural, usado en fachadas o en interiores, no requiere revestimiento.
Bloque Texturado 20 * 20 * 40	12.5	\$ 3.050	Bloque estructural, usado en fachadas o en interiores, no requiere revestimiento.

*Nota:* Recuperado de Cotizaciones Bloques de Cemento, Materiales de Construcción, (METROBLOCK, 2019). \*Espesor, alto y largo

La determinación del precio de venta es un punto importante que debe atender la empresa, puesto que el precio, es uno de los elementos que el cliente considera a la hora de comprar. La base para calcular el precio de venta es el costo total del producto más el margen de utilidad deseada, razón por la cual la importancia de que la empresa cuente con un adecuado sistema de costos el cual permita calcular el costo del producto basados en información real y oportuna, (Lagua, 2015). Con la sumatoria de los tres componentes del costo: materia prima, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, se establece el costo unitario final de cada bloque de concreto, (Tiria, 2017). En la Tabla 7, se encuentran los precios actuales del bloque de concreto al por mayor, en el mercado colombiano.

Si tenemos en cuenta que los costos directos de fabricación alcanzan cerca del 64% del valor de cada bloque y que solo el 23% pertenece a los costos indirectos de fabricación, es importante centrar la atención en los primeros. De ese 64%, un 56% pertenece al costo de la materia prima, en este orden el primero a controlar es el cemento, luego los agregados y

por último el agua. Por lo tanto, una de las claves para lograr un precio competitivo sin afectar la resistencia es elaborar el diseño de mezcla correcto, (Grupo Argos, 2019), donde por cada unidad producida se empleen en proporción de 1:5:2, cemento: arena: gravilla, teniendo en cuenta que sólo se deben producir 27 bloques por bolsa de cemento, (Universidad José Cecilio del Valle, 2009).

La política de aumento de precios en los productos se hace de acuerdo a la inflación para cada año, (Bolaño y Zapata, 2010). El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) reportó que el alza del índice de Precios del Consumidor (IPC) en enero 2020 fue de 0,42%, lo que se tradujo en una cifra anual de 3,62%, (Mariño, 2020). En la Figura 16 se evidencia que el comportamiento de la inflación durante los últimos años ha sido muy variable, este tipo de alzas afectan los precios de los bloques de concreto principalmente por el aumento en los costos de los insumos de producción, que para febrero de 2020 fueron, cemento gris 18,54% y aditivos 12,15%, (DANE, 2020).

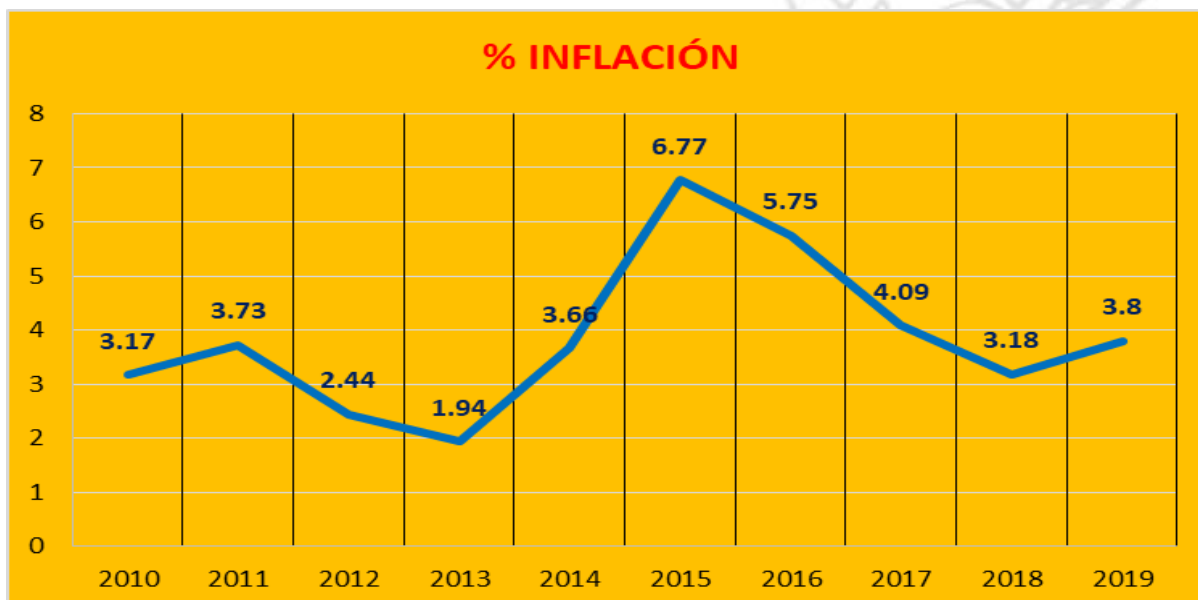


Figura 16: Comportamiento de la inflación en Colombia (2010-2019).  
Fuente: (DANE, 2014), (INCP, 2012), (Banco de la República, 2019).

**Tabla 8.**  
*Proyección de precios RCD PREFABRICADOS S.A.S.*

PROYECCIÓN DE PRECIOS RCD PREFABRICADOS S.A.S								
AÑO	BLOQUE DE CONCRETO				BLOQUE TEXTURADO			
	10*20*40	12*20*40	15*20*40	20*20*40	10*20*40	12*20*40	15*20*40	20*20*40
1	\$ 1.850	\$ 1.950	\$ 2.050	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 3.000	\$ 3.500	\$ 4.000
2	\$ 1.850	\$ 1.950	\$ 2.050	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 3.000	\$ 3.500	\$ 4.000
3	\$ 1.850	\$ 1.950	\$ 2.050	\$ 2.400	\$ 2.400	\$ 3.000	\$ 3.500	\$ 4.000
4	\$ 1.955	\$ 2.009	\$ 2.112	\$ 2.472	\$ 2.448	\$ 3.060	\$ 3.570	\$ 4.080
5	\$ 2.014	\$ 2.067	\$ 2.173	\$ 2.544	\$ 2.520	\$ 3.150	\$ 3.675	\$ 4.200
6	\$ 2.072	\$ 2.126	\$ 2.235	\$ 2.616	\$ 2.592	\$ 3.240	\$ 3.780	\$ 4.320
7	\$ 2.131	\$ 2.186	\$ 2.298	\$ 2.690	\$ 2.665	\$ 3.332	\$ 3.887	\$ 4.442
8	\$ 2.190	\$ 2.248	\$ 2.363	\$ 2.766	\$ 2.741	\$ 3.426	\$ 3.997	\$ 4.568
9	\$ 2.248	\$ 2.312	\$ 2.430	\$ 2.845	\$ 2.819	\$ 3.524	\$ 4.111	\$ 4.698
10	\$ 2.307	\$ 2.377	\$ 2.499	\$ 2.926	\$ 2.899	\$ 3.623	\$ 4.227	\$ 4.831

Nota: El contenido de la tabla fue realizada por el autor.

Por lo anterior, la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., tendrá una congelación de precios los tres primeros años de comercialización, y a partir del cuarto año se hará un incremento del 3% anual en los bloques de concreto liso y del 2% anual en los bloques texturados. En la Tabla 8 se presenta la proyección de precios a diez años.

– **Análisis del mercado distribuidor**

➤ **Canales de comercialización y distribución**

La importancia del sistema de distribución recae sobre el impacto que genera sobre los volúmenes de venta y entre otras consecuencias, incide en la rentabilidad del capital, (FONAES, s.f.). La cadena de distribución de los materiales de construcción puede definirse como la gestión de los medios de transporte, las instalaciones empleadas para el cargue y descargue, los materiales que son distribuidos para satisfacer la demanda de los clientes, en donde también interfieren variables de calidad, lugar y costos, (UPME, 2014).

La mayoría de participantes en el mercado objetivo manifiestan adquirir los bloques de concreto de manera directa con el fabricante, es decir, el sistema de comercialización es netamente personalizado y pactado entre la gerencia y el cliente. Por tanto, la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., implementará estrategias administrativas que permitan que los clientes comprendan la importancia que tiene para la empresa un buen ambiente de comunicación y la calidad de los productos, de esta manera conquistar un porcentaje del mercado.

Los canales de comercialización que se utilizarán en la empresa son:

- Canal 1: Directo  
En su primera etapa productor (fabricante) y segunda etapa consumidor final, se puede visualizar de la siguiente manera:  
Productor (fabricante) → Consumidor final.  
RCD PREFABRICADOS S.A.S. → Empresas constructoras, propietarios de vivienda, ingenieros, arquitectos o maestros de obra.
- Canal 2: Indirecto  
En su primera etapa productor (fabricante) segunda etapa mayorista y tercera etapa consumidor final, se puede visualizar de la siguiente manera:  
Productor (fabricante) → Minorista y Mayorista → Consumidor final.  
RCD PREFABRICADOS S.A.S. → Distribuidoras y comercializadoras de material mayorista, distribuidoras y comercializadoras minoristas (ferreterías o depósitos de materiales) → empresas constructoras, propietarios de vivienda, ingenieros, arquitectos o maestros de obra.

➤ **Descripción de canales de distribución del proyecto**

En este proceso de comercialización, la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S. hará llegar el producto a los consumidores, tomando como criterio las ventajas y desventajas de los canales utilizados por la competencia, ofreciendo los canales de distribución directo e indirecto. Para ello se tendrá en cuenta dos aspectos importantes, el primero es que, los transportadores son las unidades especializadas de los canales de distribución, debido a que permiten el movimiento del producto desde la fábrica hasta el consumidor, (Arce y Serrano, 2015).

Y lo segundo es que, los principales clientes de las empresas fabricantes de bloques de concreto son los distribuidores mayoristas y minoristas (ferreterías y depósitos de materiales

de construcción) y las empresas constructoras. Por tanto, los distribuidores mayoristas y minoristas generan eficiencia en los canales de distribución donde intervienen, ya que reducen el número de contactos necesarios para que los clientes finales obtengan su producto. En Antioquia, algunos de los principales distribuidores mayoristas y minoristas, son: Homecenter, Easy, Cacharrería Mundial, Ferretería Multialambres, Home Sentry, Casa ferretera, entre otras, (Sierra, Moreno y Silva, 2015).

Los dos canales de distribución empleados en el proyección se describen a continuación:

- Canal Directo: corresponde a la venta directa de los bloques de concreto y RCD, que se realiza por parte de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S. al consumidor final sin hacer uso de intermediarios. La ventaja de hacer uso de este tipo de canal es que permite tener un mayor control sobre los productos o sobre la venta, es decir, permite que la empresa se asegure de que los productos sean entregados en buenas condiciones y de ofrecer un buen servicio de atención al cliente. Además, el canal directo permite al cliente conocer componentes y calidad del producto y realizar su pedido con antelación para la entrega final del mismo.
- Canal Indirecto: Implica vender a intermediarios, quienes se encargarán de distribuir u ofrecer el producto al consumidor final. Este sistema es de gran beneficio cuando el cliente final no consume grandes volúmenes, por lo que es el intermediario quien solicitará un alto número de unidades, para luego ofertar los productos en pequeñas cantidades. El intermediario deberá ser considerado como cliente y socio simultáneamente, comprendiendo sus objetivos, necesidades y operaciones, ofreciendo buenos términos de negociación y reventa e incentivando la lealtad y entusiasmo.

#### ➤ Descripción operativa de la trayectoria de comercialización

La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., contará con un coordinador de mercadeo y ventas, encargado de comercializar los bloques de concreto y el servicio de asesoría y acompañamiento técnico en el proceso de demolición selectiva. Considerando el servicio al cliente, como un aspecto importante que ayudará a facilitar la penetración en el mercado. El área de mercadeo y ventas debe estar coordinada con el área de producción de manera sistematizada, así que, en el momento en el que se realiza la solicitud de un pedido, el mismo entra en una cola de producción que el propio sistema maneja y que utiliza para el procesamiento de órdenes y control de inventarios, esto como un principio de responsabilidad con el cliente, para que los bloques entregados cumplan con los estándares de calidad establecidos en la norma técnica colombiana NTC 4026.

Estrategias de distribución: Debido a la ubicación de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., la distribución del producto se realizará principalmente en la región nordeste y se extenderá a todo el departamento de Antioquia, bajo la siguiente estrategia:

- Venta directa en fábrica: en este caso, los compradores llegarán directamente a la empresa y se encargarán del transporte de los bloques hasta su lugar de destino.
- Ventas a través del asesor comercial: el coordinador de mercadeo y ventas, será el comisionado para coordinar la asesoría comercial, de quienes se encargaran de realizar las visitas a los clientes. El transporte y distribución de los bloques de concreto se realizará en un camión con una capacidad de carga de 4.5 toneladas para entregar en las distintas obras donde se halla requerido el material o desarrollando alianzas estratégicas con empresas de transporte de materiales, con un costo de flete competitivo. Sin embargo, en la actualidad algunos clientes envían su propio transporte por el producto, generalmente esto lo hacen las distribuidoras mayoristas y minoristas (ferreterías y depósito de materiales de construcción).



- Ventas en línea: los clientes podrán hacer cotizaciones, pedidos y pagos en línea por medio de una aplicación para equipos fijos y móviles. En la Tabla 9, se puede apreciar el presupuesto necesario para la distribución de los bloques de concreto.

**Tabla 9.**

*Presupuesto de distribución*

DETALLE	ANUAL
Camión turbo t.45 1995	\$ 25'000.000
Combustible	\$ 3'400.000
Seguros	\$ 636.650
Revisión técnico mecánica	\$ 322.800
Mantenimiento y otros	\$ 500.000
<b>Total</b>	<b>\$ 29'859.450</b>

*Nota:* Recuperado de Tarifas SOAT 2020 (SURA, 2020), Precios de Combustibles Año 2020 (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2020)

– **Plan de mercadeo.**

- **Producto:** desde el primer momento de producción, se velará porque el producto cumpla con los estándares de calidad en la norma técnica para bloques de concreto, que permitan darle una imagen que este muy por encima de sus competidores. Esto se logrará capacitando a los operarios sobre el proceso de fabricación y realizando controles en todas las etapas de producción para que tanto el personal, las materias primas y el producto final alcancen los niveles de satisfacción deseados por la empresa.
- **Precio:** con el fin obtener una ventaja de posicionamiento en el mercado, el precio de los bloques de concreto y RCD lisos tendrán un precio por debajo de los competidores, sin embargo los bloques texturados tendrán un valor por encima de la competencia, en este caso el factor diferenciador será el diseño y el color. La variación que pueda sufrir el precio de los productos estará contemplada por la gerencia de acuerdo a la sistema inflacionario, si la inflación en el país no tiene cambios significativos el precio se congelará los primeros tres años de constitución de la empresa. A partir del cuarto año el precio tendrá un incremento gradual del 3% año a año para los bloques lisos y del 2% para los bloques texturados. Adicionalmente, se manejaran precios especiales en altos volúmenes de compra y clientes recurrentes.
- **Plaza:** La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., estará ubicada en el municipio de Amalfi, ofreciendo bloques de concreto en el departamento de Antioquia, principalmente en la región nordeste. A corto plazo se deben realizar acuerdos comerciales con distribuidoras mayoristas y minoristas de la región.
- **Promoción:** la promoción del producto se hará mediante las siguientes estrategias, primeramente con formación de la fuerza de ventas, inicialmente con una sola persona que será el coordinador de mercadeo y ventas, y quien mediante la creación de una línea de atención oriente a los clientes sobre la calidad, compra y distribución de los productos, para alcanzar un nivel de expansión en la comercialización de los bloque de concreto y residuos de construcción y demolición, con la que se pretende llegar a un mayor número de clientes con un mínimo de inversión. A su vez, se desarrollará una página web donde se explique con claridad las características del producto, y se puedan realizar cotizaciones y pagos en línea.

Por otra parte, dentro del personal de trabajo habrá un vendedor, encargado de realizar visitas a las distribuidoras mayoristas y minoristas, y a las empresas de construcción

para ofrecer el producto a través de catálogo de ventas y el servicio de asesoría, acompañamiento y recolección de los residuos de construcción y demolición. Además, la empresa tendrá un punto de venta ubicado en el lugar de producción, uno de los aspectos importantes que se debe resaltar a la hora de promocionar la empresa, es el valor agregado de los bloques puesto que la utilización de residuos de construcción y demolición dentro del proceso de fabricación, contribuyen en la protección y conservación del medio ambiente.

Adicionalmente, el vehículo donde se realizará la distribución del producto, estará debidamente identificado con el logo de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S. la ubicación geográfica y los datos de contacto directo con la empresa. Si se tiene en cuenta que el producto tiene un detalle estético, las estrategias de comercialización deben darse por medios visuales, como son: comerciales de televisión, pancartas, vallas, colocadas en puntos estratégicos cerca de los proyectos de construcciones y en los lugares con mayor expansión en este tema de tal forma que el cliente potencial reciba el mensaje y pueda tomar una decisión de compra. Por otra parte, la empresa aplicará descuentos por volúmenes de ventas esto quiere decir que aquellos clientes que superen las 100.000 unidades tendrán un descuento del 5%, adicionalmente se podrá aplicar por pronto pago un descuento del 2%.

- Planes de control de calidad: El control de calidad son todos los mecanismos, acciones, herramientas que se realizan para detectar la presencia de errores. Como tal, la función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada (García, s.f.). De acuerdo con esto se comenzará con fases de revisión de la producción, puestos de trabajo, funciones e indicadores de gestión por área, para que de ellos se deriven reuniones semanales en donde la gerencia sea informada sobre los avances de producción, las restricciones de tiempos y tareas y las mejoras necesarias de incluir en los planes a corto plazo.

Así mismo, se tomaran muestras para análisis en el laboratorio, de cada lote de productos fabricados. Con esto, se busca desarrollar soluciones que permitan disminuir los costos y tiempos de producción por productos imperfectos. Optimizando todo el proceso de producción, lo que permite la entrega puntual del producto con la calidad que exige la norma. Igualmente, los bloques se remitirán debidamente empacados e identificados por el nombre, tipo, color y tamaño. El material remitido a granel, será etiquetado o identificado en obra.

Este diseño de estrategia de comercialización abarca aspectos como el precio que resulta ser una variable susceptible debido a los ingresos de la población, hasta la calidad del producto. Esta última, será la carta de presentación de la empresa, que acompañado de un precio de venta medianamente por debajo de la competencia, se convierte en un factor de diferenciación en el mercado. Para ello se emplearán alternativas de penetración o de conquista de clientes y alternativas de comercialización.

#### ➤ **Alternativa de penetración en el mercado.**

- Estrategias de competitividad: La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., aprovecharía la ventaja de ser la única fábrica de bloques de concreto en la región nordeste de Antioquia. De esta manera podría adquirir mayor control sobre segmentos de mercado como, distribuidores minoristas (depósitos y ferreterías), propietarios de vivienda y empresas constructoras que se encuentren operando en la región. Lo que

significaría una disminución en los costos de transporte, y se vería reflejado en el costo total para el cliente.

- Estrategia de precios: al incursionar en el mercado la empresa penetraría con precios más bajos que la competencia, con la utilidad adecuada. En el caso del acompañamiento técnico para el proceso de demolición selectiva, el servicio se prestará sin costo, con el fin de obtener la materia prima para la fabricación de los bloques. El precio de venta de los bloques se fijará teniendo como referencia los precios de la competencia y el método del costo total, es decir, los costos de producir, administrar y vender el producto, más la utilidad deseada.
- Estrategia promocional: se tendrán descuentos del 5% para aquellos clientes que compren de contado o superen las 100.000 unidades. Igualmente, se harán ventas a crédito para los distribuidores mayoristas y minoristas, máximo dos meses y se podrá aplicar por pronto pago un descuento del 2%.

➤ **Alternativa de comercialización.**

- Estrategia servicio al cliente personalizado: se realizarán visitas a empresas constructoras, con el fin de comercializar el producto en ferreterías, constructoras o directamente al consumidor final de forma personalizada; brindando asesoría los aspectos técnicos y usos de los bloques de concreto y residuos de construcción y demolición. De otra parte, se realizara una estrategia de pre y post venta, donde el cliente externo pueda plantear sus sugerencias y necesidades, para corregir posibles fallas en el proceso de producción o en la promoción del producto. Estas serán analizadas y atendidas con prontitud para que el cliente vea satisfecha su solicitud.
- Estrategia de flexibilidad de compra: generalmente las ventas de bloques de concreto se hacen por millares, sin embargo se pueden comercializar por m<sup>2</sup> con el fin de evitar desperdicios y para que las personas que están realizando remodelaciones puedan acceder al producto con los precios de fábrica.
- Estrategia de comunicación: la empresa tendrá una página web, donde los clientes obtendrán información sobre la visión y la misión, además de un portafolio de productos y servicios para dar a conocer a los clientes o potenciales clientes cuál es el trabajo que realiza la empresa. Con el portafolio no solo se da a conocer lo que se vende, sino que también se demuestra un trabajo de calidad y un interés directo por lo que busca el cliente, permitiendo incluir datos de relevancia e información sobre la dimensión, valor agregado, formas de pago, precios y promociones. Además, se promocionarán los productos a través de Facebook y Twitter. En la Tabla 10, se encuentra el presupuesto de los gastos de comunicación.

**Tabla 10.**  
*Gastos de comunicación*

DETALLE	COSTO
Portafolio de productos	\$ 300,000
Página web	\$ 1,500,000
Tarjetas de presentación	\$ 100,000
Aviso publicitario externo	\$ 350,000
Redes sociales	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 2,250,000</b>

*Nota:* Realizado por el autor.

– **Análisis FODA**

**Tabla 11**  
Matriz FODA

<b>MATRIZ DAFO</b>	
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
1. Es un producto nuevo que aún no está posicionado en el mercado	1. Competencia con el ladrillo convencional del mercado
2. La comunidad en general no está familiarizada con el producto	2. Desabastecimiento del material reciclado
3. Débil cultura en procesos de separación en la fuente	3. Materiales contaminados
4. Falta de recursos financieros para comenzar el proyecto	4. Causas políticas y/o gubernamentales
5. Falta de liquidez	5. Limitado recurso financiero
6. Falta de activos en general	6. Mal manejo de los recursos
7. Mano de obra no calificada	7. Inestabilidad económica
	8. Precios de insumos afectados por la inflación
	9. Agotamiento de las minas de materia prima
	10. Excesivos costos de transporte
	11. El entorno económico mundial y nacional genera incertidumbre para iniciar proyectos empresariales
<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
1. Producto ayuda a proteger y conservar el medio ambiente.	1. Aprovechamiento de los conocimientos obtenidos durante la formación académica
2. Producto con propiedades de resistencia a la comprensión, brinda aislamiento térmico y acústico.	2. Aparición en el mercado regional
3. Costos bajos en la producción del bloque por debajo del mercado	3. Disminución de residuos de construcción y demolición en la región
4. Ubicación geográfica estratégica	4. Mejoramiento de la calidad de vida de los empleados
5. Servicio de calidad	5. Generación de empleo e ingresos
6. Personal calificado	6. Aprovechamiento de materiales reciclados
7. Infraestructura apropiada	7. Aumento de la vida útil de las escombreras.
8. Productos diversificados de alta calidad	8. Incremento en la construcción de VIS y NO VIS
9. Ingreso de nuevos materiales de construcción al mercado	9. Disminución de puntos críticos por contaminación en la región
10. Materia prima a bajo costo	10. Mejoramiento del paisaje
11. Facilidad en la obtención de la materia prima	11. Tendencia al uso de productos que protegen el medio ambiente
12. Menor costo de producción	12. Apoyo de las entidades ambientales
13. Valor de venta menor que la competencia	13. Entrada al mercado de la construcción a empresas ambientalmente sostenibles
14. Se puede competir con nuevas ideas en diseños	14. Mercado insatisfecho, la demanda es mayor que la oferta

*Nota:* Realizado por el autor

El análisis FODA o DAFO es una técnica de diagnóstico de una empresa, que se basa en la detección y el análisis del impacto de las fuerzas internas y externas de su ambiente, las cuales permiten conocer la situación actual de la empresa y poder tomar las mejores decisiones para resolver problemas y alcanzar el logro de las estrategias (Castillo, 2015). La Tabla 11 corresponde a la matriz FODA por medio de la cual se determinaron las debilidades, oportunidades, amenazas y fortalezas que debe tener en cuenta la empresa

antes de comenzar a operar en el municipio de Amalfi y que han servido de base para el plan de negocios para la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S.

