

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE
CONCRETO PREMEZCLADO EN LAS INSTALACIONES DE LA CANTERA DE
COMBIA, EN EL MUNICIPIO DE PEREIRA**

SANDRA VICTORIA PALACIO ESTRADA

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
PEREIRA (RISARALDA)
2019**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE
CONCRETO PREMEZCALDO EN LAS INSTALACIONES DE LA CANTERA DE
COMBIA EN EL MUNICIPIO DE PEREIRA**

Sandra Victoria Palacio Estrada

**Proyecto de grado presentado para optar el título de
Maestría en Gerencia de Proyectos**

Asesor:

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
PEREIRA (RISARALDA)**

2019

DEDICATORIA

Este proyecto de grado va dedicado a Dios, quien me guío y ha estado presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mi esposo, a mi familia y a la empresa, quienes, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que lograra culminar este reto en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi esposo, por su acompañamiento, su paciencia y su amor. A mis hijas, porque fueron motivadoras de este reto que les servirá como ejemplo en un futuro. A mi familia, que me ha apoyado de manera incondicional en tan importante proyecto para mi vida. A mis profesores, quienes, con su profesionalismo, su paciencia y su conocimiento, dejaron sembrada en mí una semilla de sabiduría y de amistad, y me hicieron sentir, más que como una alumna, como una amiga.

También un agradecimiento muy especial a María Eugenia Hernández, que fue mi compañera de aventura en este proyecto, mi cómplice, y gracias a su apoyo, acompañamiento y amistad, de su mano logré terminar felizmente este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROYECTO	15
2.1. CONTEXTO	15
2.2. PROBLEMÁTICA/OPORTUNIDAD.....	19
2.2. ANTECEDENTES	19
2.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	21
JUSTIFICACIÓN.....	21
3. OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVO GENERAL	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4.ALCANCE.....	24
5.METODOLOGÍA	24
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
5.2. HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.....	24
5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCESOS METODOLÓGICOS	25
6. MARCO CONCEPTUAL	25
6.1. DEFINICIÓN DEL TIPO DE ESTUDIO	25
6.1.1. <i>Preinversión</i>	27
6.1.2. <i>Método de solución</i>	29
7.ESTUDIOS.....	31
7.1. ESTUDIO DEL SECTOR	31
7.1.1. <i>LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN (ELIC)</i>	31
7.1.2. <i>INDICADORES ECONÓMICOS ALREDEDOR DE LA CONSTRUCCIÓN (IEAC)</i>	34
7.1.3. <i>ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR IPC (TOTAL Y VIVIENDA)</i>	36
7.1.4. <i>EMPLEO</i>	37
7.2. ESTUDIO DE MERCADO.....	38

7.2.1. INDICADORES DE OFERTA.....	39
<i>Producción de Concreto Premezclado</i>	39
<i>Despachos de cemento gris</i>	40
<i>PRODUCTORES DE CONCRETOS EN RISARALDA</i>	41
7.2.2. RESULTADOS SEGÚN DESTINO Y TIPO DE VIVIENDA	43
7.3. ESTUDIO AMBIENTAL.....	48
7.3.1. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS CON CADA ETAPA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL	
CONCRETO PREMEZCLADO.....	57
7.3.1.1. <i>Caracterización de efluentes líquidos</i>	58
7.3.1.2. <i>Caracterización de residuos sólidos</i>	59
7.3.2. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	60
7.3.2.1. <i>Etapa de preparación del sitio para la instalación de la planta</i>	60
7.3.2.2. <i>Etapa de operación</i>	61
7.4. ESTUDIO TÉCNICO.....	63
7.4.1. <i>Concreto Premezclado</i>	63
7.4.2. <i>PRODUCCIÓN DE CONCRETO</i>	64
7.4.2. <i>TÉCNICAS DE MEZCLA DE CONCRETO</i>	65
7.4.3. <i>DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS</i>	69
7.5. ESTUDIO ORGANIZACIONAL	80
7.6. ESTUDIO LEGAL	86
8. EVALUACIÓN FINANCIERA	92
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
10. GLOSARIO	98
<i>definiciones básicas</i>	98
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	105

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. El ciclo de vida del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Variación mensual de área total aprobada	32
Figura 3. Variación mensual, contribución a la variación y distribución del área total aprobada en 302 municipios *Otro incluye destinos no habitacionales como parqueaderos y caballerizas	33
Figura 4. Variación anual de los indicadores de coyuntura del sector de la construcción en Colombia. 2018	35
Figura 5. Variación Anual (doce meses) del IPC total e IPC vivienda 2016-2018.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Producción y variación anual de concreto premezclado (miles de metros cúbicos / variación porcentual)	40
Figura 7. Producción, variación y contribución anual de concreto premezclado según destino y tipo de vivienda (miles de metros cúbicos, variación porcentual y puntos porcentuales). Otros: Incluye el concreto producido por la industria para el cual no es posible identificar su destino o uso final como: mayoristas, intermediarios, comercializadores, distribuidores, transformadores (prefabricados), etc. p	44
Figura 8. Producción, variación y contribución doce meses de concreto premezclado según destino y tipo de vivienda (miles de metros cúbicos, variación y puntos porcentuales) Total. Otros: Incluye el concreto producido por la industria para el cual no es posible identificar su destino o uso final como: mayoristas, intermediarios, comercializadores, distribuidores, transformadores (prefabricados), etc.	45
Figura 9. Descripción técnica de las tolvas para agregados.	69
Figura 10. Referencia de equipos utilizados en el conjunto de tolvas básculas de agregados	70
Figura 11. Ficha técnica de banda transportadora	71
Figura 12. Esquema componentes generales conjunto de tolvas básculas de cemento ..	72
Figura 13. Ficha técnica tolva báscula de cemento.....	73
Figura 14. Referencia de equipos usados en el las tolvas básculas de cemento	73
Figura 15. Tornillo sinfín transportador	74