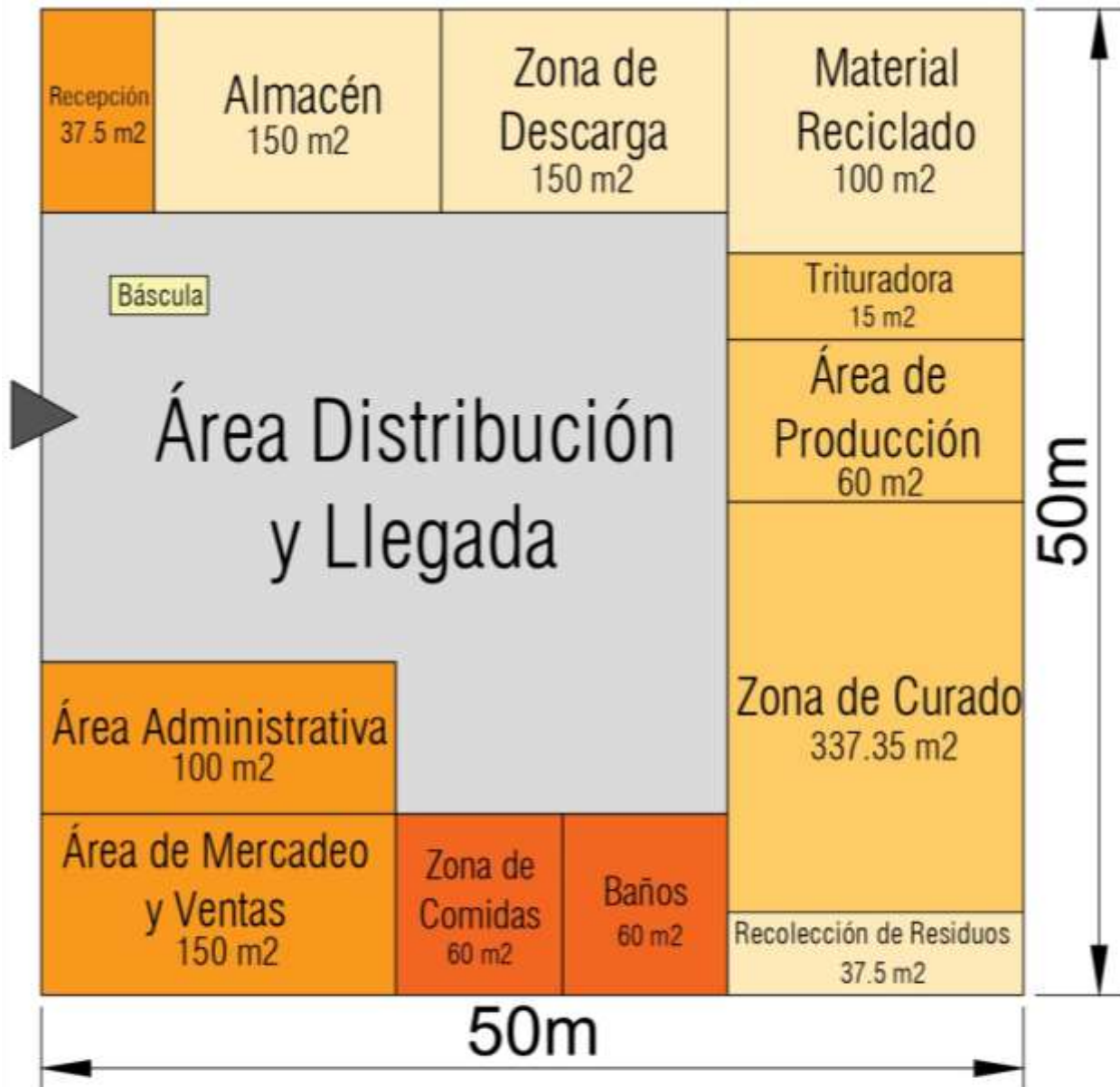
## **Estudio técnico**

### **➤ Tamaño de planta / capacidad para la prestación del servicio.**

El área total requerida para la planta transformadora de RCD es de 2500m<sup>2</sup>, distribuidos de la siguiente manera, 150m<sup>2</sup> para el almacén de insumos, 150m<sup>2</sup> para la zona de descarga de los residuos de construcción y demolición, 15m<sup>2</sup> para el emplazamiento de la máquina trituradora, el material procesado se depositará en un espacio de 100m<sup>2</sup>, la máquina mezcladora, la máquina vibradora semiautomática y sus respectivas circulaciones en 60m<sup>2</sup>, 337.5m<sup>2</sup> para la zona de curado de los bloque de concreto y RCD, el área de recolección de residuos sólidos 37,5m<sup>2</sup>, las zonas sanitaria y de comidas 60m<sup>2</sup> cada una, 150m<sup>2</sup> de acopio de productos terminados, 100m<sup>2</sup> para el área administrativa y 6m<sup>2</sup> la báscula de plataforma, el espacio restante corresponde a zonas de acceso y circulación de personal y vehículos de carga, tal y como se describe en la Figura 17.

La capacidad instalada, está íntimamente ligada a la relación hombre - máquina es decir la capacidad máxima de funcionamiento de la maquinaria, con el número óptimo de operarios, para llegar al equilibrio de efectividad en la producción y no desperdiciar ninguno de los elementos, (Granillo, 2011). En el caso de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., con un funcionamiento continuo de 8 horas diarias, 4 operarios en el proceso de mezclado y compactado, una trituradora de mandíbula, una mezcladora de concreto y una máquina vibradora semiautomática la capacidad de producción sería de 6400 unidades por día.

Por tanto, la capacidad diseñada de la planta transformadora de RCD será de 6400 unidades de prefabricados de concreto diarias, es decir 89.6 toneladas, correspondientes a 6,8 toneladas de material granular recuperado al día. Dado que la meta de participación del mercado tiene un horizonte de un año, se empleará toda la capacidad de producción, con el fin de conseguir inventario y disminuir el tiempo de entrega de los pedidos, teniendo en cuenta los márgenes de eficiencia del proyecto recién en ejecución.



<p><b>Zona Administrativa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Área administrativa 100m<sup>2</sup></li> <li>Área de Mercadeo y Ventas 150 m<sup>2</sup></li> <li>Recepción 37.5 m<sup>2</sup></li> </ul>	<p><b>Producción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trituradora 15m<sup>2</sup></li> <li>Área de Producción 60 m<sup>2</sup></li> <li>Zona de Curado 337.35 m<sup>2</sup></li> </ul>
<p><b>Servicios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zona de Comidas 60m<sup>2</sup></li> <li>Baños 60 m<sup>2</sup></li> </ul>	<p><b>Almacenamiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacen 150m<sup>2</sup></li> <li>Zona de Descarga 150 m<sup>2</sup></li> <li>Material Reciclado 100 m<sup>2</sup></li> <li>Recolección de Residuos 37.5 m<sup>2</sup></li> </ul>

Figura 17: Distribución de la planta RCD PREFABRICADOS S.A.S.  
Fuente: Autor

## ➤ Localización

Para la determinación del lugar geográfico en el que se implementará el proyecto se analizaron la disponibilidad y costo de la mano de obra, de la materia prima y del transporte del producto terminado hasta los centros de consumo, la accesibilidad al sitio, el cumplimiento de las normas establecidas sobre el uso del suelo en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Amalfi Antioquia y las restricciones ambientales con respecto a emisiones y vertimientos. Para ello se analizaron 3 zonas, Corregimiento Portachuelo, vereda La Víbora y el sector La Cuelga zona industrial.

El corregimiento de Portachuelo fue descartado por las condiciones de inaccesibilidad que presenta la carretera para vehículos de tráfico pesado, al ser una vía destapada, es decir, no está pavimentada. De igual manera, el sector La Cuelga zona industrial se descartó, debido a que en el EOT se encuentra prohibido desarrollar actividades de transformación de escombros en este sitio, puesto que el Parque Ecológico Julio Assuad y algunas viviendas se encuentran ubicadas cerca de allí, (Alcaldía de Amalfi, 2018).

Por tanto, se decidió realizar el proyecto en la vereda La Víbora, que se encuentra ubicada en la vía Amalfi - Medellín a 2,9 km del área urbana del municipio y a 0,76 km de la mina La Muñoz, donde se realiza clasificación de materiales petreos para construcción, y quienes serian los proveedores de los agregados para la fabricación de los bloques de concreto, como se evidencia en la Figura 18 y Figura 19. Asimismo, esta vía conduce hacia los demás municipios del nordeste antioqueño, como son Yolombo, Yalí, Vegachí, Remedios, Segovia, Santo Domingo, Cisneros, San Roque y Anorí.



Figura 18. Localización de la empresa RCD prefabricados S.A.S.  
Fuente: Google maps



Figura 19. Ubicación de la empresa RCD prefabricados S.A.S. respecto a la mina La Muñoz  
Fuente: google maps

## - Ingeniería del proyecto

### ➤ Descripción del proceso de producción

La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., con planta en el municipio de Amalfi Antioquia, realizará dos tipos de actividades, la primera tiene que ver con el servicio de asesoría, gestión y tratamiento de los RCD en obra, en todo el nordeste antioqueño y la segunda con la producción de bloques de concreto a partir de los residuos de construcción y demolición, que se comercializarán en todo el departamento.

El servicio de asesoría, gestión y tratamiento de los RCD en obra, se obtendrá teniendo en cuenta los sistemas de control ambiental como la Resolución 0472 del 28 de febrero de 2017 y la norma técnica colombiana NTC 6093 de Etiquetas ambientales Tipo 1, que expone los criterios ambientales para otorgarle el sello ambiental colombiano a los prefabricados en concreto, (ICONTEC, 2014).

El proceso de producción de los bloques de concreto se compone de la compra de materia prima, que se realiza a los proveedores de insumos como son las canteras que abastecen a las plantas de arena, grava y cemento. La recepción y almacenamiento de materias primas, el procedimiento de dosificación donde se hace la medición de los elementos que componen la masa, el proceso de mezclado para la obtención de una masa homogénea y la conformación del producto, (Sebrae Brasil, 2015).

Para la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., la primera etapa parte de la asesoría y sensibilización de los clientes y trabajadores sobre la clasificación de los RCD, de tal forma que hagan la demolición separando y depositando los residuos en un contenedor diferente, por ejemplo: maderas, hierro, ladrillos y concreto compactado. El número y tamaño de dichos contenedores será proporcional al volumen de RCD generados y al tamaño del proyecto (Mercante, 2007). Para realizar correctamente las actividades de separación de materiales es necesario capacitar al personal de trabajo en las obras, cultivando una



conciencia ambiental que los beneficie a ellos, a la constructora o personas naturales que estén construyendo y al medio ambiente, (Escandón, 2011).

Posteriormente se realiza la recolección y transporte de RCD desde la obra hasta la planta de tratamiento. Para esta actividad, los vehículos deben cumplir lo establecido en el artículo 6 de la resolución 0472 de 2017, donde se establece que, la carga deberá ser acomodada de tal manera que su volumen esté a ras del platón o contenedor, en el momento de cargar o descargar los RCD se debe evitar la dispersión de partículas, cubriendo la carga durante el transporte, impidiendo el contacto de esta con la lluvia y el viento, (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017). Así mismo, los vehículos utilizados para esta actividad deben cumplir con las normas vigentes de tránsito, transporte y emisiones atmosféricas, (CAR, 2018).

Cuando los camiones cargados de RCD llegan a la planta, se hace la recepción y pesaje. Los conductores informan la tipología del residuo y obra de origen, se procede con la inspección y certificación de la idoneidad de la carga, separando los RCD reciclables y almacenándolos. Residuos como papel, plástico, metal y madera, se pueden agenciar con las industrias de reciclaje local, las cuales pueden realizar el aprovechamiento y gestión de lo que significa una disminución directa del volumen de RCD estimado originalmente para su disposición final en la escombreras (Mercante, 2007). Los residuos de ladrillo cerámico, concreto mezclado, lozas, etc., serán depositados en un predio ubicado en la carrera 30 del municipio del municipio de Amalfi, donde hay apiques o cúbicos procedentes de actividades de minería y que por recomendación de Corantioquia, deben llenarse con escombros resultantes de demoliciones, con el fin de hacer recuperación paisajística, (Alcaldía de Amalfi, 2002).

Los RCD reciclables, que serán aprovechados por la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S. son, el concreto compactado producto de columnas, vigas, mortero o revestimientos y los bloques de concreto averiados, estos serán transportados por medio de una pala mecánica y depositados en la tolva de alimentación, iniciando el proceso de trituración, después una cinta transportadora conducirá el material a una criba vibratoria, que procede a clasificarlo según su granulometría, en dos tipos de agregados; agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso, de acuerdo a la NTC 174 de Especificaciones de agregados para concreto (ICONTEC, 2000). Una vez obtenido el agregado procedente de la trituración, será ubicado al interior del patio de agregados reciclados.

Para unidades de mampostería los estándares internacionales estipulan que la resistencia mínima a compresión de los agregados con los cuales se fabricarán los ladrillos, debe ser de 7 MPa (British Standard, 2000) comparada con la especificación nacional dada en la NTC 4026 que es de 6 MPa (Poon, 2006). La granulometría del agregado grueso (gravilla) para la producción de bloques y ladrillos se considera de un tamaño máximo de 10 mm y del agregado fino (arena) de un tamaño de 5 mm hasta el polvo (Wattanasiriwech, 2009).

Para la fabricación del producto bloques de concreto, se debe seguir el siguiente proceso:

- Pesado: el cemento y los agregados, minerales y reciclados, deberán ser previamente pesados en balanzas de precisión en las cantidades especificadas. En una dosificación en volumen de 1:5:2 de cemento, arena y gravilla respectivamente (Arrieta & Peñaherrera, 2001), de tal forma que los RCD empleados ocupen el 25% de la parte correspondiente a la gravilla. Según la normatividad colombiana el cemento a usar es

Portland tipo 1. En el caso de fabricación de bloques con color, se reemplaza un 10% de la cantidad de cemento por el pigmento en polvo.

- Mezclado: para la homogenización de la mezcla se utiliza una mezcladora vertical, primero se coloca el agregado grueso, luego la arena de río y posteriormente, se coloca el cemento. Se activa la mezcladora hasta llegar a obtener una mezcla homogénea, con los materiales en seco y con la mezcladora en movimiento, se incorpora el agua lentamente hasta obtener una mezcla homogénea semiseca (Carrasco, 2018). Se debe tener en cuenta que al momento de hacer la mezcla, los agregados reciclados deben encontrarse en un estado de saturación para evitar que absorba el agua de reacción de la mezcla y no se vean afectadas propiedades como la manejabilidad y la resistencia a la compresión, (Escandón, 2011).
- Prensado: luego del proceso de mezclado se procede a colocar la mezcla en cada molde de la bloquera, en este proceso se controla que la altura sea la correcta, y que los lados del bloque sean homogéneos. Se activa la máquina vibradora semiautomática donde por acción mecánica se comprimen hasta alcanzar la consistencia óptima que disminuya al máximo los vacíos en su interior y así conformar el elemento bloque (Carrasco, 2018). El proceso de vibrado se mantiene hasta observar una película de agua en la superficie. El desmolde se debe realizar con cuidado sobre una lata o superficie de madera plana para evitar dañar la unidad (Arrieta & Peñaherrera, 2001).
- Fraguado y curado de los bloques: los bloques recién fabricados son llevados a la cámara de curado y no deben tocarse en las primeras doce horas, para que lleguen a una resistencia suficiente para ser manipulados. En la cámara de curado las condiciones de humedad y temperatura deben ser de 17°C, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse, durante los primeros siete días y puedan terminar el proceso de fraguado y endurecimiento que les dará consistencia y resistencia óptimas. Para evitar que se sequen, se puede rociar agua con una regadora o aspersores (Gamboa, 2005), o en su efecto, cubrirlos con una manta de algodón saturada de agua.
- Toma de muestras: las condiciones de muestreo para bloques prefabricados se describen en la NTC 4024, allí aparece la definición de “lote” que, para este caso, se refiere al número de unidades de mampostería de concreto, de cualquier forma y tamaño, elaboradas por el productor usando los mismos materiales, dosificación, proceso de fabricación y método de curado (Grupo Argos, 2019). La Tabla 12 y la Tabla 13 contienen lo indicado por la norma frente al número de especímenes por lote, para realizar los ensayos de laboratorio y los requisitos para resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso.

**Tabla 12.**

Cantidad de muestras por lote

NÚMERO DE ESPECÍMENES POR LOTE O FRACCIÓN	TAMAÑO DEL LOTE EN UNIDADES
6	10.000
12	10.000 hasta 100.000
6 por cada 50.000 adicional o fracción	Mayores a 100.000

*Nota:* Recuperado de 360 en concreto (GRUPO ARGOS, 2019)

Por supuesto, se indica un número mínimo de unidades o bloques; si se necesitan ensayos adicionales, entonces podrían tomarse más unidades para conformar la muestra. El reglamento NSR-10 señala que, cuando haya que realizar los ensayos sobre lotes recibidos, las muestras deben conformarse con un mínimo de cinco unidades por cada lote

de producción de hasta 5.000 unidades, y no menos de una unidad por cada doscientos 200m<sup>2</sup> de muro construido (Grupo Argos, 2019).

**Tabla 13.**

Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (RC28), EVALUADA SOBRE EL ÁREA NETA PROMETIDA (ANP)			ABSORCIÓN DE AGUA (Aa)% SEGÚN EL PESO (DENSIDAD) DEL CONCRETO SECADO EN HORNO, KG/M <sup>3</sup>		
MÍNIMO, MPA			PROMEDIO DE 3 UNIDADES, MÁXIMO %		
Clase	Promedio de 3 unidades	Individual	Peso liviano, menos 1680kg/m <sup>3</sup>	Peso mediano, de 1680kg/m <sup>3</sup> hasta menos de 2000kg/m <sup>3</sup>	Peso normal, 2000kg/m <sup>3</sup> o más
Alta	13	11	15%	12%	9%
Baja	8	7	18%	15%	12%

Nota: Recuperado de NTC 4026, unidades de concreto para mampostería estructural (ICONTEC, 1997)

Los ensayos de laboratorio deben elaborarse a 7, 14, 21 y 28 días, dado que el concreto es un elemento vivo pues su resistencia aumenta con cada día de vida, lo recomendable es hacer seguimiento aún después de cumplir las 4 semanas, es decir, 56, 112, 168 y 336 días, para determinar si la mezcla usada dentro del proceso de producción corresponde al producto que se pretende ofrecer al cliente (Grupo Argos, 2019).

- Almacenamiento: por último, los productos terminados son llevados al área de mercadeo y ventas, donde hay un sitio para el acopio y se disponen para ser almacenados y comercializados. Teniendo en cuenta que, deben tratarse con cuidado, colocándolos de manera organizada para no afectar su forma final. Es recomendable usar carretillas especiales para transportarlos por mayor número y comodidad. Para el almacenaje, se pueden apilar por un máximo de siete filas de bloques y no es conveniente despachar los bloques antes de ocho días de edad.

#### ➤ **Elaboración del prototipo del bloque de concreto**

El prototipo del bloque de concreto y RCD se realizó en la ciudad de Rionegro en las instalaciones de la empresa Servicon tu equipo S.A.S., dedicada a la fabricación de bloques de concreto y arrendamiento de maquinaria para construcción. En este sitio, también queda ubicado el laboratorio de suelos, pavimentos y concretos Troches Ingeniería, donde se realizaron los ensayos a los bloques. Para la elaboración del prototipo se siguieron los siguientes pasos.

1. Búsqueda bibliográfica: se revisaron diferentes tesis e investigaciones acerca del comportamiento físico mecánico de los residuos de construcción y demolición, usados como sustitutos de agregados en el concreto. De igual forma, las cantidades y calidades de los agregados derivados de RCD, que han dado óptimos resultados dentro de los procesos de producción de prefabricados de concreto.
2. Cálculo de las mezclas: se realizaron los cálculos para determinar la cantidad de materiales a utilizar en las tres diferentes mezclas, para la fabricación de los bloques de concreto. Según investigaciones realizadas por diversos autores, los porcentajes de material reciclado más usados y que han demostrado tener mayor resistencia son, 20%, 25%, 50% y 70%. Para este proyecto se trabajó con los tres últimos porcentajes, logrando las mezclas especificadas en la Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16, las cantidades

expuestas son para la fabricación de 6 bloques de concreto por cada una de las mezclas.

**Tabla 14.**

Mezcla de concreto con 25% de material grueso reciclado

<b>MEZCLA CON 25% DE RCD GRUESO</b>		
<b>INSUMO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Cemento	9	kg
Arena de río*	45	kg
Grava 3/8"	19	kg
Grava RCD	6.37	kg
Agua	0.00798	m <sup>3</sup>

Nota: Realizado por el autor

**Tabla 15.**

Mezcla de concreto con 50% de material grueso reciclado

<b>MEZCLA CON 50% DE RCD GRUESO</b>		
<b>INSUMO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Cemento	9	kg
Arena de río*	45	kg
Grava 3/8"	13	kg
Grava RCD	12.75	kg
Agua	0.00798	m <sup>3</sup>

Nota: Realizado por el autor

**Tabla 16.**

Mezcla de concreto con 70% de material grueso reciclado

<b>MEZCLA CON 70% DE RCD GRUESO</b>		
<b>INSUMO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Cemento	9	kg
Arena de río*	45	kg
Grava 3/8"	8	kg
Grava RCD	18	kg
Agua	0.00798	m <sup>3</sup>

Nota: Realizado por el autor

- Selección y trituración del material RCD: los residuos de construcción y demolición utilizados corresponden a bloques de concreto de descarte y morteros compactados. Estos se pasaron por una máquina trituradora y luego por el tamiz N°4, con el fin de separar el material grueso retenido. En la Figura 19 se observa el proceso de tamizado.
- Pesado y mezclado de los materiales: con la ayuda de una báscula se pesaron cada uno de los materiales, según los cálculos obtenidos para cada una de las mezclas. Posteriormente, se procedió a saturar con agua a los agregados reciclados.
- Mezclado: Como se observa en la Figura 20, los materiales fueron depositados en una carretilla donde se mezclaron en seco antes de ser depositados en la concretadora. Luego en la concretadora, se volvieron a mezclar y se les adicionó el agua, hasta obtener una mezcla semiseca y homogénea.
- Moldeado: en la Figura 21 se evidencia que, la mezcla se pasó a la bloquera, a la que momentos antes se le había instalado una tabla y los moldes para bloques H15, donde por medio de la mesa vibrocompresora fueron formados los bloques.



Figura 19. Tamizado del concreto compactado después de la trituración.  
Fuente: Autor



Figura 20. Proceso de mezclado manual en seco.  
Fuente: Autor

7. Curado: la Figura 22 muestra que al retirar los bloques de la bloquera sobre la tabla, fueron llevados al sitio de curado, para que fraguaran por 24 horas y se pudieran manipular con facilidad. Después de transcurrido este tiempo fueron retirados de las tablas y regados con agua por 7 días.



Figura 21. Moldeado de los bloques de concreto y RCD.  
Fuente: Autor



Figura 22. Curado de los bloques de concreto y RCD.  
Fuente: Autor

8. Ensayos de laboratorio: Los bloques fueron fallados a los 7, 14 y 28 días de edad en el laboratorio Troches Ingeniería. Los ensayos comienzan con un proceso de limpieza de las piezas, las cuales deben quedar como se muestra en la Figura 23, para posteriormente medir los especímenes a ensayar.



Figura 23. Unidades de mampostería de concreto limpias para iniciar fallas de laboratorio.  
Fuente: Autor

Luego, se realizó la medición de la longitud, altura y espesor de cada unidad de mampostería de concreto, descrito en la Figura 24. Para la prueba de resistencia a la compresión se tomaron los bloques, previamente marcados, y se fallaron individualmente, mediante una prensa automática los días 7, 14 y 28 días, como se observa en la Figura 25. Las pruebas de densidad y absorción de agua, se efectuaron el día 28.



Figura 24. Medición de las unidades de mampostería de concreto y RCD.  
Fuente: Autor



Figura 25. Ensayos de laboratorio- resistencia a la compresión.  
Fuente: Autor

**Tabla 17.**  
Resultados de laboratorio

<b>MEZCLAS DE CONCRETO CON RCD RECICLADO</b>		
<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>70%</b>
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS (RC28), EVALUADA SOBRE EL AREA NETA PROMETIDA (ANP)</b>		
<b>MÍNIMO, MPa</b>		
10.5	5.5	4.6
<b>PESO (DENSIDAD) DEL CONCRETO SECADO EN HORNO, kg/m<sup>3</sup></b>		
2713	2566	2600
<b>ABSORCIÓN DE AGUA (Aa)%</b>		
9	9.55	9.55

Nota: Realizado por el autor

9. Evaluación del resultados: En la Tabla 17 se encuentran los resultados de resistencia a la compresión, absorción de agua y densidad, (ver ANEXO 2). Con los datos adquiridos se logró determinar que la mezcla que está dentro del rango establecido por la NTC 4076 sobre resistencia a la compresión, porcentaje de absorción de agua y densidad, es la que contiene 25% de material reciclado grueso. Por tanto, será la mezcla a usar dentro del proceso de producción de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S.

➤ **Maquinaria, mano de obra y costos de producción**

Para la operación y puesta en marcha de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S, se requiere hacer una inversión inicial de \$220'000.000. De acuerdo al proceso productivo seleccionado, se han designado \$ 110'019.000 para maquinaria y equipos como se muestra en la Tabla 18 y para mano de obra en el área de producción mensual, un total de \$ 17'900.000, como se expone en la Tabla 19. Puesto que los recursos necesarios para llevar



a cabo el proyecto y satisfacer la demanda presupuestada, se agrupan en maquinaria y equipos, materias primas y talento humano.

**Tabla 18.**

Maquinaria y equipo de producción

MAQUINARIA Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	COSTO
Pala mecánica	\$ 23'800.000
Criba vibratoria	\$ 23'650.000
Cámara de curado	\$ 2'000.000
Máquina vibratoria semiautomática con mezcladora incorporada Q4-24	\$ 21'060.000
Computador Desktop LINUX	\$ 1'509.000
Trituradora de mandíbula	\$ 8'000.000
Báscula de plataforma	\$ 30'000.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 110'019.000</b>

Nota: Realizada por el autor

**Tabla 19.**

Mano de obra directa e indirecta

MANO DE OBRA FIJA DIRECTA E INDIRECTA			
TIPO EMPLEADO	NÚMERO DE EMPLEADOS	SALARIO MENSUAL	MENSUAL TOTAL
Operario de fabricación	4	\$ 1'500.000	\$ 6'000.000
Conductor	3	\$ 1'800.000	\$ 5'400.000
Operario pala mecánica	1	\$ 1'800.000	\$ 1'800.000
Asesor técnico separación de materiales	1	\$ 1'500.000	\$ 1'500.000
Portero	2	\$ 1'600.000	\$ 3'200.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 17'900.000</b>

Nota: Realizada por el autor

El costo de producción de una unidad de bloque de concreto gris es de \$1.397 y la unidad de bloque de concreto con color es de 1877, en donde no solo es considerada la mano de obra y la materia prima, sino también otros costos como transporte, servicios públicos y dotación del personal. Una unidad de bloque de concreto con RCD tiene un costo más bajo que una unidad de bloque tradicional, puesto que los agregados reciclados que ocupan 25% de la mezcla, tienen un costo de \$20 por unidad, lo que disminuye el costo de producción por unidad en \$25.5, como se describe en la Tabla 20 y Tabla 21.

**Tabla 20.**

Costos de producción de una unidad de bloque de concreto gris

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE BLOQUE DE CONCRETO	
CONCEPTO	COSTO
Materia prima	\$ 1.220
Mano de obra directa	\$ 120
Mano de obra variable	\$ 32
Otros costos de producción	\$ 25
<b>Total</b>	<b>\$ 1.397</b>

Nota: Realizada por el autor

**Tabla 21.**

Costos de producción de una unidad de bloque de concreto con color

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE BLOQUE DE CONCRETO	
CONCEPTO	COSTO
Materia prima	\$ 1.700
Mano de obra directa	\$ 120
Mano de obra variable	\$ 32
Otros costos de producción	\$ 25
<b>Total</b>	<b>\$ 1.877</b>

Nota: Realizada por el autor

Por otro lado, del total de activos fijos que suma \$146'134.800, se tiene una depreciación anual de \$27'233.500. Sin embargo, los valores contenidos en la Tabla 22, no corresponden con el valor del año 1, debido a que algunos de estos activos ingresan a la empresa en el segundo trimestre del año, teniendo para el año primero una depreciación de \$25'836'250. Igualmente los activos fijos intangibles ascienden a \$54'846.000, según se muestra en la Tabla 23, dentro de los cuales se encuentran las adecuaciones en planta e instalación de los servicios públicos que se realizarán como se describe en la Figura 26.

**Tabla 22.**

Activos fijos depreciables

ACTIVOS FIJOS DEPRECIABLES			
ACTIVOS	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL	DEPRECIACIÓN ANUAL
Pala mecánica	\$ 23'800.000	10	\$ 2'380.000
Criba vibratoria	\$ 23'650.000	5	\$ 4'730.000
Cámara de curado	\$ 2'000.000	5	\$ 400.000
Máquina vibratoria semiautomática con mezcladora incorporada Q4-24	\$ 21'060.000	10	\$ 2'106.000
Computador Desktop LINUX de administración	\$ 7'545.000	3	\$ 2'515.000
Computador Desktop LINUX de producción	\$ 1'509.000	10	\$ 150.900
Trituradora de mandíbula	\$ 8'000.000	10	\$ 800.000
Báscula de plataforma	\$ 30'000.000	5	\$ 6'000.000
Camión Turbo 45TON	\$ 25'000.000	5	\$ 5'000.000
Impresora multifuncional HP2515	\$ 524.000	5	\$ 104.800
Muebles y enseres	\$ 3'046.800	1	\$ 3'046.800
<b>Total</b>			<b>\$ 27'233.500</b>

Nota: Realizada por el autor

**Tabla 23.**

Activos fijos intangibles

ACTIVOS FIJOS INTANGIBLES	
CONCEPTO	COSTO
Adecuaciones de planta	\$ 40'000.000
Investigación proyecto (prototipo producto)	\$ 1'466.000
Asesoría proyecto	\$ 6'000.000
Licencia AUTOCAD	\$ 7'000.000
Internet	\$ 58.000
Instalación servicios públicos	\$ 322.000
<b>Total</b>	<b>\$ 54'846.000</b>

Nota: Realizada por el autor



Figura 26. Distribución gráfica de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S.  
Fuente: Autor

## Estudio organizativo y legal

### – Estudio organizativo

#### ➤ Forma jurídica de la nueva empresa

La forma jurídica que adoptará la empresa RCD PREFABRICADOS, será Sociedad por Acciones Simplificada (SAS), que es un tipo societario creado por la Ley 1258 de 2008, caracterizado por ser una estructura societaria de capital, regulada por normas de carácter dispositivo que permiten no sólo una amplia autonomía contractual en el diseño del contrato social, sino además la posibilidad de que los asociados definan las pautas bajo las cuales han de gobernarse sus relaciones jurídicas. La Sociedad por Acciones Simplificadas (SAS) puede ser constituida por una o varias personas, bien sean naturales o jurídicas, mediante contrato o acto unilateral que conste por documento privado o escritura pública, el cual debe ser inscrito en el registro mercantil de la Cámara de Comercio correspondiente a su domicilio (Artículo 5 y 6 de la Ley 1258 de 2008), (Cámara de comercio de Bogotá, s.f.).

### ➤ Tipo de organización recomendada

El tipo de organización recomendada es la sociedad colectiva, puesto que la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S. espera contar con dos o tres socios. Según su tamaño, es una pequeña empresa debido a que cuenta solo con 17 trabajadores. Su actividad económica es la transformación de materias primas extraídas por empresas del sector primario, utilizando procesos de complejidad media, lo que la convierte en una organización del sector secundario cuyo capital proviene del aporte de sus socios, es decir, es de carácter privado y con una estructura jerárquica definida.

### ➤ Cargos administrativos

La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., tendrá seis empleados en el área administrativa, con una nómina mensual total de \$15'190.778 como se expone en la Tabla 24.

**Tabla 24.**  
Cargos administrativos

N°	CARGO	NUMERO DE PERSONAS POR CARGO	SALARIO PROPUESTO
1	Gerente	1	\$ 4'392.842
2	Contador	1	\$ 2'197.936
3	Auxiliar Administrativo	1	\$ 1'800.000
4	Coordinador de producción	1	\$ 2'500.000
5	Coordinador de mercadeo y ventas	1	\$ 2'500.000
6	Vendedor	1	\$ 1'800.000
<b>Total</b>			<b>\$ 15'190.778</b>

Nota: Realizado por el autor

### ➤ Funciones de cargos administrativos

#### **Gerente**

Es el encargado de administrar la empresa, tomar decisiones teniendo en cuenta los datos contables, crear políticas y estrategias de funcionamiento, elaborar y modificar las funciones de los demás cargos con aprobación de la junta de socios, asimismo evaluará el rendimiento de sus colaboradores, contando con una oficina dotada de las herramientas necesarias para el trabajo.

#### **Contador**

Es el encargado de aplicar, manejar e interpretar la contabilidad de la organización, con la finalidad de diseñar mecanismos de apoyo a la gerencia para la toma de decisiones. Revisar y verificar los documentos contables, que contribuyen a reforzar la credibilidad de la información financiera para presentar ante las autoridades y preparar la nómina y liquidación de la seguridad social de los empleados.

#### **Auxiliar Administrativo**

Es el encargado de realizar actividades administrativas de archivo, control y elaboración de correspondencia, manteniendo actualizada la agenda, responder las llamadas y entregar al personal administrativo el material que requiera.

### **Coordinador de producción**

Es el encargado de dirigir y controlar las actividades de los procesos de la planta, la disponibilidad y utilización de los recursos necesarios para el cumplimiento de los programas de producción, como la compra de insumos y la recolección de los residuos de construcción y demolición. Detectar las fallas técnicas reales o potenciales que se puedan presentar en el desarrollo de la producción; informando oportunamente su ocurrencia para acometer acciones que aseguren el cumplimiento de parámetros de proceso y los requisitos del sistema de gestión íntegra. Verificar el cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional, y el uso de elementos de protección personal, con el fin de minimizar y eliminar la ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, asegurando la integridad de los funcionarios bajo su responsabilidad. Participar en la identificación de necesidades y ejecución del programa de capacitación y entrenamiento, para mantener y mejorar la competencia del personal, incluyendo las necesidades en seguridad, salud ocupacional y gestión ambiental.

### **Coordinador de mercadeo y ventas**

Es el encargado de dirigir y controlar las actividades de comercialización y distribución de los bloques de concreto y de la consecución de prospectos y mantenimiento de clientes. Debe conocer acertadamente los productos y servicios que ofrece la empresa para asesorar de manera real y objetiva a los clientes y sus necesidades. Realizar investigaciones constantes acerca del mercado y sus precios. Responsabilizarse del recaudo de cartera de los clientes, ofreciendo un excelente servicio post venta. Cumplir con las metas establecidas para el presupuesto. Confirmar con el cliente el recibo de la mercancía, la calidad del material, el servicio prestado y resolver cualquier inquietud que pueda tener.

### **Vendedor**

Es el encargado de visitar a los clientes potenciales, distribuidoras y comercializadoras mayoristas y minoristas, y a las constructoras, dando a conocer los productos y servicios de la empresa. Debe conocer las características y funciones del producto. Captar nuevos clientes, consiguiendo la fidelidad de los existentes, cuidando la imagen de la empresa y ofrecer un excelente servicio de postventa. De igual manera, elaborar y comunicar el reporte de ventas, y las sugerencias y reclamos de los clientes al área de mercadeo y ventas.

#### **– Estudio legal**

##### **➤ Normas y leyes asociadas al funcionamiento de la empresa**

Para el control de los residuos de construcción y demolición (RCD), en términos de confinación y aislamiento, el municipio es el encargado de la selección del sitio de disposición final, a través del grupo interdisciplinario de trabajo del PGIRS y aplicando los criterios de calificación exigidos por la resolución 0472 de 2017, para ello se tienen como prioridad las áreas cuyo paisaje se encuentre degradado por actividades como minas, canteras, entre otras. Las medidas mínimas de manejo ambiental de los sitios de disposición final se presentan con una antelación de 90 días calendario al inicio de actividades para efectos de su seguimiento y control (CAR, 2018).

Por otra parte, los puntos limpios, plantas de aprovechamiento y sitios de disposición final, deben inscribirse ante la autoridad ambiental regional o urbana con competencia en el área donde desarrolla sus actividades, contando con los equipos requeridos, de acuerdo a las actividades de manejo de los RCD que oferte. Dando una constancia al generador donde certifique la procedencia, cantidad y manejo que se le dará a los residuos de construcción y demolición. Así mismo deberá ante la autoridad ambiental, en el primer

trimestre de cada año, presentar el reporte anual del año inmediatamente anterior, sobre la cantidad y el destino final (CAR, 2018).

La fuerte tendencia de las entidades responsables y gubernamentales hacia la protección del medio ambiente, y hacia un adecuado manejo de los RCD (tanto en centros urbanos como en áreas rurales) confirma la vigencia y la pertinencia de la formulación de alternativas para la reutilización de esta tipología de residuos sólidos. En cuanto a la existencia de normas técnicas que reglamenten el uso para fines constructivos de productos provenientes del reciclaje de RCD, no se cuenta en Colombia con ningún tipo de norma que reglamente el uso específico de este tipo de materias primas reutilizadas. Sin embargo, las características geométricas y mecánicas de los elementos fabricados quedan sujetas a revisión con base en lo especificado en las normas técnicas nacionales vigentes (Rubiano, Taco y Ruíz, 2018).

Por otro lado, existe en Colombia el sello ambiental colombiano (SAC), que es una etiqueta ecológica que consiste en un distintivo o sello que se obtiene de forma voluntaria, y es otorgado por una institución independiente denominada "organismo de certificación" (debidamente acreditada por el Organismo Nacional de Acreditación - ONAC y autorizado por la Autoridad de Licencias Ambientales - ANLA) y que puede portar un bien o un servicio que cumpla con unos requisitos preestablecidos para su categoría.

Portar el Sello Ambiental Colombiano debe ser considerado por los productores o prestadores de servicios como una estrategia comercial y una ventaja competitiva; y por los consumidores como un valor agregado frente a otros bienes o servicios que no cuentan con este instrumento. Para asegurar la credibilidad, independencia, y sostenibilidad económica del Sello, el programa funciona apoyado en una estructura que responde a las disposiciones del Subsistema Nacional de la Calidad y a las Normas ISO 1402, relativas a las etiquetas y declaraciones ecológicas. La NTC 6093 es la que contiene las especificaciones para los bloques o prefabricados de concreto.

Para la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., teniendo en cuenta la procedencia de las materias primas a utilizar dentro de su proceso de producción, se realizó una caracterización del panorama legal que rige el manejo y disposición de residuos sólidos procedentes de construcción y demolición, con base en lo hallado en las fuentes bibliográficas directamente relacionadas. Para este análisis se establecieron las siguientes referencias legales, en donde se identificaron las normas y leyes, asociadas al funcionamiento de la empresa, lo cual conducirá a evitar contratiempos con los diferentes entes gubernamentales que rigen en el ámbito legal a las empresas dedicadas a la fabricación de materias primas para la construcción. Dentro de la normatividad se destacan las normas ambientales, de calidad de los productos de mampostería, de constitución de una empresa S.A.S. y uso del suelo.

## **Normatividad Ambiental**

### **En relación a los residuos sólidos**

- Constitución Política de Colombia 1991: El Título II, Capítulo III, Artículo 80, dispone "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución", (Pueblo de Colombia, 1991).
- Decreto Ley 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, que regula el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios. Relacionando el tema en estudio dispone: "Reintegrar al proceso natural y

económico los desperdicios sólidos, líquidos y gaseosos, provenientes de industrias, actividades domésticas o de núcleos humanos en general” y “Perfeccionar y desarrollar nuevos métodos para el tratamiento, recolección, depósito, y disposición final de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos no susceptibles de nueva utilización”, (Presidencia de la república, 1974).

- Ley 99 de 1993: El Artículo 2 regula: “las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural”, (Congreso de Colombia, 1993).
- Resolución 541 de 1994: Regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, expedida por el Ministerio de Medio ambiente, (Ministerio del Medio Ambiente, 1994).
- Decreto Nacional 838 de 2005: Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. En su Artículo 44, menciona que: “la recolección de escombros es responsabilidad de los generadores en cuanto a su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas”. “El Municipio y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo respectivo de Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos –PGIRS, (Presidencia de la República, 2005).
- Ley 1259 de 2008: Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones, (Congreso de Colombia, 2008).
- Resolución 932 de 2015: Por la cual se modifica y adiciona la resolución 1115 del 26 de septiembre de 2012, (ANLA, 2015).
- Resolución 472 de 2017: Establece las disposiciones para la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de las obras civiles o de otras actividades conexas en el 51 territorio nacional, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).
- Ley 23 de 1973: Por medio de esta ley se establece el control de la contaminación del medio ambiente y se establecen alternativas y estrategias para la conservación y recuperación de los recursos naturales, para la salud y el bienestar de la población, (Congreso de Colombia, 1973).
- Decreto Ley 2811 de 1974: Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente, (Presidencia de la República, 1974).
- Ley 09 de 1979: Código Sanitario Nacional, donde se establecen los procedimientos y medidas para legislar, regular y controlar las descargas de los residuos y materiales. Indica, además los parámetros para controlar las actividades que afecten el medio ambiente, (Congreso de Colombia, 1979).

#### **En relación con el aire**

- Decreto 02 de 1982: Establece el Control de Emisiones Atmosféricas y estipula las normas y parámetros de la calidad del aire y los rangos y límites permisibles de emisión. 909-2008 – 1309 2010, (Presidencia de la República, 1982).

- Decreto 2206 de 1983: Vigilancia, Control y Sanciones sobre emisiones atmosféricas. Sustituye el Capítulo XVI de la vigilancia, el control y las sanciones del Decreto 02 / 82 sobre emisiones atmosféricas, (Presidencia de la República, 1983).
- Decreto 948 de 1995: Protección y control de la calidad del aire. Reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, (Ministerio del medio ambiente, 1995).
- Resolución 898 de 1995: Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores, (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 1995).
- Resolución 1351 de 1995: Se adopta la declaración denominada informe de estado de emisiones, (Ministerio del Medio Ambiente, 1995).
- Decreto 1076 de 2015: Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Parte 2 reglamentaciones, título 5 Aire, capítulo 1 reglamento de protección y control de la calidad del Aire, (Presidencia de la República, 2015).

#### **En relación con el recurso hídrico**

- Decreto 1541 de 1978: Reglamenta las concesiones de aguas superficiales y subterráneas, exploraciones de materia de arrastre y ocupaciones de cauce, (Presidencia de la República, 1978).
- Decreto 2811 de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social, (Presidencia de la República, 1974).
- Decreto 1594 de 1984: Reglamenta los usos del agua y los vertimientos líquidos además del control sobre los residuos líquidos, (Presidencia de la República, 1984).
- Ley 373 de 1997: Establece el uso eficiente y ahorro del agua. Reglamenta el uso y ahorro del agua, (Congreso de Colombia, 1997).

#### **Normas técnicas colombianas sobre mampostería**

- NSR-10: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). Código colombiano de construcciones sismo resistentes, Título. D.3.6. mampostería estructural.
- NTC 4072: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1996). Ingeniería civil y arquitectura; que se refiere a la determinación de la contracción lineal por secado en unidades - bloques y ladrillos -, de concreto, para mampostería.
- NTC 4026: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1996). Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural.
- NTC 4924: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 2014), que hace referencia a los prefabricados en concreto. Agregados livianos para unidades de mampostería de concreto.
- NTC 4076: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 2017). Ingeniería civil y arquitectura, referente a las Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería interior y chapas de concreto.
- NTC 3760: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 2014). Ingeniería civil y arquitectura: concreto coloreado integralmente, especificaciones para pigmentos.
- NTC 174: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1994). Especificaciones de agregados para concreto. (ASTM C 33).



- NTC 6093: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 2014). Etiquetas ambientales Tipo 1, que expone los criterios ambientales para otorgarle el sello ambiental colombiano a los prefabricados en concreto. Esta norma busca ser un instrumento de competitividad para el sector de los prefabricados en concreto, ya que la valorización de los residuos y la reducción en el consumo de agua y de materias primas, por la utilización de materiales reciclados es equivalente a conservar fuentes de agua potable y reducir al mínimo los posibles efectos adversos que se podrían causar al medio ambiente durante la explotación de materias primas y la producción de prefabricados en concreto.
- NTC 121: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1982). Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas. (ASTM C150).
- NTC 321: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1977). Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones químicas. (ASTM C 150).
- NTC 1000: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1993). Unidades S.I. y recomendaciones para el empleo de sus múltiplos, así como de otras unidades (ISO 1000).
- NTC 1299: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1992). Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos químicos para concreto. (ASTM C 494).
- NTC 3459: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1994). Ingeniería civil y arquitectura. Agua para la elaboración de concreto. (BS 3148).
- NTC 3493: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1993). Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Pórtland. (ASTM C 618).
- NTC 3495: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1993). Ingeniería civil y arquitectura. Resistencia a la compresión de prismas de mampostería. (ASTM E 447).
- NTC 3502: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1993). Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto. (ASTM C 260).
- NTC 3760: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1995). Ingeniería civil y arquitectura. Concreto coloreado integralmente. Especificaciones para pigmentos. (ASTM C 979).
- NTC 4018: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1995). Ingeniería civil y arquitectura. Escoria de alto horno granulada y molida para uso en concretos y morteros. (ASTM C 989).
- NTC 4024: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1994). Ingeniería civil y arquitectura. Muestreo y ensayo de unidades (bloques y ladrillos), de concreto, para mampostería, y de otros prefabricados. ASTM C 140).
- NTC 4045: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC, 1994). Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural (ASTM C 330).
- ASTM C331: 1994, Specification for Lightweight Aggregates for Concrete Masonry Units.
- ASTM C426: 1996, Test Method for Drying Shrinkage of Concrete Block.
- ASTM C595: 1995, Specification for Blended Hydraulic Cements.
- ASTM E72: 1995, Method for Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction.
- ASTM E 519: 1993, Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages
- NCCSR Norma Colombiana de Construcciones Sismorresistentes.

### Normas que rigen a las sociedades por acciones simplificadas (S.A.S)

- Ley 1258 de 2008: Por medio de la cual se crea la sociedad por acciones simplificada. (Congreso de Colombia, 2008)

En la Tabla 25 se encuentran los costos asociados al funcionamiento de la empresa.

**Tabla 25.**

Costos de inicio y funcionamiento de la empresa

COSTOS DE INICIO Y FUNCIONAMIENTO	
CONCEPTO	COSTO
Constitución de Sociedad	\$ 54.600
Derechos por inscripción de libros y documentos	\$ 81.900
Licencia de construcción	\$ 1'567.712
Formulario RUES	\$ 6.100
Certificado de ubicación industrial	\$ 5.800
<b>Total</b>	<b>\$ 1'716.112</b>

Nota: Realizado por autor

### Uso del suelo y actividad industrial en el municipio de Amalfi.

- PGIRS: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, Municipio de Amalfi-Antioquia 2017-2028, (Alcaldía de Amalfi y Aser Servicios E.S.P. S.A., 2017).
- EOT 2019 Amalfi: Revisión y ajuste ordinario del esquema de ordenamiento territorial-Amalfi Antioquia, (Alcaldía de Amalfi, 2018).

### Estudio financiero

La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., realizará una inversión inicial de \$220'000.000, de los cuales el 55% corresponde a los aportes de los socios y el 45% a un crédito, del cual el 99% se invertirá en la compra de maquinaria y equipo para el proceso de producción. Como se observa en la Tabla 26, para capital de trabajo se destinó \$73'865.200. De acuerdo a la Tabla 27, el producto de mayor venta en el año 1 es el bloque de concreto 15\*20\*40, el cual participa con un 17.69% de las ventas totales y el producto de menor participación en el portafolio es el bloque texturado 12\*20\*40 con una contribución de solo el 7.4%. El margen de contribución de la empresa es de 43.28%, lo cual se interpreta así: por cada peso que venda la empresa se obtienen 43 centavos para cubrir los costos y gastos fijos de la empresa y generar utilidad. El producto con mayor margen de contribución es el bloque texturado 20\*20\*40, y el bloque con menor margen de contribución es bloque de concreto 10\*20\*40.

**Tabla 26.**

Resumen de inversión y financiación

RESUMEN DE INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN						
	RECURSOS PROPIOS		CREDITO		TOTAL	
Activos Fijos	\$ 47'624.800	40%	\$ 98'510.000	99%	\$ 146'134.800	66%
Capital de trabajo	\$ 72'375.200	60%	\$ 1'490.000	1%	\$ 73'865.200	34%
<b>Total</b>	<b>\$ 120'000.000</b>		<b>\$100'000.000</b>		<b>\$ 220'000.000</b>	
Distribución de inversión	55%		45%			

Nota: Realizada por el autor

**Tabla 27.**  
Ventas totales por producto

VENTAS TOTALES POR PRODUCTO							
PRODUCTO	EN PESOS		EN UNIDADES		MARGEN DE		
	VENTAS AÑO	%	VENTAS AÑO	%	CONTRIBUCIÓN		
Bloque de concreto 10*20*40	\$ 245'920.500	16%	132.93	21%	\$ 513	28%	
Bloque de concreto 12*20*40	\$ 172'809.000	11%	88.62	14%	\$ 612	31%	
Bloque de concreto 15*20*40	\$ 272'506.500	18%	132.93	21%	\$ 664	32%	
Bloque de concreto 20*20*40	\$ 212'688.000	14%	88.62	14%	\$ 967	40%	
Bloque texturado 10*20*40	\$ 170'910.000	11%	56.97	9%	\$ 1.657	55%	
Bloque texturado 12*20*40	\$ 113'940.000	7%	37.98	6%	\$ 1.609	54%	
Bloque texturado 15*20*40	\$ 199'395.000	13%	56.97	9%	\$ 2.062	59%	
Bloque texturado 20*20*40	\$ 151'920.000	10%	37.98	6%	\$ 2.559	64%	
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.540'089.000</b>	<b>100%</b>	<b>633</b>	<b>100%</b>			

Nota: Realizado por el autor

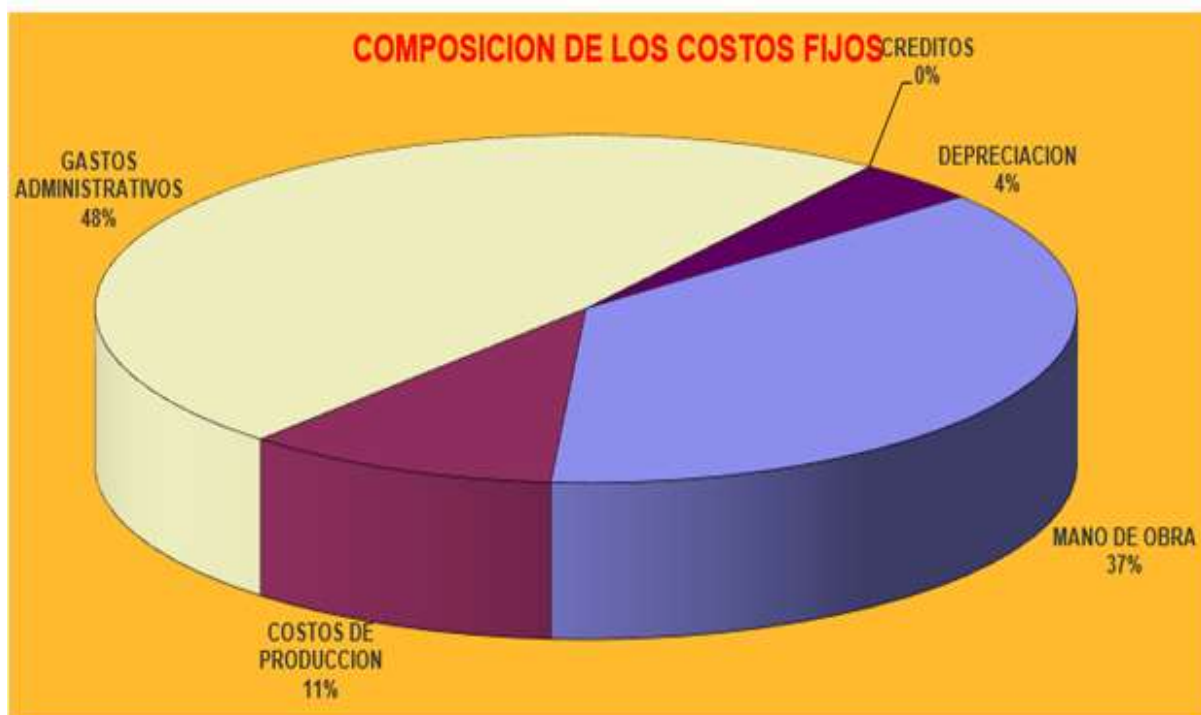


Figura 27. Composición de los costos fijos  
Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la estructura de costos fijos de la Figura 27, los gastos fijos y el margen de contribución de la empresa, se llega a la conclusión de que se requiere vender \$1.382'018.029 al año para no perder ni ganar dinero. Por tanto, se requiere que las ventas mensuales promedio sean de \$115'200.000. Al analizar las proyecciones de ventas se determina que la empresa en el primer año, alcanza el punto de equilibrio, como se observa en la Figura 28. En la Tabla 28 se presenta el cronograma de inversiones de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., las adecuaciones de la planta, la maquinaria y los insumos, son inherentes a la operación de la empresa, por tanto, es necesario realizarlas en el inicio del proyecto. Las demás inversiones se realizarán en el segundo trimestre del primer año con el fin de aprovechar el capital de trabajo en la parte operacional.

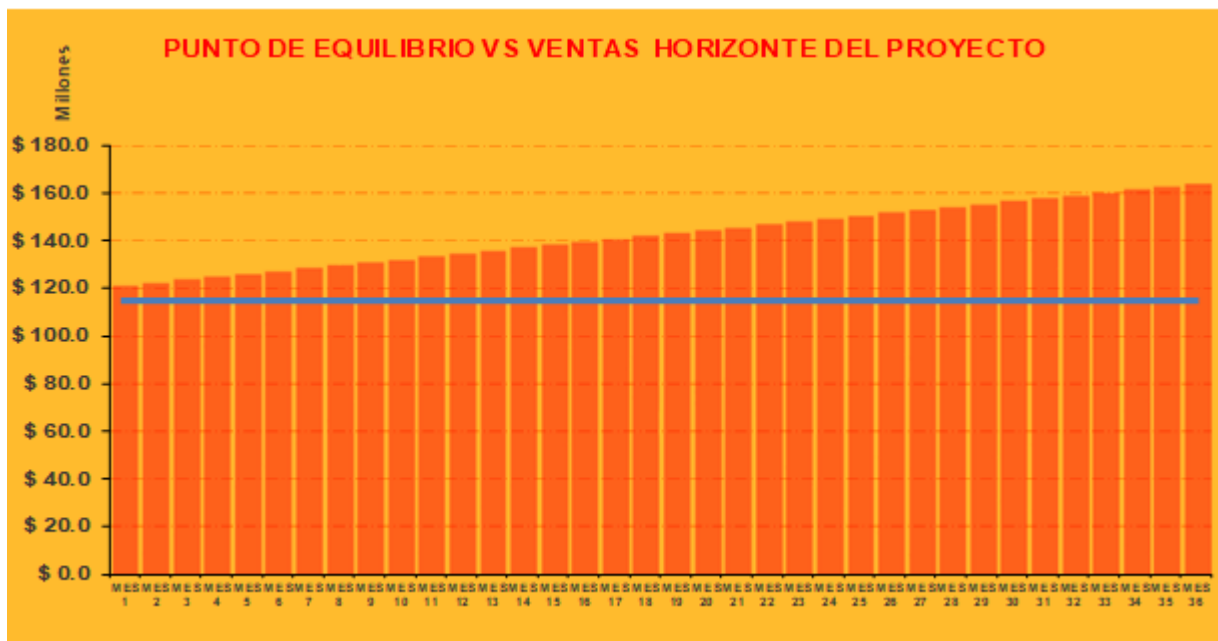


Figura 28. Punto de equilibrio de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S  
Fuente: Autor

**Tabla 28.**  
Cronograma de inversiones

CRONOGRAMA DE INVERSIONES						
INVERSIONES DESCRIPCIÓN	MESES					
	1	2	3	4	5	6
Arriendo del terreno	\$ 4'000.000					
Maquinaria	\$ 52'860.000					
Equipos				\$ 2'000.000		
Muebles y enseres					\$ 189.000	
Vehículos						\$25'000.000
Adecuación de las instalaciones	\$ 40'000.000					
Tramites de funcionamiento	\$ 1'710.312					
Materiales e insumos	\$ 50'000.000	\$ 62'896.500	\$ 63'520.465	\$ 64'144.430	\$64'768.395	\$65'392.360
<b>Total</b>	<b>\$ 148'570.312</b>	<b>\$ 62'896.500</b>	<b>\$ 63'520.465</b>	<b>\$ 66'144.430</b>	<b>\$64'957.395</b>	<b>\$90'392.360</b>

Nota: Realizado por el autor

8

El estado de resultados en el primer año, muestra una utilidad por \$58'609.258. La rentabilidad bruta es del 24.42% anual, la rentabilidad operacional es del 5.84% anual y la rentabilidad anual sobre las ventas es de 3.81%. Estos indicadores muestran que se debe aumentar el margen operacional, siendo lo más eficiente posible en términos de costos y gastos sin afectar la continuidad y el manejo de largo plazo del negocio. Aunque el porcentaje de rentabilidad anual es bajo se mantiene al alza, lo cual indica que la estrategia de precios es correcta, sin embargo se debe tener un mayor control sobre los costos de producción Tabla 29.

Igualmente, el estado de pérdidas y ganancias proyectado para el primer año muestra que las metas de ventas son suficientes para cubrir los costos y gastos totales. La

rentabilidad sobre ventas de la empresa es de 0.32% mensual Tabla 30. En cuanto al comportamiento de cartera y pago a proveedores, la empresa vende el 82% de contado, y el 18% a crédito por 30 días. Así mismo, la compra de materias primas para la producción se compra el 80% de contado y el 20% a crédito por 30 días. Este procedimiento beneficia a la empresa porque tiene mayor liquidez Figura 29.

**Tabla 29.**

Estado de resultados, proyectado anual

<b>ESTADO DE RESULTADO PROYECTADO ANUAL</b>			
	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
Ventas	\$ 1.540'089.000	\$ 1.737'906.498	\$ 1.940'678.033
Inversión inicial	\$ -	\$ -	\$ -
+ Compras	\$ 789'939.690	\$ 891'403.887	\$ 995'409.099
- Inventario final	\$ -	\$ -	\$ -
= Costo inventario utilizado	\$ 789'939.690	\$ 891'403.887	\$ 995'409.099
+ Mano de obra fija	\$ 214'800.000	\$ 217'635.360	\$ 220'508.147
+ Mano de obra variable	\$ 75'960.000	\$ 85'716.720	\$ 95'717.782
+ Costos fijos de producción	\$ 59'760.000	\$ 60'548.832	\$ 60'548.832
+ Depreciación y diferidos	\$ 23'465.130	\$ 24'843.480	\$ 24'843.480
<b>Total costo de ventas</b>	<b>\$ 1.163'924.820</b>	<b>\$ 1.280'148.279</b>	<b>\$ 1.397'027.340</b>
<b>Utilidad bruta (Ventas - costo de ventas)</b>	<b>\$ 376'164.180</b>	<b>\$ 457'758.219</b>	<b>\$ 543'650.693</b>
Gastos administrativos	\$ 278'549.400	\$ 280'236.352	\$ 281'945.572
Gastos de ventas	\$ 7'700.445	\$ 8'689.532	\$ 9'703.390
<b>Utilidad operacional (utilidad bruta- G.F.)</b>	<b>\$ 89'914.335</b>	<b>\$ 168'832.335</b>	<b>\$ 252'001.731</b>
- Otros egresos			
- Gastos financieros	\$ 20'229.197	\$ 17'271.178	\$ 13'613.853
- Gastos preoperativos	\$ 11'075.880	\$ 11'075.880	\$ 11'075.880
<b>Utilidad antes de impuesto (U.O. - Otr G.)</b>	<b>\$ 58'609.258</b>	<b>\$ 140'485.276</b>	<b>\$ 227'311.998</b>
<b>Impuestos</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$ 58'609.258</b>	<b>\$ 140'485.276</b>	<b>\$ 227'311.998</b>

Nota: Realizado por autor

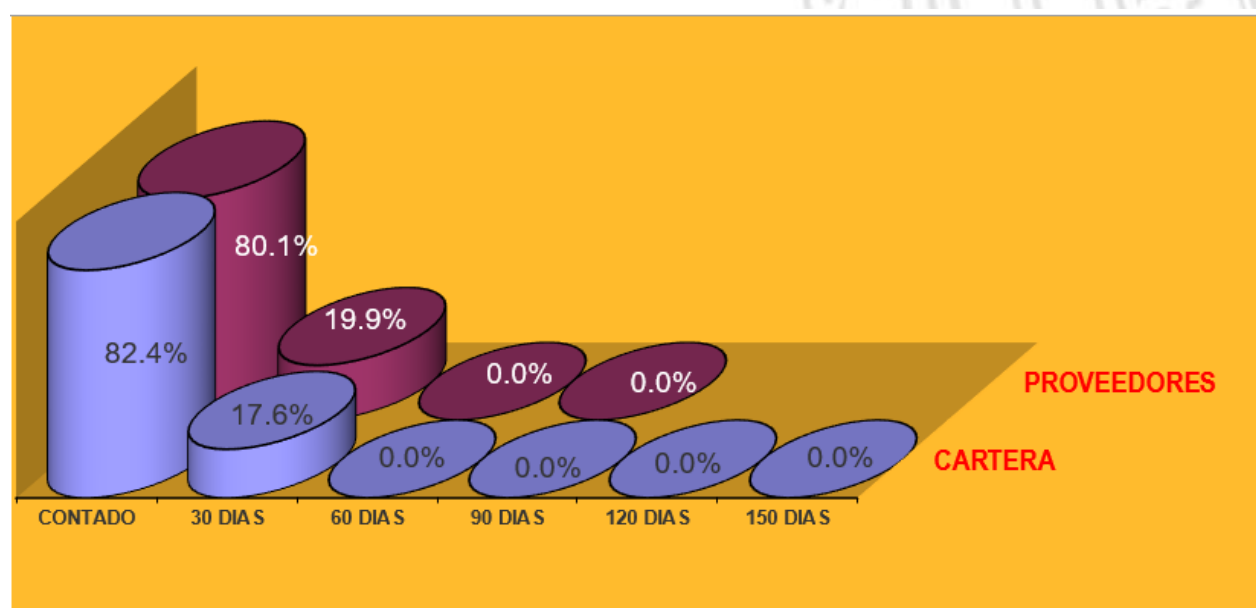


Figura 29. Comportamiento de cartera y pago a proveedores  
Fuente: Autor

**Tabla 30.**  
Estado de pérdidas y ganancias

<b>ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS MENSUAL (PRIMER AÑO)</b>												
	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>	<b>MES 5</b>	<b>MES 6</b>	<b>MES 7</b>	<b>MES 8</b>	<b>MES 9</b>	<b>MES 10</b>	<b>MES 11</b>	<b>MES 12</b>
<b>Ventas</b>	<b>\$121'650.000</b>	<b>\$122'866.500</b>	<b>\$124'083.000</b>	<b>\$125'299.500</b>	<b>\$126'516.000</b>	<b>\$127'732.500</b>	<b>\$128'949.000</b>	<b>\$ 130'165.500</b>	<b>\$131'382.000</b>	<b>\$132'598.500</b>	<b>\$133'815.000</b>	<b>\$135,031,500</b>
- Costo de ventas	\$ 93'313.457	\$ 93'997.422	\$ 94'681.387	\$ 95'398.685	\$ 96'082.650	\$ 96'766.615	\$ 97'450.580	\$ 98'134.545	\$ 98'818.510	\$99'502.475	\$100'186.440	\$100,870,405
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$ 28'336.543</b>	<b>\$ 28'869.078</b>	<b>\$ 29'401.613</b>	<b>\$ 29'900.815</b>	<b>\$ 30'433.350</b>	<b>\$ 30'965.885</b>	<b>\$ 31'498.420</b>	<b>\$ 32'030.955</b>	<b>\$ 32'563.490</b>	<b>\$ 33'096.025</b>	<b>\$ 33'628.560</b>	<b>\$ 34,161,095</b>
- Gastos de administración	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23'212.450	\$ 23,212,450
- Gastos de ventas	\$ 608.250	\$ 614.333	\$ 620.415	\$ 626.498	\$ 632.580	\$ 638.663	\$ 644.745	\$ 50.828	\$ 656.910	\$ 662.993	\$ 669.075	\$ 675,158
<b>Utilidad operacional</b>	<b>\$ 4'515.843</b>	<b>\$ 5'042.296</b>	<b>\$ 5'568.748</b>	<b>\$ 6'061.868</b>	<b>\$ 6'588.320</b>	<b>\$ 7'114.773</b>	<b>\$ 7'641.225</b>	<b>\$ 8'167.678</b>	<b>\$ 8'694.130</b>	<b>\$ 9'220.583</b>	<b>\$ 9'747.035</b>	<b>\$ 10,273,488</b>
- Otros egresos	\$ 1'784.167	\$ 1'767.319	\$ 1'750.171	\$ 1'732.717	\$ 1'714.951	\$ 1'696.869	\$ 1'678.464	\$ 1'659.730	\$ 1'640.662	\$ 1'621.254	\$ 1'601.500	\$ 1,581,393
- Preoperativos	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922.990	\$ 922,990
<b>Utilidad antes de impuesto</b>	<b>\$ 1'808.687</b>	<b>\$ 2'351.987</b>	<b>\$ 2'895.587</b>	<b>\$ 3'406.161</b>	<b>\$ 3'950.379</b>	<b>\$ 4'494.914</b>	<b>\$ 5'039.771</b>	<b>\$ 5'584.957</b>	<b>\$ 6'130.478</b>	<b>\$ 6'676.338</b>	<b>\$ 7'222.545</b>	<b>\$ 7,769,104</b>

Nota: Realizado por el autor

### ➤ Costo promedio ponderado de capital CCPP

El costo promedio ponderado de capital CCPP, es una herramienta para valorar las posibilidades de inversión, que explica cuál es el costo promedio del financiamiento de empresa en su totalidad, en otras palabras, indica cual es el costo combinado de los recursos de terceros con los recursos propios. Si el CCPP es una cantidad elevada, la empresa tendría menos posibilidad para accionar y gestionar los recursos porque se le exigiría a la empresa una rentabilidad muy alta, (Moncayo, 2016).

En mención a lo anterior, la CCPP es un indicador que ayuda a predecir lo que ocurriría con una inversión y establece el costo de la financiación de la empresa, si el valor del CCPP es alto, la empresa podría implementar estrategias como, generar una línea de crédito de acuerdo a su flujo de caja, esto dependiendo de las condiciones del mercado que le permitan tener más manejabilidad. Diversificación de los productos con el más mínimo riesgo posible. Tener inversiones rentables con un buen portafolio de productos y flujos de caja oportunos para generar excedentes y pagar deudas con antelación, (Mendoza, 2017).

Para hallar el costo promedio ponderado de capital, se requieren los porcentajes de participación de los créditos y los aportes de los socios, el impuesto a la renta del año en curso y la tasa mínima atractiva de retorno, en otras palabras, la tasa mínima de rentabilidad esperada por los inversionistas, (Mendoza, 2017). Se debe resaltar que, los ladrillos y bloques utilizados para la construcción que sean de arcilla o cemento están excluidos del impuesto a las ventas según lo dispone el artículo 424 del estatuto tributario, por tanto el impuesto es cero, (Gerencie, 2017).

Para la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., el CCPP es de 24%, por tanto, la empresa debe exigir una tasa de rentabilidad mínima del 24%, que es un valor que se encuentra por debajo de la TIR y de la tasa de descuento, lo que indica que es un valor de rentabilidad moderado y alcanzable. Además, al descontar los flujos de caja futuros al CCPP y deducir la inversión, el resultado es positivo, lo que significa que desde el punto de vista financiero, el proyecto es factible.

### ➤ Financiamiento de la empresa

**Tabla 31.**

Condiciones de financiación

CONDICIONES DE LA FINANCIACIÓN		
	ACTIVOS FIJOS	CAP.TRABAJO
Monto: (cuota fija)	\$ 98'510.000	\$ 1'490.000
Plazo en meses:	60	60
Interés T.A.	21%	21%
Interés efectivo:	24%	24%
Interés mes vencido:	2%	2%

*Nota:* Realizado por el autor

La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., adquiere créditos por valor de \$100'000.000 para adquisición de activos fijos estimados en \$98'510.000, es decir, que se destina el 98.51 % y para capital de trabajo el 1.49%. El crédito se realiza con un plazo de 60 meses, es decir, 5 años y a una tasa efectiva anual del 21%, con cero periodos de gracia, como se exhibe en la Tabla 31. En la Tabla 32, se encuentran las cuotas, amortizaciones e intereses de la deuda por tres años. Y en la Tabla 33 se observa el resumen de pagos de financiación, donde el total de pago de la deuda por cada año es de \$32'741.406.

**Tabla 32.**  
Resumen de pagos de la financiación

TABLA RESUMEN DE PAGOS DE LA FINANCIACIÓN				
PERIODO	CUOTA	AMORTIZACIÓN	INTERÉS	SALDO
1	\$ 2'728.451	\$ 944.284	\$ 1'784.167	\$ 99'055.716
2	\$ 2'728.451	\$ 961.131	\$ 1'767.319	\$ 98'094.585
3	\$ 2'728.451	\$ 978.280	\$ 1'750.171	\$ 97'116.305
4	\$ 2'728.451	\$ 995.734	\$ 1'732.717	\$ 96'120.571
5	\$ 2'728.451	\$ 1'013.499	\$ 1'714.951	\$ 95'107.072
6	\$ 2'728.451	\$ 1'031.582	\$ 1'696.869	\$ 94'075.490
7	\$ 2'728.451	\$ 1'049.987	\$ 1'678.464	\$ 93'025.503
8	\$ 2'728.451	\$ 1'068.721	\$ 1'659.730	\$ 91'956.783
9	\$ 2'728.451	\$ 1'087.788	\$ 1'640.662	\$ 90'868.994
10	\$ 2'728.451	\$ 1'107.196	\$ 1'621.254	\$ 89'761.798
11	\$ 2'728.451	\$ 1'126.950	\$ 1'601.500	\$ 88'634.848
12	\$ 2'728.451	\$ 1'147.057	\$ 1'581.393	\$ 87'487.791
13	\$ 2'728.451	\$ 1'167.523	\$ 1'560.928	\$ 86'320.268
14	\$ 2'728.451	\$ 1'188.353	\$ 1'540.097	\$ 85'131.915
15	\$ 2'728.451	\$ 1'209.555	\$ 1'518.895	\$ 83'922.360
16	\$ 2'728.451	\$ 1'231.136	\$ 1'497.315	\$ 82'691.224
17	\$ 2'728.451	\$ 1'253.101	\$ 1'475.349	\$ 81'438.123
18	\$ 2'728.451	\$ 1'275.459	\$ 1'452.992	\$ 80'162.664
19	\$ 2'728.451	\$ 1'298.215	\$ 1'430.236	\$ 78'864.449
20	\$ 2'728.451	\$ 1'321.377	\$ 1'407.073	\$ 77'543.072
21	\$ 2'728.451	\$ 1'344.953	\$ 1'383.498	\$ 76'198.119
22	\$ 2'728.451	\$ 1'368.949	\$ 1'359.501	\$ 74'829.170
23	\$ 2'728.451	\$ 1'393.373	\$ 1'335.077	\$ 73'435.796
24	\$ 2'728.451	\$ 1'418.234	\$ 1'310.217	\$ 72'017.563
25	\$ 2'728.451	\$ 1'443.537	\$ 1'284.913	\$ 70'574.026
26	\$ 2'728.451	\$ 1'469.292	\$ 1'259.158	\$ 69'104.733
27	\$ 2'728.451	\$ 1'495.507	\$ 1'232.944	\$ 67'609.226
28	\$ 2'728.451	\$ 1'522.189	\$ 1'206.261	\$ 66'087.037
29	\$ 2'728.451	\$ 1'549.348	\$ 1'179.103	\$ 64'537.690
30	\$ 2'728.451	\$ 1'576.991	\$ 1'151.460	\$ 62'960.699
31	\$ 2'728.451	\$ 1'605.127	\$ 1'123.324	\$ 61'355.572
32	\$ 2'728.451	\$ 1'633.765	\$ 1'094.686	\$ 59'721.807
33	\$ 2'728.451	\$ 1'662.914	\$ 1'065.537	\$ 58'058.894
34	\$ 2'728.451	\$ 1'692.583	\$ 1'035.867	\$ 56'366.310
35	\$ 2'728.451	\$ 1'722.782	\$ 1'005.669	\$ 54'643.529
36	\$ 2'728.451	\$ 1'753.519	\$ 974.932	\$ 52'890.010

Nota: Realizado por el autor

**Tabla 33.**  
Resumen de Financiación

RESUMEN DE LA FINANCIACIÓN	CRÉDITO: \$ 100,000,000		
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Saldo	\$ 87'487.791	\$ 72'017.563	\$ 52'890.010
Amortización	\$ 12'512.209	\$ 15'470.228	\$ 19'127.553
Interés	\$ 20'229.197	\$ 17'271.178	\$ 13'613.853
Total pago deuda	\$ 32'741.406	\$ 32'741.406	\$ 32'741.406

Nota: Realizado por el autor



## Estados financieros proyectados

### ➤ Balance general

El balance general proyectado de la Tabla 34 se analiza básicamente con dos indicadores, el primero de ellos es la razón de liquidez este indicador es una buena medida de la capacidad de pago de la empresa en el corto plazo, entre más líquido sea el activo corriente más significativo es el resultado, para su análisis debe tenerse en cuenta la calidad y el carácter de los activos corrientes, en términos de su facilidad de conversión en dinero y las fechas de vencimiento de las obligaciones en el pasivo corriente. Al terminar el primer año, para el proyecto se concluye que por cada peso de pasivo corriente que debe, la empresa tiene \$1.11 de activo líquido corriente para cubrirlo. Se considera que una razón corriente ideal es superior a 2.5 a 1, es decir, que por cada peso que adeuda en el corto plazo se tienen dos y medio pesos como respaldo. El segundo indicador ayuda a determinar la capacidad que tiene la empresa para cubrir sus obligaciones con terceros a corto y largo plazo, se le denomina nivel de endeudamiento, es importante conocer la discriminación del pasivo total, una empresa puede tener un endeudamiento alto, pero si la mayor parte de este es a largo plazo ella no tendrá las dificultades que ha de suponer un indicador alto.

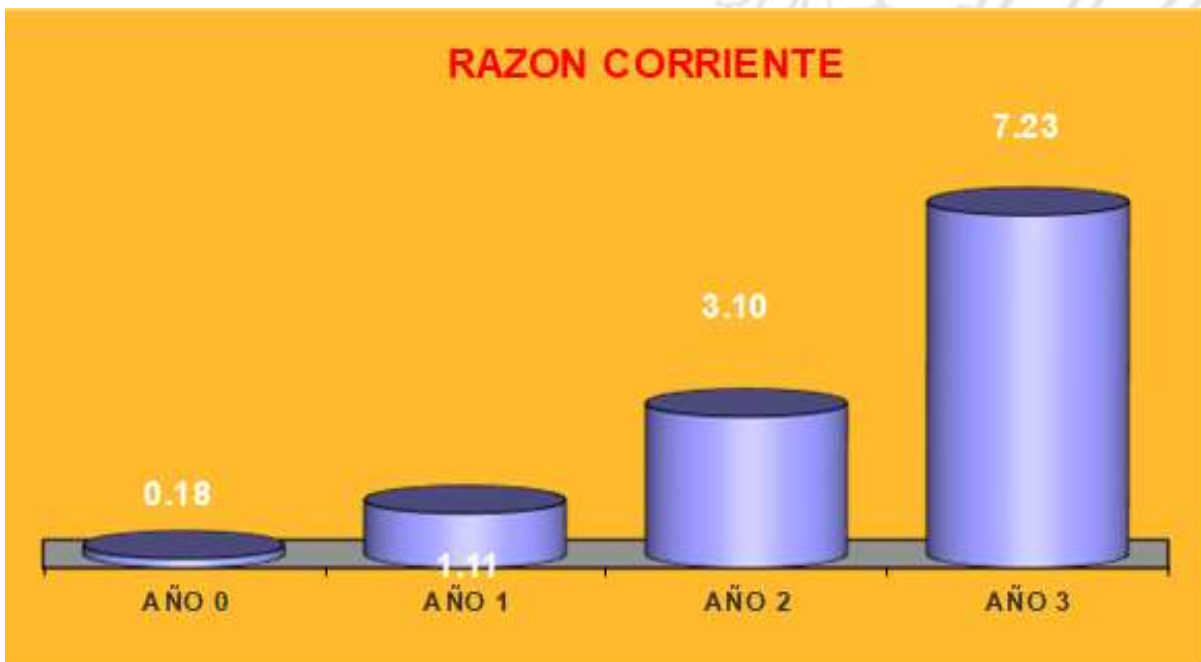


Figura 30. Razón corriente  
Fuente: Autor

En el momento de arranque de la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S, se observa un nivel de endeudamiento aceptable lo cual se considera favorable para su operación y viabilidad. Al terminar el primer año el 36.18% de los activos están respaldados con recursos de los acreedores, se considera que un nivel de endeudamiento del 60% es manejable, un endeudamiento menor muestra una empresa en capacidad de contraer más obligaciones, mientras que un endeudamiento mayor muestra una empresa a la que se le puede dificultar la consecución de más financiamiento. En las Figura 30 y Figura 31 se puede visualizar la evolución de los dos indicadores, lo ideal es que la razón corriente suba y el nivel de endeudamiento disminuya.

**Tabla 34.**  
Balance general

BALANCE GENERAL PROYECTADO				
ACTIVO	INICIAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Caja	\$ 18'485.800	\$ 89'107.774	\$ 248'553.368	\$ 491'091.877
Cuentas por cobrar	\$ -	\$ 23'776.200	\$ 26'830.146	\$ 29'960.573
Inventarios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total activo corriente</b>	<b>\$ 18'485.800</b>	<b>\$ 112'883.974</b>	<b>\$ 275'383.514</b>	<b>\$ 521'052.450</b>
Activos sin depreciación	\$ 118'000.800	\$ 146'134.800	\$ 146'134.800	\$ 146'134.800
Depreciación		\$ 23'465.130	\$ 48'308.610	\$ 73'152.090
Total activo fijo neto	\$ 118'000.800	\$ 122'669.670	\$ 97'826.190	\$ 72'982.710
Otros activos	\$ 55'379.400	\$ 44'303.520	\$ 33'227.640	\$ 22'151.760
<b>Total activos</b>	<b>\$ 191'866.000</b>	<b>\$ 279'857.164</b>	<b>\$ 406'437.344</b>	<b>\$ 616'186.920</b>
<b>Pasivo</b>				
Cuentas por pagar		\$ 13'760.115	\$ 15'325.247	\$ 16'890.378
Préstamos	\$ 100'000.000	\$ 87,487.791	\$ 72'017.563	\$ 52'890.010
Impuestos por pagar		\$ -	\$ -	\$ -
Préstamos sociales				
<b>Total pasivo</b>	<b>\$ 100'000.000</b>	<b>\$ 101'247.906</b>	<b>\$ 87'342.809</b>	<b>\$ 69'780.388</b>
<b>Patrimonio</b>				
Capital	\$ 91'866.000	\$ 120'000.000	\$ 120'000.000	\$ 120'000.000
Utilidades retenidas		\$ -	\$ 58'609.258	\$ 199'094.535
Utilidades del ejercicio		\$ 58'609.258	\$ 140'485.276	\$ 227'311.998
<b>Total patrimonio</b>	<b>\$ 91'866.000</b>	<b>\$ 178'609.258</b>	<b>\$ 319'094.535</b>	<b>\$ 546'406.532</b>
<b>Total pasivo y patrimonio</b>	<b>\$ 191'866.000</b>	<b>\$ 279'857.164</b>	<b>\$ 406'437.344</b>	<b>\$ 616'186.920</b>

Nota: Realizado por el autor

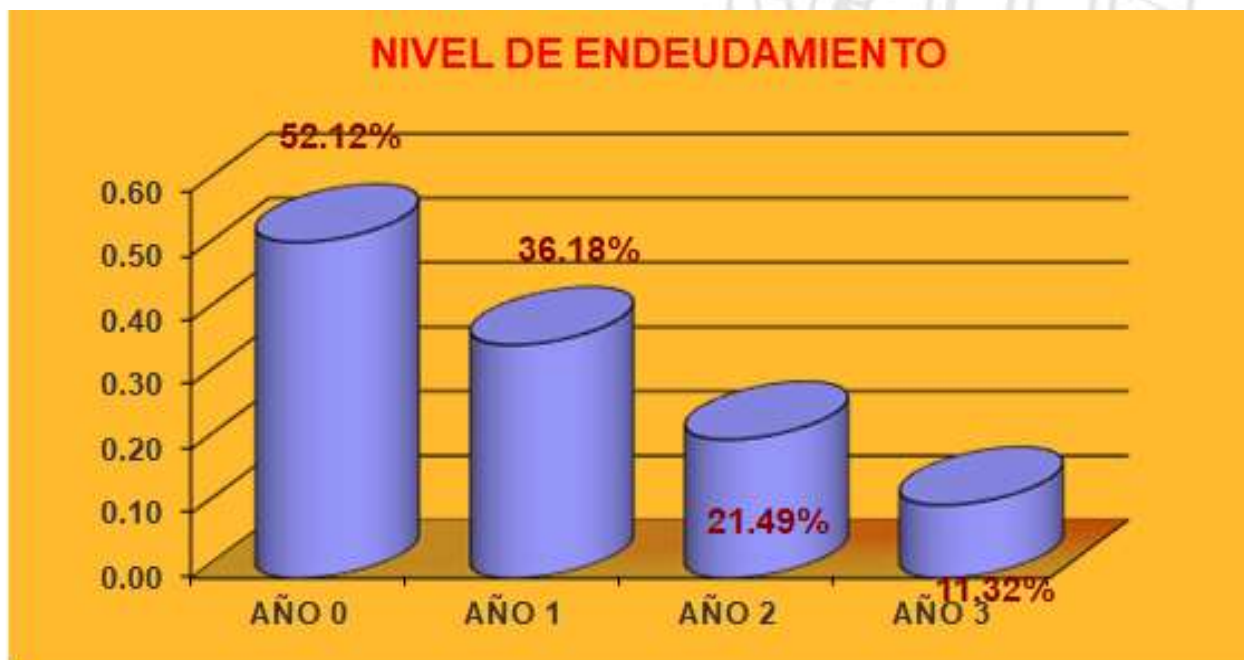


Figura 31. Nivel de endeudamiento  
Fuente: Autor

#### ➤ Flujo de caja

Otro indicador importante de rendimiento es el flujo de caja, con este informe se evalúa la situación de la empresa por un periodo de tiempo, brindando información sobre la

rentabilidad de la empresa, y sobre la necesidad de financiamiento externo a futuro. Para ello se proyectan los ingresos y egresos y se estima la inversión inicial. Un flujo de caja es positivo cuando el saldo inicial es menor que el saldo final, y negativo cuando las condiciones se presentan de forma contraria.

Teniendo en cuenta los costos relacionados con la adecuación y dotación de la planta, los cuales constituyen la inversión inicial del proyecto, así como también los costos directos e indirectos de producción, los costos administrativos y los costos financieros, se formularon dos flujos de caja proyectados a tres años, el primero es con un financiamiento del 45.45% y un aporte de los socios del 54.55% y el segundo sin financiamiento, esto es, con un aporte de los socios del 100% del proyecto, lo cual se puede ver en la Tabla 35 y Tabla 36 respectivamente. Estos mismos a precios corrientes, con el fin de calcular y evaluar criterios de decisión tan importantes como lo son el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

**Tabla 35.**

Flujo de caja anual con financiamiento

<b>FLUJO DE CAJA ANUAL CON FINANCIAMIENTO</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
Ingresos operativos			
Ventas de contado	\$ 1.268'911.800	\$ 1.431'897.808	\$ 1.598'965.551
Ventas a 30 días	\$ 247'401.000	\$ 302.954.745	\$ 338'582.055
<b>Total ingresos operativos</b>	<b>\$ 1.516'312.800</b>	<b>\$ 1.734'852.552</b>	<b>\$ 1.937'547.606</b>
Egresos operativos			
Materia prima	\$ 776'179.575	\$ 889'838.755	\$ 993'843.967
Gastos de venta	\$ 7'700.445	\$ 8'689.532	\$ 9'703.390
Mano de obra variable	\$ 75'960.000	\$ 85'716.720	\$ 95'717.782
Mano de obra directa fija	\$ 214'800.000	\$ 217'635.360	\$ 220'508.147
Otros costos de producción	\$ 59'760.000	\$ 60'548.832	\$ 60'548.832
Gastos administrativos	\$ 278'549.400	\$ 280'236.352	\$ 281'945.572
Total egresos operativos	\$ 1.412'949.420	\$ 1.542'665.552	\$ 1.662'267.690
<b>Flujo neto operativo</b>	<b>\$ 103'363.380</b>	<b>\$ 192'187.001</b>	<b>\$ 275'279.915</b>
Ingresos no operativos			
Aportes			
Activos fijos	\$ 47'624.800	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ 72'375.200	\$ -	\$ -
Financiación			
Activos fijos	\$ 98'510.000	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ 1'490.000	\$ -	\$ -
<b>Total ingresos no operativos</b>	<b>\$ 220'000.000</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
Egresos no operativos			
Gastos preoperativos	\$ 55'379.400		
Amortizaciones	\$ 12'512.209	\$ 15'470.228	\$ 19'127.553
Gastos financieros	\$ 20'229.197	\$ 17'271.178	\$ 13'613.853
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -
Activos diferidos	\$ -		
Compra de activos fijos	\$ 146'134.800	\$ -	\$ -
<b>Total egresos no operativos</b>	<b>\$ 234'255.606</b>	<b>\$ 32'741.406</b>	<b>\$ 32'741.406</b>
<b>Flujo neto no operativo</b>	<b>-\$ 14'255.606</b>	<b>-\$ 32'741.406</b>	<b>-\$ 32'741.406</b>
<b>Flujo neto</b>	<b>\$ 89'107.774</b>	<b>\$ 159'445.594</b>	<b>\$ 242'538.509</b>
<b>+Saldo inicial</b>	<b>\$ 18'485.800</b>	<b>\$ 89'107.774</b>	<b>\$ 248'553.368</b>
<b>Saldo final acumulado</b>	<b>\$ 89'107.774</b>	<b>\$ 248'553.368</b>	<b>\$ 491'091.877</b>

Nota: Realizado por el autor

**Tabla 36**

Flujo de caja anual sin financiamiento

<b>FLUJO DE CAJA ANUAL SIN FINANCIAMIENTO</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
Ingresos operativos			
Ventas de contado	\$ 1,268,911,800	\$ 1,413,243,000	\$ 1,557,574,200
Ventas a 30 días	\$ 247,401,000	\$ 299,317,598	\$ 330,162,398
<b>Total ingresos operativos</b>	<b>\$ 1,516,312,800</b>	<b>\$ 1,712,560,598</b>	<b>\$ 1,887,736,598</b>
Egresos operativos			
Materia prima	\$ 776,179,575	\$ 878,225,518	\$ 968,076,478
Gastos de venta	\$ 7,700,445	\$ 8,576,325	\$ 9,452,205
Mano de obra variable	\$ 75,960,000	\$ 84,600,000	\$ 93,240,000
Mano de obra directa fija	\$ 214,800,000	\$ 214,800,000	\$ 214,800,000
Otros costos de producción	\$ 59,760,000	\$ 59,760,000	\$ 59,760,000
Gastos administrativos	\$ 278,549,400	\$ 278,549,400	\$ 278,549,400
Total egresos operativos	\$ 1,412,949,420	\$ 1,524,511,243	\$ 1,623,878,083
<b>Flujo neto operativo</b>	<b>\$ 103,363,380</b>	<b>\$ 188,049,355</b>	<b>\$ 263,858,515</b>
Ingresos no operativos			
Aportes			
Activos fijos	\$ 146,134,800	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ 73,865,200	\$ -	\$ -
Financiación			
Activos fijos	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de trabajo	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total ingresos no operativos</b>	<b>\$ 220,000,000</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
Egresos no operativos			
Gastos preoperativos	\$ 55,379,400		
Amortizaciones	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos financieros	\$ -	\$ -	\$ -
Impuestos	\$ -	\$ -	\$ -
Activos diferidos	\$ -		
Compra de activos fijos	\$ 146,134,800	\$ -	\$ -
<b>Total egresos no operativos</b>	<b>\$ 201,514,200</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>Flujo neto no operativo</b>	<b>\$ 18,485,800</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>Flujo neto</b>	<b>\$ 121,849,180</b>	<b>\$ 188,049,355</b>	<b>\$ 263,858,515</b>
<b>+Saldo inicial</b>	<b>\$ 18,485,800</b>	<b>\$ 121,849,180</b>	<b>\$ 309,898,535</b>
<b>Saldo final acumulado</b>	<b>\$ 121,849,180</b>	<b>\$ 309,898,535</b>	<b>\$ 573,757,049</b>

Nota: Realizado por el autor

➤ **Criterios de decisión de inversión, flujo de caja con financiamiento**

El primer indicador de viabilidad financiera es el PRI, que se calcula con el estado de resultados sumando las utilidades y restando la inversión hasta obtener cero. Para la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., la suma de las utilidades de los tres años es \$410'071.916, valor que es superior al monto de inversión que corresponde a \$220'000.000, por tanto se afirma que la inversión se recupera en el tercer año.

El segundo indicador es el VPN, para determinarlo es necesario considerar la tasa de descuento o tasa de interés de oportunidad, la cual se calculó teniendo en cuenta las fuentes de los fondos de inversión inicial, los cuales provienen de los aportes de los socios (54.55%) y un crédito bancario (45.45%). La empresa espera un premio al riesgo de 30% de los aportes de los socios, y el 21.4% del crédito. Este último valor es la tasa de interés anual con la que se realizó el préstamo. Por tanto, la tasa de interés de oportunidad es 26.1%

anual. Con este resultado se obtiene un VPN de \$63'597.076, lo que demuestra que el proyecto tiene beneficios netos después de cubrir la inversión inicial y obtenida la ganancia requerida de la inversión e indica que el proyecto es viable y puede continuar.

Por último, se calcula el tercer indicador de decisión de inversiones, que es la Tasa Interna de Retorno TIR, este valor corresponde al punto de equilibrio y está relacionada con la tasa de descuento. La TIR es el porcentaje donde el VPN se hace cero, es decir, que los valores por encima de la TIR indican que el proyecto debe rechazarse y los valores por debajo de la TIR indican que el proyecto es viable y puede aceptarse, en cuanto a la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S, la TIR es de 42.15%, lo que se interpreta como, el proyecto arroja una rentabilidad del 42.15% promedio anual.

#### ➤ **Criterios de decisión de inversión, flujo de caja sin financiamiento**

El proyecto posee una inversión de \$220'000.000, como aporte de los socios. Si se tiene en cuenta que la suma de las utilidades del primer y segundo periodo es superior a la suma de la inversión, se puede decir que la inversión se recupera en el segundo año. Por tanto el Periodo de Recuperación de la Inversión PRI del proyecto es 2. El segundo indicador es el Valor Presente Neto, cuya tasa de descuento o tasa de interés de oportunidad es de 26.1%, que arroja un resultado de \$126'480.942, lo que significa que el emprendimiento proyecta una ganancia adicional por ese monto al invertir en el proyecto, lo que sugiere continuar con él. El tercer indicador es la Tasa Interna de Retorno TRI, que corresponde a 57.76%, que se considera como la rentabilidad promedio anual.

Los resultados descritos indican que si el emprendimiento es financiado únicamente por los socios, este brinda una rentabilidad del 57.76% y si es financiado a través de un crédito bancario se obtiene una rentabilidad de 42.15% promedio anual. Ambos valores cumplen con las expectativas de los socios. Sin embargo con la financiación por aporte de los socios la recuperación de la inversión es menor en un año y una ganancia adicional mayor al proyecto con financiamiento con crédito bancario. Por tanto, a la empresa le convendría trabajar con el aporte de los socios.

#### ➤ **Análisis de sensibilidad**

La sensibilidad de un proyecto mide la capacidad que posee este para afrontar cambios radicales en los presupuestos iniciales. Mediante el análisis de sensibilidad, es posible identificar las variaciones máximas permisibles de las magnitudes de factores tales como: la inversión inicial, los flujos de caja o bien la tasa de interés. Los cambios en los factores pueden modificar los resultados de decisión. Este análisis constituye una forma de introducir el riesgo en la selección de inversiones. Con el manejo de la sensibilidad, es posible establecer los intervalos de comportamiento aceptables para que un proyecto continúe siendo rentable. Por otra parte, la tasa que se utiliza para descontar los flujos de fondos es la rentabilidad mínima aceptable por parte de la empresa, por debajo de la cual los proyectos de inversión no deben llevarse a cabo (Pérez, Cruz y Quiroz, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, para la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S, se realizó el siguiente análisis de sensibilidad, haciendo una estimación de los criterios de decisión financiera VPN y TRI de diferentes montos de inversión para el inicio del proyecto, considerando una tasa de descuento de 26.1%. Con el fin de determinar qué tan sensible es el proyecto ante un incremento en la inversión inicial. Los valores de la TRI obtenidos, representan los puntos donde la VPN se hace cero, es decir, hasta qué punto llega la rentabilidad de la empresa suponiendo que esa fuera la inversión inicial.

Como se observa en la Figura 32, con una inversión a partir de \$300'000.000 la TRI muestra valores por debajo de la tasa de descuento o tasa de rendimiento esperado por la empresa, por tanto el valor presente neto VPN para esos montos de dinero es negativo, en otras palabras, si la empresa espera tener un rendimiento del 26.1%, con sumas superiores o iguales a \$300'000.000, el proyecto no será rentable. Por el contrario, con sumas inferiores el proyecto alcanza una tasa interna de retorno aceptable, indicando que el proyecto es rentable y que puede continuarse ejecutando, si se realiza bajo esos montos de inversión. Esto indica que en el inicio del proyecto, se puede incrementar la inversión, ya sea aumentando el capital de trabajo o en la compra de activos.

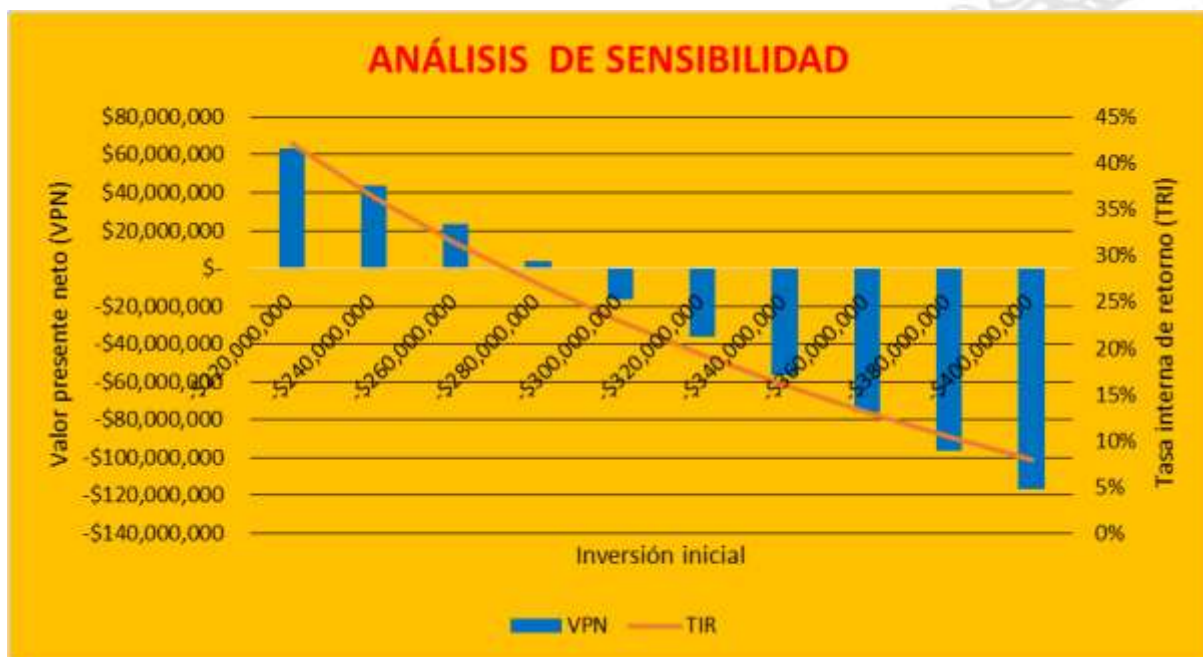


Figura 32. Análisis de sensibilidad  
Fuente: Autor

Además, a través del análisis de sensibilidad se podrá determinar las posibles variaciones que soporte el proyecto en los indicadores financieros o criterios de decisión financiera: valor presente neto (VPN), periodo de retorno de la inversión (PRI) y la tasa interna de retorno (TIR), especialmente en los siguientes escenarios:

- Escenario 1. Incremento de costos variables en un 11%.
- Escenario 2. Incremento en los costos fijos de producción en un 10%.
- Escenario 3. Disminución en el volumen de ventas en un 6%.

Los resultados para los tres escenarios corresponden al VPN, la TIR y el PRI y son los siguientes:

- Escenario 1. Incremento de costos variables en un 11%: Se incrementaron en un 11% los siguientes rubros: costo materia prima y mano de obra variable.

Con una inversión inicial de \$220'000.000, el primer indicador de rentabilidad financiera es la tasa interna de retorno (TRI) que es de -9,46%, lo que representa la rentabilidad promedio anual, que se considera muy baja e indica que el proyecto no es viable. El segundo indicador es el valor presente neto (VPN), que se calculó teniendo en cuenta una tasa de descuento o tasa de interés de oportunidad de 26,1%. El valor calculado es -\$124'565.569 y se sugiere abandonar el proyecto. Y el tercer indicador de viabilidad

financiera, es el periodo de recuperación de la inversión (PRI), que se calcula con el estado de resultados, sumando las utilidades y restando la inversión hasta obtener cero. Como la suma de las utilidades de los tres años es inferior a la inversión, se concluye que el proyecto requiere más de tres años para recuperar la inversión. Demostrando que el proyecto tiene una alta sensibilidad a un incremento en los costos variables, haciendo inviable el proyecto.

- Escenario 2. Incremento en los costos fijos de producción en un 10%: Para este caso, el estado de resultados se vió afectado por la disminución en la utilidad operacional y utilidad neta. A continuación se muestran los resultados obtenidos bajo este escenario.

La tasa interna de retorno es de 39.28% y se considera aceptable. El valor presente neto calculado es de \$62'245.550, lo que permite interpretar que el proyecto es viable y el tercer indicador que es el periodo de recuperación de la inversión es de 3 años. Esto significa que el proyecto no es sensible a un incremento del 10% en los costos fijos de producción, es decir, no se afecta lo suficiente como para hacer inviable el proyecto.

- Escenario 3. Disminución en el volumen de ventas del 6%: Para este caso, el estado de resultados se vió afectado en el primer año, mostrando una pérdida por 38.58 millones de pesos. La rentabilidad bruta es del 20,04% anual, la rentabilidad operacional es de -0.52% anual y la rentabilidad sobre las ventas es de -2.78% anual. Lo que indica que la rentabilidad de la empresa se ve seriamente comprometida con una disminución en las ventas del 6%.

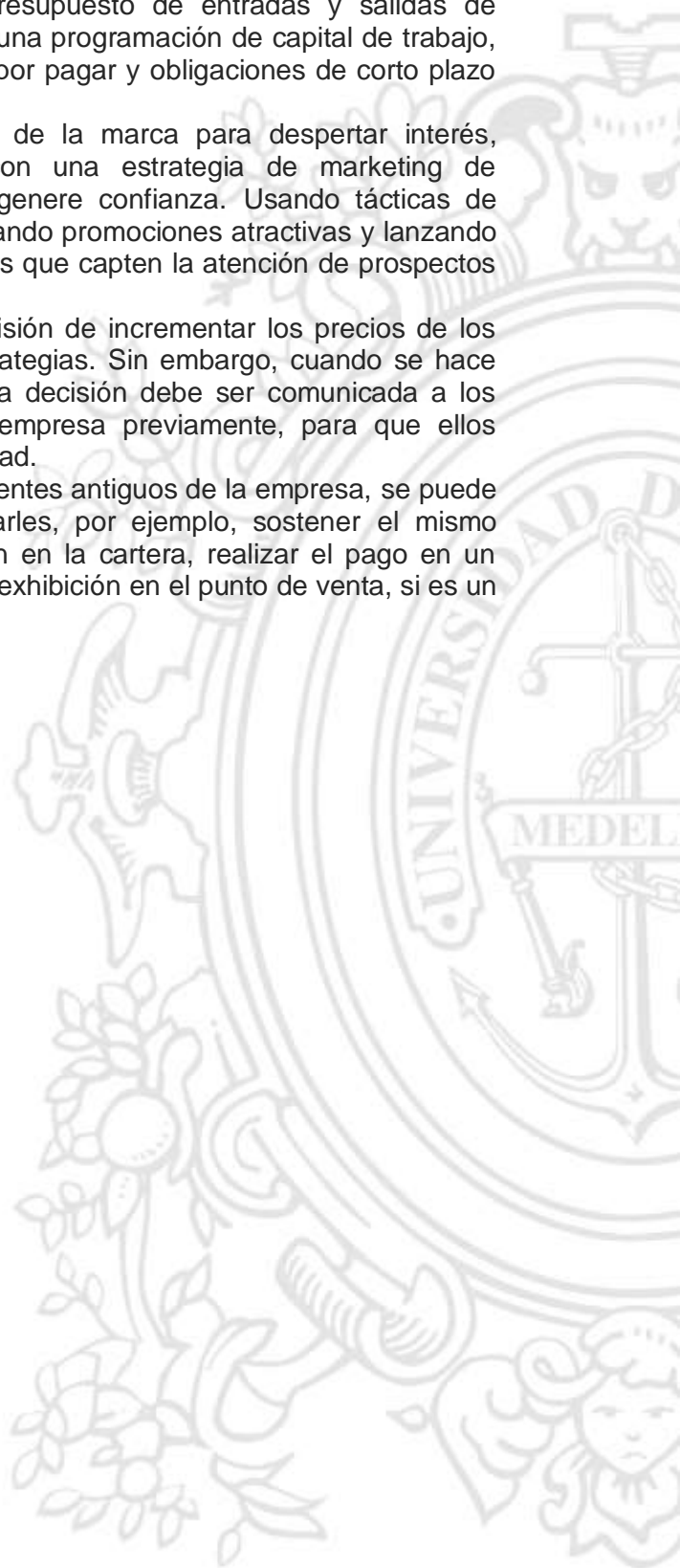
Los criterios de decisión financiera indican lo siguiente, la TIR es de -12.83%, que se considera muy baja y revela que el proyecto es inviable. Para el VPN el valor hallado fue de -\$138'206.914, como el resultado es negativo, indica que no es rentable continuar con el proyecto y el tercer indicador es el PRI, para ello se concluye que la suma de las utilidades de los tres años es inferior a la inversión, por tanto se asevera que el proyecto requiere más de tres años para recuperar la inversión.

Los tres escenarios anteriores, revelan que el proyecto es sensible a un aumento en los costos variables y a una disminución en el volumen de ventas, por tanto, es necesario considerar algunas estrategias para hacerle frente a estas dificultades. Lo primero es hacer un autoanálisis serio y honesto, sobre la situación de la empresa, luego se puede implementar lo siguiente:

1. Perfeccionar el sistema de cobro: por medio de esta estrategia se puede ofrecer a los clientes incentivos por pronto pago como descuentos o sanciones como cobro de intereses cuando se demora más del tiempo establecido.
2. Administración de inventarios: realizar un análisis de cuales productos tienen alta rotación y en que volúmenes, aumentando la producción de aquellos productos que se venden rápidamente. Esto con el fin de reducir inventarios y tener más dinero disponible. Determinando cuales productos van disminuyendo, y así no quedarse sin existencias para responder a la demanda, desarrollando una estrategia de ventas con objetivos claros y medibles.
3. Negociar una extensión de pago con los proveedores: al establecer relaciones con los proveedores, se debe buscar plazos de pago que sean flexibles, de modo que la empresa no pierda liquidez. Para ello se debe mantener una imagen seria y responsable ante los proveedores, de tal forma que haya un ambiente de confianza.
4. Controlar los gastos: sin afectar la calidad del producto y el servicio, se pueden optimizar los procesos productivos de la empresa para ahorrar recursos. Por ejemplo

se puede usar agua lluvia para el proceso de producción y elaboración de los bloques de concreto.

5. Realizar un presupuesto: establecer un presupuesto de entradas y salidas de efectivo, que se proyecta tener, que incluya una programación de capital de trabajo, de cuentas por cobrar, inventarios, cuentas por pagar y obligaciones de corto plazo que tiene la empresa.
6. Promocionar la marca: renovar la imagen de la marca para despertar interés, intensificando la presencia en internet con una estrategia de marketing de contenidos que atraiga nuevos clientes y genere confianza. Usando tácticas de venta sugerida por los clientes antiguos, creando promociones atractivas y lanzando campañas de email marketing personalizadas que capten la atención de prospectos y clientes.
7. Aumento de precios: antes de tomar la decisión de incrementar los precios de los productos, se deben implementar otras estrategias. Sin embargo, cuando se hace necesario tener un alza en los precios, esta decisión debe ser comunicada a los clientes que han sido constantes con la empresa previamente, para que ellos también tomen decisiones sobre su continuidad.
8. Fidelizar a los clientes: para conservar los clientes antiguos de la empresa, se puede considerar algunas opciones para presentarles, por ejemplo, sostener el mismo precio a cambio de una mayor participación en la cartera, realizar el pago en un tiempo menor al señalado o tener una mejor exhibición en el punto de venta, si es un distribuidor.





## – Conclusiones

- La implementación del proyecto en la vereda La Víbora del municipio de Amalfi Antioquia, es el óptimo debido a la cercanía con la mina de materia prima existente y la accesibilidad que ofrece a los demás municipios y la ciudad de Medellín, disminuiría los costos de transporte del material, algo que es beneficioso a nivel financiero para la empresa.
- La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., tendría una la capacidad instalada para producir 6400 bloques diarios, con los cuales se reducirían 6.8 toneladas de residuos de construcción y demolición del ambiente, evitando así la formación de puntos críticos por la mala disposición dentro del municipio de Amalfi y el nordeste antioqueño.
- La eficiencia en los sistemas de mampostería está sujeta directamente a la calidad de los materiales, entre estos los agregados. Por lo cual, se determinó el uso del 25% de agregado reciclado grueso proveniente de concreto compactado dentro del proceso de producción, puesto que al incluir finos reciclados a la mezcla, las resistencias bajan considerablemente y se compromete la calidad del producto final.
- Los bloques de concreto tienen mayor rendimiento por m<sup>2</sup>, lo que se traduce en ahorro de tiempo de mano de obra con costos inferiores a otros materiales. Como sistema estructural y constructivo se pueden proyectar desde viviendas de bajo costo de interés social, hasta edificios en altura, pasando por usos industriales, comerciales, hoteleros, hospitalarios, educativos, entre otros.
- La empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., sería la primer bloquera en la región nordeste de Antioquia, donde la utilización de residuos de construcción y demolición dentro del proceso de producción es un valor agregado para el producto. Que es el factor diferenciador con los productos de la competencia.
- Una gestión inadecuada de los RCD's, puede ocasionar focos de generación de vectores, enfermedades respiratorias, contaminación del agua, degradación del paisaje, entre otros. Por tanto, es de vital importancia que tengan una eficiente disposición y tratamiento, el aprovechamiento de estos materiales, traen grandes beneficios, aumentando la vida útil de las escombreras y devolviendo los materiales a la cadena productiva de la construcción. Lo que se traduce en menores costos en los procesos de producción de materiales y en la construcción.
- El análisis del estudio de mercado indica que existe una demanda insatisfecha de ladrillos en el país, tanto en calidad como en cantidad del producto ofertado, debido a que el sector de la construcción es dinámico, principalmente en los segmentos de edificaciones de vivienda VIS y No VIS, los cuales han demostrado tener un déficit de unidades creciente. Esto permite considerar que el proyecto de emprendimiento, tiene oportunidad de tener un espacio en el mercado.
- A la hora de comprar insumos para la construcción los clientes tienen en cuenta varios aspectos, el más relevante es la disminución de costos, tiempos y materiales por lo que los clientes se inclinan por el producto que les pueda

satisfacer esta necesidad. Por tanto, los precios por debajo de la competencia establecidos en el presente trabajo, se consideran como estrategia de marketing para ingreso del producto en el mercado.

- Aunque la diferencia con los precios de la competencia se considera baja, puesto que es de \$50 en una unidad individual de bloque de concreto. Es representativa a la hora de realizar ventas al por mayor, donde el cliente puede ver el beneficio de pactar con la empresa RCD PREFABRICADOS S.A.S., de igual manera, por el descuento que tendría por pronto pago que es del 2%.
- Desde el punto de vista financiero, el proyecto es viable, ya sea con recursos propios o con financiamiento bancario, aunque con los recursos propios el emprendimiento tendría una mayor rentabilidad, y un periodo interno de retorno menor en un año. Sin embargo, el financiamiento a través de un crédito, mejora la rentabilidad de la inversión, porque gracias a la deuda se aporta menos capital por el efecto del apalancamiento financiero; a su vez, los intereses que la empresa paga por la deuda al contabilizarse como gastos financieros permiten un ahorro fiscal, es decir, menor pago de participación laboral e impuesto a la renta.
- Se debe cumplir con la normatividad vigente en cuanto a la producción de los bloques de concreto, haciendo énfasis en el manejo ambiental del proyecto, tanto en su etapa de implementación como en la etapa de operación. Todo lo anterior con el fin de disminuir cualquier tipo de impacto negativo que se pueda generar con la implementación del proyecto y para tener facilidad en la consecución del sello ambiental colombiano, para que los productos en el largo plazo se puedan comercializar al resto del país e internacionalmente.
- Se pretende iniciar el proyecto en el año 2020, sin embargo no es recomendable hacerlo en este año, debido al momento de coyuntura económica que atraviesa el país. Por la pandemia del coronavirus (Covid-19), la industria ha sufrido una parálisis, lo que ha ocasionado que el sector de la construcción se ralentice y disminuya la demanda de materiales, lo cual no es beneficioso para el inicio de operaciones de la empresa, porque no se cumpliría con las expectativas en ventas y por ende con el pago del préstamo con el que se estima comenzar la empresa.

## – Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Amalfi. (2002). *Solicitud licencia ambiental para proyecto Escombrera Municipal*. Amalfi-Antioquia. Recuperado el 30 de Agosto de 2019
- Alcaldía de Amalfi. (2018). *Revisión y ajuste ordinario del Esquema de Ordenamiento Territorial EOT*. Amalfi Antioquia: Gobernación de Antioquia. Obtenido de [https://amalfiantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/amalfiantioquia/content/files/000338/16864\\_formulacion-eot-20192032.pdf](https://amalfiantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/amalfiantioquia/content/files/000338/16864_formulacion-eot-20192032.pdf)
- Alcaldía de Amalfi y Aser Servicios E.S.P. S.A. (2017). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, Municipio de Amalfi-Antioquia 2017-2028*. Obtenido de [http://amalfiantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/amalfiantioquia/content/files/000270/13463\\_pgirs-actualizado-20172028.pdf](http://amalfiantioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/amalfiantioquia/content/files/000270/13463_pgirs-actualizado-20172028.pdf)
- ANDESCO. (15 de Noviembre de 2019). ANDESCO. Obtenido de PIB del tercer trimestre fue el más alto de los últimos 15 analizados: <https://www.andesco.org.co/2019/11/15/pib-del-tercer-trimestre-fue-el-mas-alto-de-los-ultimos-15-analizados/>
- ANDI. (2018). *Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular contrato interadministrativo CI-049-2018*. Bucaramanga : Universidad industrial de Santander . Obtenido de <http://www.andi.com.co/Uploads/Documento%20An%C3%A1lisis%20Nacional.pdf>
- ANLA. (2015). *Resolución 932 de 2015*. Bogotá. Obtenido de [http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res\\_0932\\_03082015.pdf](http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_0932_03082015.pdf)
- Apliqua. (2019). *Nuevas tendencias en materiales de construcción para 2019*. Gestionando la estrategia. Obtenido de <https://apliqa.es/nuevas-tendencias-en-materiales-de-construccion-para-2019/>
- Arce Gálvez, P. y Serrano López A. (2015). *El mercado de materiales de construcción en Colombia*. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá: ICEX. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/219975057rad0C30C.pdf>
- Arrieta, J. y. (2001). *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de ingeniería civil. . Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/proy8.pdf>
- ASOGRAVAS. (2018). ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE AGREGADOS. ACTA No 101. 1. Obtenido de <https://asogravas.org/wp-content/uploads/2018/10/ACTA-101-MARZO-2018.pdf>
- ASOGRAVAS. (s.f.). *La industria*. Obtenido de ASOGRAVAS: <https://asogravas.org/la-industria/>
- Banco de la República. (2019). *El Banco de la República: antecedentes, evolución y estructura*. Obtenido de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/economia/banrep1/hbrep62.htm>
- Benavides, I. y Heredia, R. (2012). *Estudio de mercado de ladrilleras artesanales del departamento de Cochabamba*. Eficiencia energética en ladrilleras artesanales. Obtenido de <http://www.redladrilleras.net/assets/files/7b61b680f4b201debd59ee7913f2567d.pdf>
- Betancur, C. (2019). *Nace el prefabricado en Colombia*. Obtenido de <https://www.innovacasas.com/2019/01/08/nace-el-prefabricado-en-colombia/>
- Bloqueras. (2019). *Bloques de concreto*. Obtenido de <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>

- Bloqueras Organización (2019). *Bloques de Concreto*. Obtenido de <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>
- Bolaño, G. y Zapata, M. (2010). *Estudio de factibilidad para la creación de una planta procesadora de bloques y adoquines vibro-prensados en la región Magdalena Sur*. Santa Marta : Universidad del Magdalena. Obtenido de <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/bitstream/123456789/2312/1/II-00082.pdf>
- British Standards. (2000). *BS 6073*. Obtenido de UK.
- Bustamante, C. (2012). *Construcciones prefabricadas crecieron 167% en 5 años*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Portafolio.co.
- CAMACOL. (2017). *Tendencias de la construcción, economía y coyuntura sectorial*. Bogotá, Colombia: Cámara Colombiana de la construcción, Coordinada Urbana. Obtenido de [https://camacol.co/sites/default/files/sala-prensa/Tendencias\\_Construccion11.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/sala-prensa/Tendencias_Construccion11.pdf)
- CAMACOL. (2018). *Tablas de coyuntura, unidades de vivienda*. Bogotá, Colombia: Coordinada Urbana.
- CAMACOL. (2019). *Economía en la mira*. Bogotá: Cámara colombiana de la construcción. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/documentos/No.77%20VF.pdf>
- CAMACOL. (2019). Prefabricados en Antioquia. *Directorio de la industria de la construcción*. Obtenido de [http://www.directoriocamacol.com/es/companies/search\\_by\\_category?category\\_id=353&page=1&search\\_type=by\\_subcategory&subcategory\\_id=356&subcategory\\_name=Concrete+blocks](http://www.directoriocamacol.com/es/companies/search_by_category?category_id=353&page=1&search_type=by_subcategory&subcategory_id=356&subcategory_name=Concrete+blocks)
- CAMACOL. (2019). *TENDENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN DECIMOSEXTA EDICIÓN - Economía y Coyuntura Sectorial*. Bogotá, Colombia: Cámara colombiana de la construcción, Coordinada urbana. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/sala-prensa/TENDENCIAS%20SEPTIEMBRE%2030%20DE%202019%20P%C3%81GINA%20WB.pdf>
- CAMACOL. (2019). *Tendencias de la construcción, Economía y coyuntura sectorial*. Bogotá, Colombia: Cámara colombiana de la construcción, Coordinada urbana. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/sala-prensa/TENDENCIAS%20DE%20LA%20CONSTRUCCI%C3%93N%2015.pdf>
- CAMACOL VALLE. (2019). Las ventajas de los prefabricados de concreto. *Revista NDC ed 13*. Obtenido de <https://camacolvalle.org.co/las-ventajas-de-los-prefabricados-de-concreto/>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (s.f.). *Constitución de una empresa por acciones simplificadas*. Bogotá.
- CAR. (2018). *Resolución 0472 DE 2017*. Bogotá: Ministerio de Ambiente. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5dcf09a13bfaf.pdf>
- Carrasco, R. B. (2018). Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de arquitectura, diseño y artes*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14857/TESIS%20MAS%202018%20%28RA%C3%9AL%20CARRASCO%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casa Gres. (2017). En arcilla, Panorama de la arcilla en Colombia. *EN OBRA*.
- Casanova Lenin, J. M. (2017). *Fabricación de bloques huecos de concretos con mezclas poliméricas a base de policloruro de vinilo (PVC) y poliestireno*. Naguanagua, Venezuela: Departamento de Ingeniería Petroquímica, Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana. Obtenido de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/IngenieriaYSociedad/a12n1/art02.pdf>

- Castillo, J. (2015). *Estudio de creación de una empresa de producción de bloques de hormigón celular para posicionarla en el mercado local de constructores*. Ambato Ecuador: Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1437/1/75879.pdf>
- Cementos Tequendama. (2017). *¿Qué es el cemento y cuál es su composición?* Obtenido de Cetesa.com: <http://www.cetesa.com.co/que-es-el-cemento-y-cual-es-su-composicion/>
- Cemex. (2019). *Aditivos para concreto*. Bogotá. Obtenido de <https://www.cemexcolombia.com/productos/aditivos>
- Concretos Supermix. (2019). *Ventajas de usar bloques SUPERMIX*. Obtenido de [https://www.supermix.com.pe/files/dip\\_bloques.pdf](https://www.supermix.com.pe/files/dip_bloques.pdf)
- Concretodo. (s.f.). *ARQUIBLOCK, soluciones para arquitectura*. Obtenido de <http://www.concretodo.com/pdf/split.pdf>
- Conesco. (2019). *Conesco, Transformamos Residuos En Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.conescombros.com/>
- Congreso de Colombia. (1973). *Ley 23 de 1973*. Bogotá. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley\\_0023\\_1973.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley_0023_1973.pdf)
- Congreso de Colombia.. (1979). *LEY 9 DE 1979*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0009\\_1979.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html)
- Congreso de Colombia.. (1993). *LEY 99 DE 1993*. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html)
- Congreso de Colombia.. (1997). *Ley 373 de 1997*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0373\\_1997.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf)
- Congreso de Colombia.. (2008). *Ley 1258 de 2008*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1258\\_2008.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1258_2008.html)
- Congreso de Colombia.. (2008). *Ley 1259 de 2008*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1259\\_2008.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1259_2008.html)
- Contraloría General de Antioquia. (2016). *Informe anual sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente en Antioquia 2015-2016*. Obtenido de <http://www.cga.gov.co/ProcesosMisionales/AuditoriaIntegral/Informes/Informe%20Recursos%20Naturales%202016.pdf>
- CONSTRUDATA. (2012). *Diagnóstico de la industria ladrillera en el país*. Bogotá: Legis S.A. Obtenido de <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/L/ladrillosdiagnostico/ladrillosdiagnostico.asp>
- CORANTIOQUIA. (2019). *Listado de gestores de residuos de construcción y demolición-RCD inscritos en Corantioquia*. Obtenido de <http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Tematicas/Residuos%20Peligrosos/Listado%20Gestores%20RCD%20Corantioquia.pdf>
- Corporación ambiental empresarial CAEM. (2013). *Oportunidades para reducir las emisiones contaminantes SCLPS en el subsector de producción de ladrillos en Colombia*. Convenio específico de colaboración entre la Universidad Autónoma Metropolitana de México y la Corporación Ambiental y Empresarial - CAEM, Colombia. Obtenido de [http://www.redladrilleras.net/apps/manual\\_ccac/pdf/es/oportunidades-de-reduccion-de-SCLPs-en%20ladrilleras-Colombia-CAEM.pdf](http://www.redladrilleras.net/apps/manual_ccac/pdf/es/oportunidades-de-reduccion-de-SCLPs-en%20ladrilleras-Colombia-CAEM.pdf)
- Cymper. (2019). *Pigmentos para cemento y hormigón*. Obtenido de <https://www.cymper.com/blog/pigmentos-para-cemento-y-hormigon/>

- DANE. (2014). *Índice de precios al consumidor- Sección Históricas*. Bogotá: Gobierno de Colombia .
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y vivienda- CNPV 2018*. Documento en excel , Bogota. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- DANE. (2019). *Estadísticas de Cemento Gris (ECG)*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/cemento\\_gris/Bol\\_cemen\\_gris\\_sep19.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/cemento_gris/Bol_cemen_gris_sep19.pdf)
- DANE. (2019). *Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC)*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib\\_const/Bol\\_ieac\\_IItrim19.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IItrim19.pdf)
- DANE. (2019). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)*. Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib\\_const/Bol\\_ieac\\_IItrim19.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IItrim19.pdf)
- DANE. (2020). *Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICCV) FEBRERO 2020*. Bogota: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/iccv/bol\\_iccv\\_feb20.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/iccv/bol_iccv_feb20.pdf)
- Daniela, J. G. (13 de mayo de 2019). Ladrilleras, en la ruta de la reconversión tecnológica. *El Colombiano*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/ladrilleras-en-la-ruta-de-la-reconversion-tecnologica-BO10690753>
- Diario el Tiempo. (1990). *NUEVOS PROGRAMAS POR 3.900 MILLONES DE PESOS ICT COMIENZA NUEVA ERA CON 18.000 BENEFICIADOS*.
- Diario El tiempo. (1993). *Construcción: se desborda la demanda de materiales*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-90108>
- Diario El Tiempo. (1993). *Veinte años de casas prefabricadas*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-219152>
- Diario El Tiempo. (1996). *El auge de los prefabricados*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-346022>
- Diario El Tiempo. (2002). *CONCRECAUCA, en prefabricados*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Diario El Tiempo. (2003). *Hechos que sacudieron el país*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1030130>
- Diario El Tiempo. (2009). *Sayab: la apuesta sostenible en Cali; usará sistema prefabricado en un área total de 42.200 metros cuadrados*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-6482470>
- Diario La República. (2018). *El comportamiento de la construcción*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/analisis/roberto-junguito-500053/el-comportamiento-de-la-construccion-2611186>
- Diccionario de la lengua española. (2005).
- El Colombiano. (s.f.). *Subirá precio de materiales para vivienda*. Obtenido de ASOGRAVAS : <https://asogravas.org/sala-de-prensa/actualidad/subira-precio-de-materiales-para-vivienda/>
- Empresite Colombia. (2019). Ladrillera en MEDELLIN (Antioquia). *El Economista*. Obtenido de <https://empresite.eleconomistaamerica.co/Actividad/LADRILLERA/localidad/MEDELLIN/>
- Escandon, J. (2011). *Diagnóstico técnico y económico del aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición en edificaciones en Bogotá*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71418962.pdf>

- FONAES. (s.f.). *Guía empresarial- Ladrillos*. Obtenido de [http://www.fonaes.gob.mx/doctos/pdf/guia\\_empresa/ladrillos.pdf](http://www.fonaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresa/ladrillos.pdf)
- Fuentes, N. (2015). *Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n2/v25n2a06.pdf>
- Fuerzas Militares de Colombia. (2019). *Estudioo previo para el proceso de selección abreviada de menor cuantía No. 177-MDN-COGFM-ESDEG-2019 para el mantenimiento preventivo y correctivo, restauración y adecuación de las instalaciones de la escuela superior de guerra "GENERAL RAFAEL REYES PRIETO"*. Bogotá, Colombia: Escuela Superior de Guerra.
- Gamboa, O. E. (2005). Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 Kg/cm<sup>2</sup>, caso específico fuerte-block máquinas # 1 y #2. *Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial*. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1468\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf)
- GC Colors. (2013). Pigmentación de morteros y hormigones. *Revista Cemento Hormigón*, 10. Obtenido de <http://www.gc-colors.es/descargas/docdow.php?id=145>
- Gerencie. (2017). *Ladrillos y bloques frente al Impuesto a las ventas*. Obtenido de <https://www.gerencie.com/ladrillos-y-bloques-frente-al-impuesto-a-las-ventas.html>
- Granillo, R., Marmolejo, I., Santana, F. y González I. (2011). *Fabricación de elementos para la construcción de viviendas sustentables, con aplicaciones en el sector rural y comunidades marginadas, a través del uso del compuesto anhidrita*. Sahagún, Hidalgo: Incubadora de Empresas UAEH, Cd. Sahagún. . Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/5501/reporte\\_tecnico\\_-\\_fabricacion\\_de\\_elementos\\_para\\_la\\_construccion.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/5501/reporte_tecnico_-_fabricacion_de_elementos_para_la_construccion.pdf)
- Grupo de Investigación Decor . (2015). *Aplicación de prefabricados ecológicos: análisis de mercado*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <http://decor.upbbga.edu.co/documents/PREFABRICADOS%20EN%20COLOMBIA%20%20v7%20digital.pdf>
- Grupo Argos. (2019). *360 en concreto*. Obtenido de Agregados reciclados: ¿Qué y para qué?: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-reciclados-que-y-para-que>
- Grupo Argos. (2019). *Acerca de Argos*. Obtenido de Argos Colombia: <https://colombia.argos.co/Acerca-de-argos>
- Grupo Argos. (2019). *Concreto de color*. Obtenido de 360 en concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/168/categoryname/innovacion-y-tendencias/el-concreto-de-color>
- Grupo Argos. (2019). *Controlando la mampostería de concreto para mayor eficiencia en edificaciones*. Obtenido de 360 en concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/normatividad/mamposteria-controlada-edificaciones>
- Grupo Argos. (2019). *Fabricación de prefabricados en concreto en Colombia*. Obtenido de 360 en concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/178/categoryname/concreto/prefabricados-concreto-en-colombia>
- Grupo Argos. (2019). *Fabricación de prefabricados en concreto en Colombia*. Obtenido de 360 en concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/concreto/prefabricados-concreto-en-colombia>
- Grupo Argos. (2019). *Tendencias de construcción sostenible en Colombia 2019*. Obtenido de Colombia ARGOS: <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Sostenibilidad/tendencias-de-construccion-sostenible-en-colombia-2019>

- Grupo Argos. (2019). *Tendencias de la tecnología del concreto: Tipos de concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/158/categoryname/usuarios-y-aplicaciones/tendencias-tecnologia-del-concreto-tipos-de-concretos>
- Grupo BANCOLOMBIA. (2019). *Panorama y evolución del sector de la construcción en Colombia*. Bogotá, Colombia: Gerencia Estrategia Sector Inmobiliario y Constructor. Obtenido de <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/especiales/sector-construccion-colombia-2019/panorama-evolucion-sector-construccion>
- Grupo Morbeck. SEBRAE BRASIL. (2016). *Proyecto de creación de fábrica de bloques de concreto*. Obtenido de <http://www.grupomorbeck.com/site/es/blog/bloques-de-homigon/proyecto-de-creacion-de-fabrica-de-bloques-de-concreto>
- Hernández G., C. N. (2015). *Análisis económico en el mercado del cemento*. Obtenido de <https://www.academia.edu/31638915/Cemento>
- Heubach. (2019). *Pigmentos inorgánicos de Heubach*. Obtenido de <https://www.heubachcolor.com/es/productos/pigmentos-inorganicos/>
- ICONTEC. (2000). *Norma Técnica Colombiana NTC 174*. Obtenido de Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.: <http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/norma%20NTC%20174%20de%202000.pdf>
- ICONTEC. (2014). *Norma Técnica Colombiana NTC 6093*. Obtenido de Etiquetas ambientales tipo 1. Sello ambiental colombiano. Criterios ambientales para prefabricados: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/NTC\\_6093\\_-\\_SAC\\_Prefabricados\\_Concreto.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/NTC_6093_-_SAC_Prefabricados_Concreto.pdf)
- INCP. (2012). *Indicadores económicos e información financiera- índice de inflación (1955-2011)*. Obtenido de Instituto Nacional de Contadores Públicos de Colombia: <http://web.archive.org/web/20160306035934/http://www.incp.org.co/indicadores-economicos-e-informacion-financiera-incp/indice-de-inflacion-1955-2011>
- Ingetierras de Colombia. (2015). *Lista de Ingetierras de Colombia*. Rionegro Antioquia. Obtenido de [https://www.ingetierrasdecolombia.com/phocadownload/doc\\_legales/listado\\_precios\\_sep\\_2015.pdf](https://www.ingetierrasdecolombia.com/phocadownload/doc_legales/listado_precios_sep_2015.pdf)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1977). *NTC 1362, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland Blanco. (IRAM 1691)*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41268841/NTC1362pdf/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1977). *NTC 321, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones químicas. (ASTM C 150)*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/NTC%20321%20de%201982.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1982). *NTC 121, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas. (ASTM C150)*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/NTC%20121%20de%201982.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1992). *NTC 1299, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos químicos para concreto. (ASTM C 494)*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41268863/NTC1299pdf/>



- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1993). *NTC 1000, Unidades S.I. y recomendaciones para el empleo de sus múltiplos, así como de otras unidades (ISO 1000)*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://williamvargas25.files.wordpress.com/2011/05/ntc1000.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1993). *NTC 3493, Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Pórtland.* (ASTM C. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41268696/NTC3493pdf/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1993). *NTC 3495. Ingeniería civil y arquitectura. Resistencia a la compresión de prismas de mampostería.* (ASTM E 447). Bogotá: República de Colombia. Obtenido de [https://www.academia.edu/39634645/NORMA\\_T%C3%89CNICA\\_NTC\\_COLOMBIANA\\_3495\\_M%C3%89TODO\\_DE\\_ENSAYO\\_PARA\\_DETERMINAR\\_LA\\_RESISTENCIA\\_A\\_LA\\_COMPRESI%C3%93N\\_DE\\_MURETES\\_DE\\_MAMPOSTER%C3%8DA](https://www.academia.edu/39634645/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_3495_M%C3%89TODO_DE_ENSAYO_PARA_DETERMINAR_LA_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESI%C3%93N_DE_MURETES_DE_MAMPOSTER%C3%8DA)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1993). *NTC 3502, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto.* (ASTM C 260). Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41268730/NTC3502pdf/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1994). *NTC 174, Especificaciones de agregados para concreto.* (ASTM C 33). Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/norma%20NTC%20174%20de%202000.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1994). *NTC 4024, Ingeniería civil y arquitectura. Muestreo y ensayo de unidades (bloques y ladrillos), de concreto, para mampostería, y de otros prefabricados.* ASTM C 140). Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://metroblock.com.co/norma-tecnica-colombiana-ntc-4024/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1994). *NTC 4045: (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación) NTC 4045 Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural* (ASTM C 330). Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.academia.edu/30427757/NTC\\_4045\\_Agregados\\_livianos\\_](https://www.academia.edu/30427757/NTC_4045_Agregados_livianos_)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1995). *NTC 3760, Ingeniería civil y arquitectura. Concreto coloreado integralmente. Especificaciones para pigmentos.* (ASTM C 979). Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://docplayer.es/62633981-Norma-tecnica-colombiana-3760.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1995). *NTC 4018, Ingeniería civil y arquitectura. Escoria de alto horno granulada y molida para uso en concretos y morteros.* (ASTM C 989). Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41268704/NTC4018pdf/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1996). *NTC 4026 Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural.* Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%208%20NTC-4026.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (1996). *NTC 4072 Ingeniería civil y arquitectura; que se refiere a la determinación de la contracción lineal por secado en unidades - bloques y ladrillos -, de concreto, para mampostería.* Bogotá: República de Colombia.

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (2012). *NTC-ISO 80000-1, Cantidades y unidades. Parte 1: Generalidades*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.emcali.com.co/documents/148832/162283/NTC%20-%20ISO%2080000-1%20de%202012.pdf/426b1f7f-20da-a300-900f-460de83c0e81>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (2014). *NTC 3760, Ingeniería civil y arquitectura: concreto coloreado integralmente, especificaciones para pigmentos*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://docplayer.es/62633981-Norma-tecnica-colombiana-3760.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (2014). *NTC 4924, prefabricados en concreto. Agregados livianos para unidades de mampostería de concreto*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%207%20NTC-4076.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (2014). *NTC 6093, Etiquetas ambientales Tipo 1, que expone los criterios ambientales para otorgarle el sello ambiental colombiano a los prefabricados en concreto*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/NTC\\_6093\\_-\\_SAC\\_Prefabricados\\_Concreto.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/NTC_6093_-_SAC_Prefabricados_Concreto.pdf)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. (2017). *NTC 4076, Ingeniería civil y arquitectura, referente a las Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería interior y chapas de concreto*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%207%20NTC-4076.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC Agua para la elaboración de concreto. (BS 3148). (1994). *NTC 3459, Ingeniería civil y arquitectura. Agua para la elaboración de concreto. (BS 3148)*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41268841/NTC1362pdf/>
- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. (s.f.). Proceso de fabricación del cemento. Obtenido de <https://www.ieca.es/proceso-de-fabricacion/>
- IPC. (2017). *Nordeste Antioqueño*. DANE. Obtenido de <http://ipc.org.co/index.php/regiones/nordeste-de-antioquia/>
- IPC (Instituto Popular de Capacitación). (2018). *Nordeste Antioqueño*. Obtenido de <http://ipc.org.co/index.php/regiones/nordeste-de-antioquia/>
- Jiménez, C. (2017). *Perfil técnico ambiental para ladrillos de cerámica en el marco de las compras sostenibles*. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3430/PERFIL%20T%C3%89CNICO%20AMBIENTAL%20PARA%20LADRILLOS%20DE%20CER%20C3%81MICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez W., y. L. (2017). *Análisis mecánico de la utilización de concreto reciclado como agregado grueso en un concreto de alto desempeño (6000 psi Ó 42 MPa)*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14586/1/ANALISIS%20MECANICO%20PARA%20UN%20CONCRETO%20DE%206000psi.pdf>
- La República. (2018). *COLOMBIA: Balance 2018 y perspectivas 2019*. Obtenido de <https://imgcdn.larepublica.co/cms/2018/12/28132344/ANDI-Balance-y-Perspectivas.pdf>

- La República. (2020). Desempeño reciente del sector construcción y perspectivas 2020. Obtenido de <https://www.larepublica.co/analisis/anif-2941063/desempeno-del-sector-construccion-y-perspectivas-2020-2991939>
- Lagua Ortiz, A. (2015). *Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad en la fábrica prefabricados y construcciones CANTÓN AMBATO.*. Ambato Ecuador: Universidad técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18543/1/T3172i.pdf>
- Latorre, A., Delrieu, J. y Rodríguez, N. (2008). *La industria del cemento de Colombia, determinantes y comportamiento de la demanda (1996-2005)*. Bogotá: Pontificie Universidad Javeriana. Obtenido de <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis16.pdf>
- Latorre A., D. J. (2008). *La industria del cemento en Colombia, determinantes y comportamientos de la demanda (1996-2005)*. Bogotá: Pontificie Universidad Javeriana. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9570/tesis16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lopez, O., Cano, Y., Triana, L. y González, B. (2018). Viabilidad para la creación de una empresa de fabricación de bloques ecológicos en el municipio de Tenjo, Cundinamarca. *Universidad católica de Colombia*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16027/1/Viabilidad%20para%20la%20creaci%C3%B3n%20de%20una%20empresa%20de%20fabricaci%C3%B3n%20de%20bloques%20ecol%C3%B3gicos%20en%20el%20municipio%20de%20Tenjo,%20Cundinamarca..pdf>
- Mariño, L. (2020). Inflación de enero de 2020 fue de 0,42%, en línea con la expectativa de los analistas. *La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/inflacion-de-enero-de-2020-fue-de-042-segun-el-dane-en-linea-con-la-expectativa-de-los-analistas-2961069>
- Mendoza, C. R. (2017). *Análisis Del Costo De Capital Promedio Ponderado - Para La Toma De Decisiones*. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=JaifC\\_qU7KM](https://www.youtube.com/watch?v=JaifC_qU7KM)
- Mercante, I. T. (2007). *Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental*. Revista Científica de Primavera UCES.
- Metroblock(2019). *La importancia de las fábricas de bloques de cemento especializadas a la hora de construir*. Obtenido de <https://metroblock.com.co/cotizaciones/>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). *Resolución 0472 de 2017*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (1995). *Resolución 898 de 1995*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/fuentes\\_moviles/Resolucion\\_898\\_de\\_1995\\_-\\_Calidad\\_Combustibles.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/fuentes_moviles/Resolucion_898_de_1995_-_Calidad_Combustibles.pdf)
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). *Resolución 0472 de 2017*. Bogotá: República de Colombia. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). *Resolución 472 de 2017*. Bogotá. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>
- Ministerio de minas y energía. (2020). *Precios de Combustibles Año 2020*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2020>

- Ministerio del medio ambiente. (1994). *Resolución 541*. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Resoluciones/res\\_0541\\_141294.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Resoluciones/res_0541_141294.pdf)
- Ministerio del medio ambiente. (1995). *Decreto 948 de 1995*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec\\_0948\\_1995.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf)
- Ministerio del medio ambiente. (1995). *Resolución 1351 de 1995*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/48-Resoluci%C3%B3n%201351%20de%201995%20-%20Informe%20E-1.pdf>
- Ministerio del medio ambiente. (2020). *Precios de Combustibles Año 2020*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2020>
- Moncayo, C. (2016). *Costo de capital promedio ponderado "CCPP O WACC"*. Obtenido de <https://www.incp.org.co/costo-de-capital-promedio-ponderado-ccpp-o-wacc/>
- Mundo minero. (2015). El buen momento de los materiales. *Mundo Minero*. Obtenido de <http://mundominero.com.co/el-buen-momento-de-los-materiales/>
- Neville, A. M. (1999). Tecnología del concreto. *Limusa*, 352.
- Pacheco, C. y Sereviche J. (2015). *Plan de negocios para la producción, comercialización de ladrillos ecológicos- ECOLADRILLOS*. Bucaramanga, Santander: Universidad de Santander. Obtenido de [https://www.udes.edu.co/images/programas/tec\\_gestion\\_industrial/plan\\_de\\_negocios\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_ladrillos.pdf](https://www.udes.edu.co/images/programas/tec_gestion_industrial/plan_de_negocios_para_la_produccion_de_ladrillos.pdf)
- Pérez P., J. y. (2013). *Definición de prefabricado*. Obtenido de <https://definicion.de/prefabricado/>
- Peréz, B. y Villareal, J. (2016). *Plan de negocios para la creación de la empresa prefabricados de Ciénaga S.A.S*. Santa Marta: Universidad cooperativa de Colombia. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15034/1/2016\\_plan\\_negocio\\_empresa.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15034/1/2016_plan_negocio_empresa.pdf)
- Poon, C. S. (2006). Paving blocks made with recycled concrete aggregate and crushed clay brick. *Construction and Building Materials*, 9. Obtenido de *Construction and Building Materials*
- Portafolio. (2018). *Exportaciones de material para la construcción crecerán 5% en 4 años*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/colombia-liderara-exportaciones-de-materiales-de-construccion-en-la-region-520358>
- Presidencia de la República. (1974). *DECRETO 2811 DE 1974*. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto\\_2811\\_1974.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2811_1974.html)
- Presidencia de la República. (1978). *Decreto 1541 de 1978*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1250>
- Presidencia de la República. (1978). *Decreto 1541 de 1978*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1250>
- Presidencia de la República. (2005). *Decreto Nacional 838 de 2005*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema\\_Gestion\\_de\\_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad\\_Gnl/Decreto%20838%20de%202005-Mar-23.pdf](https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Decreto%20838%20de%202005-Mar-23.pdf)
- Presidencia de la República. (2015). *Decreto 1076 de 2015*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

- Presidencia de la República. (1974). *Decreto 2811 de 1974*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_2811\\_de\\_1974.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf)
- Presidencia de la República. (1974). *Decreto Ley 2811 de 1974*. Bogotá. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_2811\\_de\\_1974.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf)
- Presidencia de la República. (1982). *Decreto 02 de 1982*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto02\\_19820111.htm](https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto02_19820111.htm)
- Presidencia de la República. (1983). *Decreto 2206 de 1983*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1418454>
- Presidencia de la República. (1984). *Decreto 1594 de 1984*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [http://www.oas.org/usde/environmentlaw/waterlaw/documents/Colombia-Descreto\\_No\\_1594\\_\(1984\).pdf](http://www.oas.org/usde/environmentlaw/waterlaw/documents/Colombia-Descreto_No_1594_(1984).pdf)
- PROCOLOMBIA. (2016). *El mundo invierte en Colombia- Inversión en materiales de construcción*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR\\_MATERIALES\\_DE\\_CONSTRUCCION\\_2016.pdf](https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR_MATERIALES_DE_CONSTRUCCION_2016.pdf)
- PROCOLOMBIA. (2016). *El mundo invierte en Colombia, inversión en materiales de construcción*. Bogotá, Colombia: Gobierno de Colombia. Obtenido de [https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR\\_MATERIALES\\_DE\\_CONSTRUCCION\\_2016.pdf](https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR_MATERIALES_DE_CONSTRUCCION_2016.pdf)
- PROCOLOMBIA. (2016). *El mundo invierte en Colombia, Inversión en materiales de construcción*. Obtenido de Gobierno de Colombia: [https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR\\_MATERIALES\\_DE\\_CONSTRUCCION\\_2016.pdf](https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR_MATERIALES_DE_CONSTRUCCION_2016.pdf)
- PROCOLOMBIA. (2019). *Informe Gestión 2018*. Bogotá, Colombia: Exportaciones, turismo, inversión, marca país. Obtenido de [https://procolombia.co/sites/default/files/informe\\_gestion\\_procolombia\\_2018.pdf](https://procolombia.co/sites/default/files/informe_gestion_procolombia_2018.pdf)
- PROCOMER. (2017). *El sector de construcción en Colombia demandaría productos con mayor valor agregado*. (C. ©. S.A., Editor) Obtenido de LEGISCOMEX: <https://www.legiscomex.com/Documentos/sector-construccion-colombia-demanda-productos-valor-agregado-ene-19-16-1not>
- Productos de Concreto S.A. (2018). *Familia tradicional, Bloques de Concreto*. Obtenido de productosdeconcreto: [https://productosdeconcretocr.com/wp-content/uploads/2018/07/Ficha\\_tecnica\\_bloques.pdf](https://productosdeconcretocr.com/wp-content/uploads/2018/07/Ficha_tecnica_bloques.pdf)
- Restrepo I., D. (2016). *Ejercicio del control de la actividad constructora en Medellín EL CASO SPACE*. Medellín: Universidad EAFIT. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11826/Diego\\_Restrepolsaza\\_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11826/Diego_Restrepolsaza_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Revista Equipar. (2017). Tendencias de la construcción. *EQUIPAR © Copyright* . Obtenido de <https://www.revistaequipar.com/noticias/tendencias-de-la-construccion>
- Ríos, J., Olaya, Y. y Rivera, G. (2017). Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica de sistemas. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16, 80. Obtenido de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1078/2012>
- Ríos, J., Olaya, Y. y Rivera, G. (2017). Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica

- de sistemas. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 82. Obtenido de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1078/2012>
- Rubiano, O., Taco, J. y Ruíz, J. (2018). *Planta de reciclaje de residuos sólidos de construcción y demolición (RCD) en las escombreras de la ciudad de Bogotá*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13557/1/PLANTA%20DE%20RECI%20CLAJE%20DE%20RESIDUOS%20S%20C%20%93LIDOS%20DE%20CONSTRUCCI%20C%20%93N%20Y%20DEMOLICI%20C%20%93N%20%28RCD%29%20EN%20LAS%20ESCOMBRERAS%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOT%20C%20%81.pdf>
- Sacoto, J. (2013). Diseño del proyecto para la implementación de una fábrica productora de ladrillo en la ciudad de Azogues. *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5700/1/UPS-CT002797.pdf>
- Salmón, I. B. (2012). *Estudio de Mercado de Ladrilleras Artesanales del Departamento de Cochabamba*. Swisscontact. Obtenido de <http://www.redladrilleras.net/assets/files/7b61b680f4b201debd59ee7913f2567d.pdf>
- Sarache, W. A. (2009). *Selección de proveedores: Una aproximación al estado del arte*. Universidad de Nacional. Manizales: Departamento de Ingeniería Industria.
- Sebrae Brasil . (2015). *Proyecto de creación de fábrica de bloques de concreto*. Obtenido de Grupomorbeck: <http://www.grupomorbeck.com/site/es/blog/bloques-de-homigon/proyecto-de-creacion-de-fabrica-de-bloques-de-concreto>
- Sierra, C., Moreno, J. y Silva, H. (2015). Canales de distribución: características principales de los distribuidores mayoristas de materiales de construcción de extracción minera en Barranquilla - Colombia. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 17, 527. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/993/99342682009.pdf>
- Sika. (2019). *Aditivos para concreto*. Obtenido de [https://col.sika.com/es/system/search.html?\\_charset\\_=UTF-8&searchtype=&searchText=ADITIVOS](https://col.sika.com/es/system/search.html?_charset_=UTF-8&searchtype=&searchText=ADITIVOS)
- Sinesco. (2019). *Sinesco, empresa de soluciones ambientales*. Obtenido de <https://sinesco.co/>
- Sumicol. (2019). *Pinturas y pigmentos*. Obtenido de <https://www.sumicol.com.co/mercados-y-soluciones/pinturas-y-pigmentos/>
- Sura. (2020). *Tarifas SOAT 2020*. Obtenido de <https://www.suraenlinea.com/v2/sura/soat/tarifas>
- Tiria, A. (2017). *Diseño de un sistema de gestión de costos por órdenes de Producción para la Empresa Sistemas Innovadores Moldeados Y Arquitectónicos-Sima- S.A.S*. Sogamoso: Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2256/1/TGT-798.pdf>
- Torres, K. y Ferreira, D. (2014). *Caracterización física de agregados petreos para concreto. Caso: Vista hermosa (Mosquera) y mina CEMEX (Apulo)*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1655/1/TRABAJO%20DE%20INVESTIGACION.pdf>
- Toxement. (2019). *Aditivos*. Obtenido de <http://www.toxement.com.co/resultados/?query=aditivos>
- Trade Map. (2016). *Trade statistics for international business development*. Obtenido de <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Universidad José Cecilio del Valle. (2009). *Bloques de Concreto*. Obtenido de Materiales de Construcción Universidad José Cecilio del Valle: <https://matdeconstruccion.wordpress.com/2009/08/03/bloques-de-concreto/>
- Universidad de Coruña E.T.S.I. (2008). Ligantes: Cementos : Cementos. *Caminos, Canales y Puertos*, 15.

- UPME. (2014). *Evaluación de la situación actual y futura del mercado de los materiales de construcción y arcillas en las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Santa Marta y eje cafetero*. Bogotá: Consorcio Proyección. Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Evaluacion\\_situacion\\_actual\\_futura\\_del\\_mercado\\_de\\_los\\_materiales.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Evaluacion_situacion_actual_futura_del_mercado_de_los_materiales.pdf)
- UPME. (2018). *Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias enfocadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular- CONTRATO INTERADMINISTRATIVO CI-049-2018*. Bucaramanga: Universidad industrial de santander. Obtenido de <http://www.andi.com.co/Uploads/Documento%20An%C3%A1lisis%20Nacional.pdf>
- Valora Analitik. (2020). Demanda de materiales de construcción en Colombia caer a hasta 40 en 2020, aso gravas ve recuperación. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/2020/04/24/demanda-de-materiales-de-construccion-en-colombia-caer-a-hasta-40-en-2020-aso-gravas-ve-recuperacion/>
- Wattanasiriwech, D. S. (2009). Paving blocks from ceramic tile production waste. *Journal of Cleaner Production*, 6.
- Yances, J. (2018). Fabricación de prefabricados en concreto en Colombia. *360enconcreto-ARGOS*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/178/categoryname/concreto/prefabricados-concreto-en-colombia>

– Anexos

**ANEXO 1: Encuesta realizada a los clientes potenciales**

Encuesta para trabajo de grado

Cordial saludo,

La presente encuesta se realiza con el fin de hacer un estudio de mercado sobre los bloques de concreto y el comportamiento del sector construcción en cuanto al manejo de los residuos de construcción y demolición. La encuesta está dirigida a aquellos segmentos de la construcción que emplean o comercializan bloques de concreto o ladrillos de arcilla. Como son, ingenieros civiles, arquitectos, constructoras, distribuidoras mayoristas y minoristas de productos de construcción, propietarios de vivienda y maestros de obra.

La información obtenida, será utilizada para el desarrollo del informe final de trabajo de grado “IDEA DE NEGOCIO PARA EL DESARROLLO DE UNA EMPRESA DE ASESORÍA, GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD), EN OBRA EN EL NORDESTE ANTIOQUEÑO CON PLANTA EN EL MUNICIPIO DE AMALFI ANTIOQUIA”, presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.

Muchas gracias por su colaboración.

Dorian de Jesús Albanés Parra

CC. 32.092.305

Estudiante de Ingeniería Ambiental

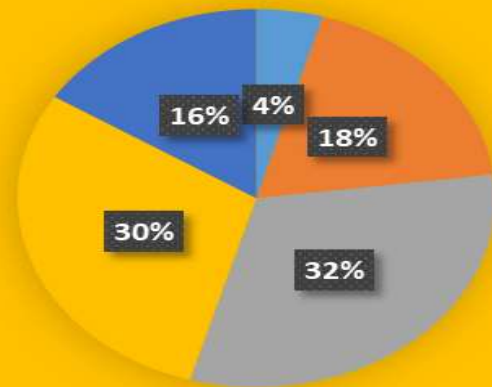
Universidad de Antioquia

Preguntas:

1. ¿A qué segmento del mercado de la construcción usted pertenece?
  - a. Empresarios del sector construcción
  - b. Propietario o administrador de una ferretería o depósito de materiales
  - c. Ingeniero o arquitecto
  - d. Constructor (maestro de obra o albañilería)
  - e. Constructor individual (propietario de vivienda en construcción)

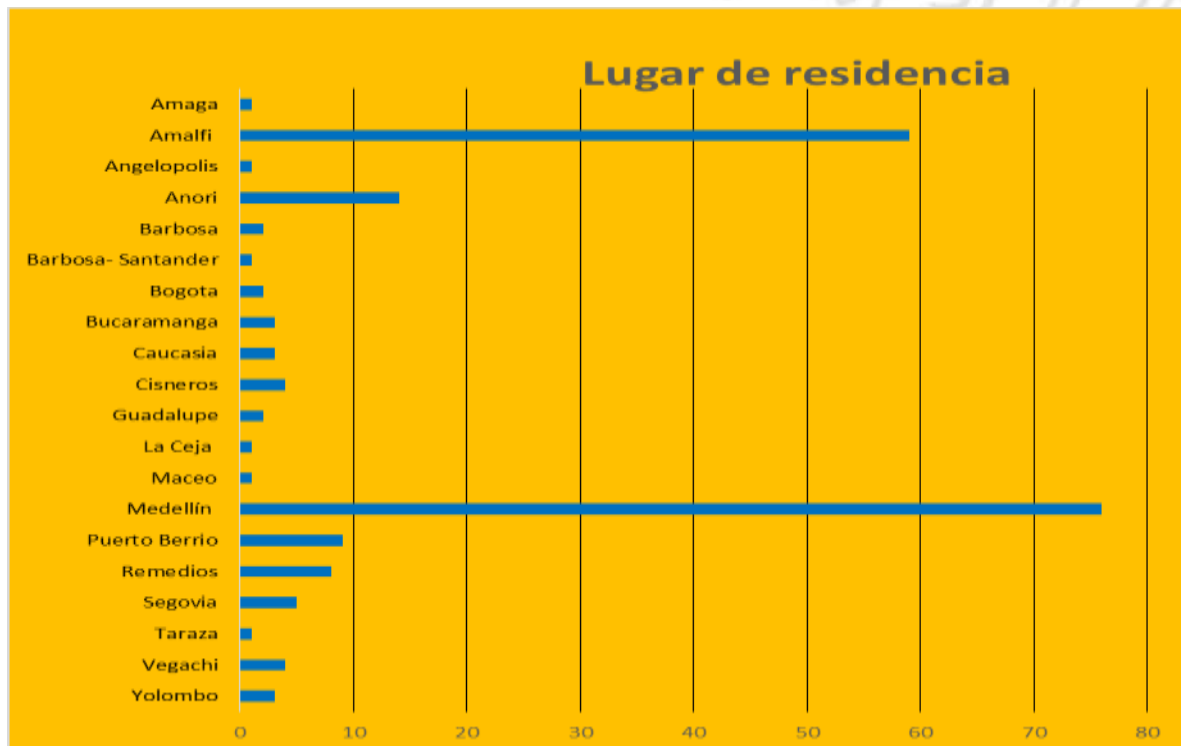


## Categorías del cliente del sector construcción



- Empresarios del sector construcción
- Propietarios o administrador de una ferretería o depósito de materiales
- Ingeniero o Arquitecto
- Constructor (maestro de obra o albañilería)
- Constructor individual (propietario de vivienda en construcción)

2. ¿Cuál es su lugar de residencia?



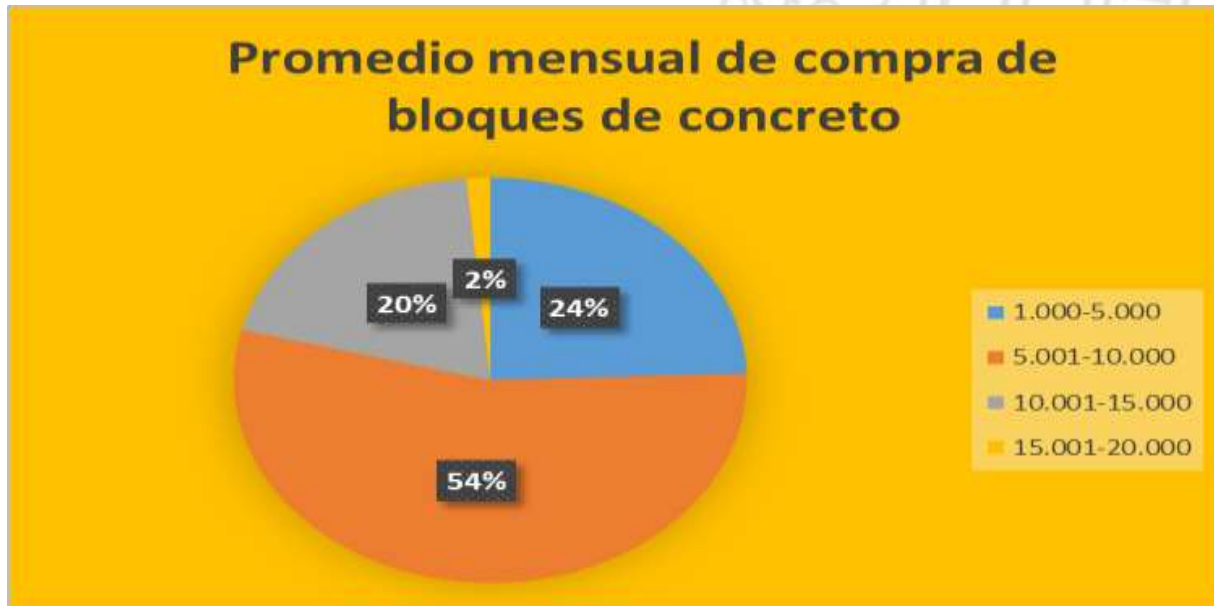
3. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?

- 18 a 24 años
- 25 a 34 años
- 35 a 44 años
- 45 a 54 años
- 55 a 64 años
- Más de 65 años



4. ¿Qué cantidad de ladrillos compra usted en promedio al mes?

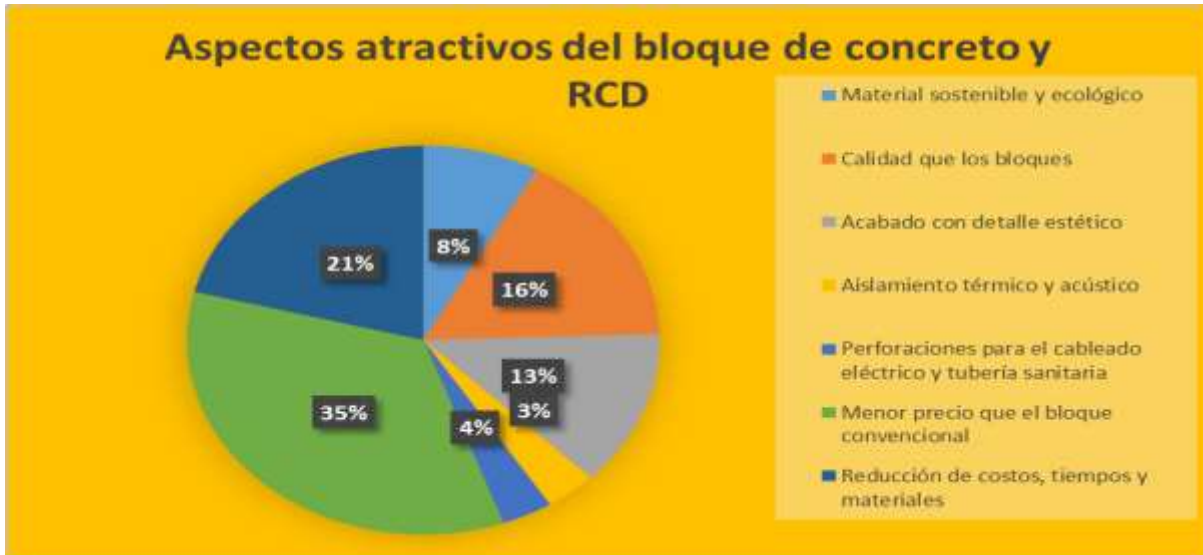
- a. 1.000 – 5.000
- b. 5.001 – 10.000
- c. 10.001 – 15.000
- d. 15.001 – 20.000



5. ¿Qué aspectos son importantes para usted a la hora de comprar bloques de concreto y ladrillos?

- a. Material sostenible y ecológico
- b. Alta calidad
- c. Detalle estético
- d. Aislamiento térmico y acústico
- e. Perforaciones para cableado eléctrico y tubería sanitaria

- f. Precio
- g. Disminución de costos, materiales y tiempos

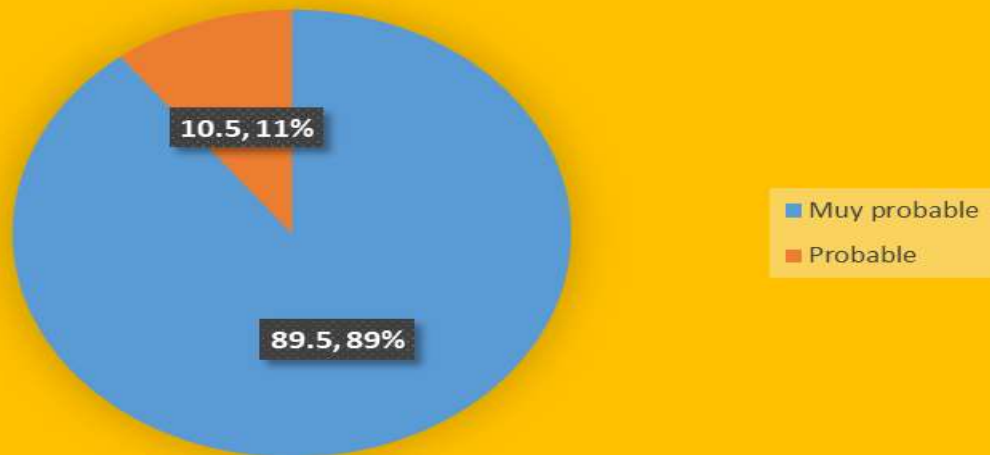


6. ¿Tiene usted conocimiento sobre los residuos de construcción y demolición RCD y la resolución que los reglamenta?
- a. Si tengo conocimiento
  - b. No tengo conocimiento



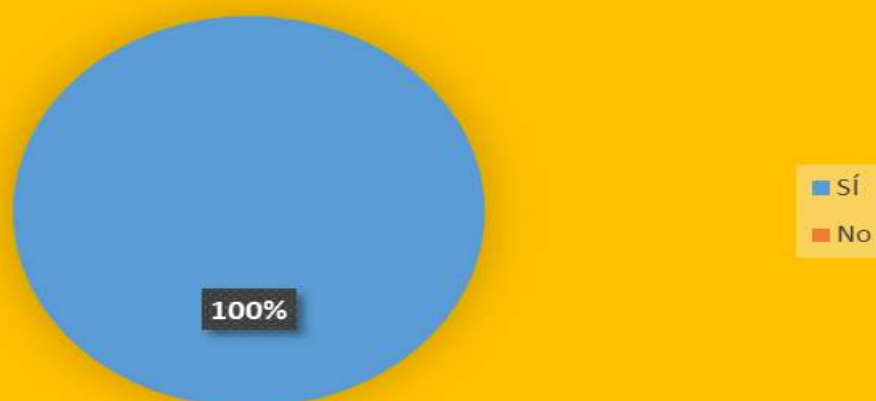
7. ¿Qué tan probable es que usted compre bloques de concreto y RCD, si estos se encontrasen en el mercado?
- a. Muy probable
  - b. Probable
  - c. Poco probable
  - d. Muy poco probable

## Probabilidad de consumo del bloque de concreto y RCD


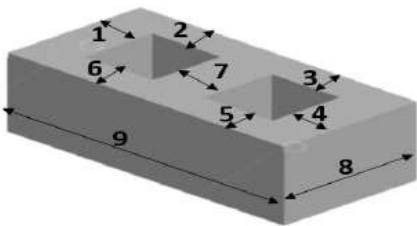


8. ¿Aceptaría usted que sus residuos de construcción y demolición fueran gestionados sin ningún costo?
- Sí
  - No

## Aceptación de recolección sin costo de los RCD



## ANEXO 2: Resultados de laboratorio

 <b>TROCHES INGENIERÍA</b> Laboratorio de Suelos, Pavimentos y Concretos.		<b>Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzado y vibro compactados.</b>				NORMA <b>NTC 4024</b>						
Nombre o razón social :		Dorian de Jesús		Proyecto :		Bloques Con Material Reciclado.						
Localización :		Amalfí - Antioquia		Responsable :		Universidad de Antioquia						
Orden de servicio :		IL-145-010-2020		Fecha :		sábado, 25 de Enero de 2020						
<b>Datos de los Especímenes a Ensayar</b>												
Bloque No.	Fecha			Dimensiones del Bloque (mm)								
	Fabricación	Prueba	Edad (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2020-01-17	2020-01-24	7	28,10	28,30	27,90	27,30	28,70	27,00	27,70	142,20	395,05
2	2020-01-17	2020-01-24	7	28,10	28,00	25,00	30,60	28,60	27,50	27,30	142,20	395,10
3	2020-01-17	2020-01-24	7	27,90	27,70	27,20	26,10	28,00	27,10	27,40	141,90	395,10
4	2020-01-17	2020-01-24	7	27,30	30,20	25,10	31,00	27,40	27,30	27,00	142,00	394,80
5	2020-01-17	2020-01-24	7	30,60	27,60	27,10	28,20	26,80	25,20	27,00	141,80	395,20
6	2020-01-17	2020-01-24	7	26,00	27,60	26,50	27,30	27,70	26,70	49,00	142,30	392,80
<b>Densidad y absorción del bloque de concreto</b>												
Bloque No.	Altura (mm)	Peso Seco (g)	Peso Sumergido (g)	Peso SSS (g)	Absorción (%)	Absorción (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )					
1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----					
2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----					
3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----					
4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----					
5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----					
6	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----					
Promedios:					-----	-----	-----					
<b>Resistencia a la Compresión de Bloque de Concreto</b>												
Cilindro No.	Áreas (mm <sup>2</sup> )	Carga (kN)		Resistencia Bruta Obtenida	Resistencia Neta Obtenida	Resistencia Proyectada						
		Bruta	Neta									
1	25%	56176	29270	268,4	4,9 MPa	15,6 MPa						
2	25%	56183	29091	269,8	4,9 MPa	15,8 MPa						
3	50%	56065	28804	110,23	2,0 MPa	6,5 MPa						
4	50%	56062	29135	105,44	1,9 MPa	6,2 MPa						
5	70%	56039	28673	104,83	1,9 MPa	6,2 MPa						
6	70%	55895	30317	98,80	1,8 MPa	5,5 MPa						
Promedio de Resistencia:				2,9 MPa	5,6 MPa	9,3 MPa						
				Observaciones:								
Equipo Utilizado		Marca/Referencia		Calibración.		Ejecutó:						
Prensa Hidráulica		Controls/CT 1303		2018-04-06		Leyde Henao						
						Revisó :						
						Sergio Troches						



**TROCHES INGENIERÍA**  
Laboratorio de Suelos,  
Pavimentos y Concretos.

**Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzado y vibro compactados.**

NORMA

**NTC 4024**

Nombre o razón social :	Dorian de Jesús	Proyecto :	Bloques Con Material Reciclado.
Localización :	Amalfí - Antioquia	Responsable :	Universidad de Antioquia
Orden de servicio :	IL-145-010-2020	Fecha :	sábado, 1 de Febrero de 2020

**Datos de los Especímenes a Ensayar**

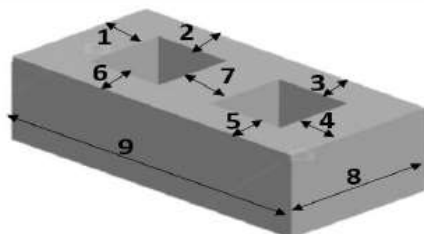
Bloque No.	Fecha			Dimensiones del Bloque (mm)								
	Fabricación	Prueba	Edad (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	2020-01-17	2020-01-31	14	25,60	28,10	26,70	28,20	25,70	27,90	50,30	142,80	395,20
8	2020-01-17	2020-01-31	14	27,30	28,10	26,10	25,90	27,70	27,30	25,50	142,25	396,50
9	2020-01-17	2020-01-31	14	27,10	25,80	26,20	27,90	28,10	26,90	55,10	142,70	397,00

**Densidad y absorción del bloque de concreto**

Bloque No.	Altura (mm)	Peso Seco (g)	Peso Sumergido (g)	Peso SSS (g)	Absorción (%)	Absorción (kg/m³)	Densidad (kg/m³)
7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
8	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
9	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Promedios:					-----	-----	-----

**Resistencia a la Compresión de Bloque de Concreto**

Cilindro No.	Áreas (mm²)		Carga (kN)	Resistencia Bruta Obtenida	Resistencia Neta Obtenida	Resistencia Proyectada	
	Bruta	Neta					
7	25%	56435	30643	367,02	6,6 MPa	12,2 MPa	13,6 MPa
8	70%	56402	28547	174,37	3,2 MPa	6,2 MPa	6,9 MPa
9	50%	56652	31060	142,12	2,6 MPa	4,7 MPa	5,2 MPa
Promedio de Resistencia:				4,1 MPa	7,7 MPa	8,6 MPa	



Observaciones:

Equipo Utilizado	Marca/Referencia	Calibración.	Ejecutó:
Prensa Hidráulica	Controls/CT 1303	2018-04-06	Leyde Henao
			Revisó :
			Sergio Troches



**TROCHES INGENIERÍA**  
Laboratorio de Suelos,  
Pavimentos y Concretos.

**Muestreo y ensayo de prefabricados de  
concreto no reforzado y vibro  
compactados.**

NORMA

**NTC 4024**

Nombre o razón social :	Dorian de Jesús	Proyecto :	Bloques Con Material Reciclado.
Localización :	Amalfi - Antioquia	Responsable :	Universidad de Antioquia
Orden de servicio :	IL-145-010-2020	Fecha :	sábado, 15 de Febrero de 2020

**Datos de los Especímenes a Ensayar**

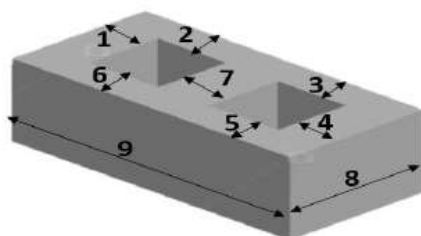
Bloque No.	Fecha			Dimensiones del Bloque (mm)								
	Fabricación	Prueba	Edad (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2020-01-17	2020-02-14	28	28,70	27,40	27,30	30,10	29,50	28,10	27,20	143,30	395,20
2	2020-01-17	2020-02-14	28	27,10	28,30	27,10	27,50	29,30	27,40	26,10	143,20	395,40
3	2020-01-17	2020-02-14	28	28,30	25,20	25,30	28,60	28,50	27,40	56,40	141,20	394,80
4	2020-01-17	2020-02-14	28	27,10	27,20	27,70	26,40	27,40	28,10	25,40	143,50	396,65
5	2020-01-17	2020-02-14	28	27,10	28,10	28,20	28,30	27,60	26,60	55,10	144,20	394,85
6	2020-01-17	2020-02-14	28	26,10	28,10	27,30	26,30	27,50	27,10	26,10	142,60	393,15

**Densidad y absorción del bloque de concreto**

Bloque No.	Altura (mm)	Peso Seco (g)	Peso Sumergido (g)	Peso SSS (g)	Densidad Aparente	Absorción (%)
1	180,2	13198	8334	14378	2,713	8,94
2	185,2	11564	7058	12668	2,566	9,55
3	182,3	11726	7216	12846	2,600	9,55
4						
5						
6						
Promedios:						

**Resistencia a la Compresión de Bloque de Concreto**

Cilindro No.	Áreas (mm <sup>2</sup> )	Carga (kN)		Resistencia Bruta Obtenida	Resistencia Neta Obtenida	Resistencia Proyectada
		Bruta	Neta			
1	25%	56632	29685	296,34	5,3 MPa	10,2 MPa
2	25%	56621	29195	301,82	5,4 MPa	10,5 MPa
3	50%	55746	30974	163,57	3,0 MPa	5,4 MPa
4	50%	56919	28862	156,75	2,8 MPa	5,5 MPa
5	70%	56937	31644	133,95	2,4 MPa	4,3 MPa
6	70%	56063	28500	134,72	2,5 MPa	4,8 MPa
Promedio de Resistencia:				3,6 MPa	6,8 MPa	6,9 MPa



Observaciones:

Equipo Utilizado	Marca/Referencia	Calibración.	Ejecutó:
Prensa Hidráulica	Controls/CT 1303	2018-04-06	Leyde Henao
			Revisó :
			Sergio Troches