Figura 16. Ficha técnica y listado de equipos utilizados para el tornillo sinfín	75
Figura 17. Ficha técnica del sistema neumático	76
Figura 18. Ficha técnica del sistema de dosificación.	77
Figura 19. Cabina de control, cofre eléctrico y aire acondicionado	78
Figura 20. Distribución general de planta de concreto	79
Figura 21. Planta de concreto premezclado.....	80
Figura 22. Organigrama general de la obra	86
Figura 23. Flujo de Caja proyectado a 5 años.....	95
Figura 24. Estado de resultados calculados para el proyecto; Error! Marcador no definido.	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Antecedentes investigativos.....	20
Tabla 2. Empresas productoras de concreto premezclado y producción estimada en volúmenes para Risaralda	43
Tabla 3. Estimación del mercado proyectado a un horizonte de 5 años.....	47
Tabla 4. Características geográficas del municipio de Pereira	52
Tabla 5. Descripción de cargos y funciones del personal.....	81
Tabla 6. Estimación de costos totales por nómina productiva y nómina administrativa a 5 años.....	84
Tabla 7. Costo Promedio Ponderado del Capital	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Indicadores financieros estimados para el proyecto	94
Tabla 9. Indicadores económicos de inversión	96

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 CANTERA DE COMBIA.....	105
Anexo 2. Planta de Concreto Premezclado	107
Anexo 3. Camión mezclador or mixer truck	108
Anexo 4. Transporte de planta de concreto	109
Anexo 5. Vista lateral de planta de concreto.....	110

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental evaluar la prefactibilidad del montaje de una planta de concreto premezclado en las instalaciones de la Cantera de Combia, ubicada en Pereira. Para cumplir este propósito se toma como metodología el *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* (Behrens y Hawranek, 1994), de la Organización de la Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (Onudi). El desarrollo de la propuesta metodológica consiste en un estudio mixto de tipo cuantitativo y cualitativo. Inicialmente se efectuaron una serie de análisis en los cuales se determinaron no solo los antecedentes relacionados con el presente proyecto, sino también los fundamentos teóricos importantes para el respaldo conceptual que enmarcan su desarrollo. Para llevar a cabo el estudio y el análisis del mercado se examinaron fuentes de información primarias y secundarias, con las cuales se determinó la demanda en relación con la oferta existente; además, se analizaron los actuales precios de oferta de la competencia existente. En cuanto al estudio ambiental, se determinó el impacto ambiental que supone la implementación y posterior funcionamiento de una planta de concreto premezclado sobre una cantera; adicionalmente, se describió los planes y acciones de manejo para mitigar los posibles impactos ambientales. Por último, la inversión que necesita el proyecto se especifica en la evaluación financiera, donde se fue detallado los estados financieros como: estado de resultados y flujo de caja. Así mismo, las tasas internas de retorno para los inversionistas y para el proyecto. Los hallazgos encontrados son de viabilidad técnica, ambiental, y financiera para el montaje de la planta.

Palabras clave: factibilidad, Onudi, planta de premezclado, concreto premezclado

ABSTRACT

The main purpose of this study is to assess the pre-feasibility of a ready-mix concrete batching plant at the facilities of Cantera de Combia located in Pereira. To achieve this goal, as a methodology is taken the *Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies* (Behrens & Hawranek, 1994), of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). The development of the methodological proposal consists of a mixed study of quantitative and qualitative type. Initially, a series of analysis were carried out in which not only the antecedents related to this project were determined, also the important theoretical foundations for the conceptual frames that support its development. To carry out the study and the analysis of the market, primary and secondary sources of information were examined, with which the demand was determined in relation to the existing supply; in addition, the current supply prices of the existing competition were analyzed, on which a marketing strategy was raised. Regarding the environmental study, the environmental impact of the implementation and subsequent operation of a ready-mix concrete plant on a quarry was determined; additionally, management plans and actions to mitigate the possible environmental impacts were described. Finally, the investment needed by the project is specified in the financial evaluation, where the financial statements were detailed as: income statement and cash flow. Also, the internal rates of return for investors and for the project. The findings found are of technical, environmental, and financial feasibility for the assembly of the plant.

Keywords: feasibility, UNIDO, ready-mixed concrete, ready-mix concrete batching plant

1. INTRODUCCIÓN

La construcción ha estado involucrada en el desarrollo y el avance tecnológico de todas las civilizaciones alrededor del planeta. La relevancia de esta industria es transversal en todas las economías, debido a que no solo moviliza grandes cantidades de recursos, sino que impulsa el crecimiento económico, a través de la generación de empleos directos e indirectos, y propicia la inversión. Uno de los principales insumos utilizados en el sector de la construcción es el concreto premezclado u hormigón, que, debido a sus propiedades: de conservación, estructurales, de producción y costo, es uno de los materiales más rentables en la industria.

En Colombia, las obras civiles y las obras de inversión social, tales como las viviendas de interés social (VIS) y las viviendas que no son de interés social (no VIS), se configuran como uno de los subsectores de la construcción de amplio crecimiento en la actividad edificadora a nivel nacional. Sin embargo, el Departamento Administrativo de Nacional de Estadística (Dane) ha reportado en sus últimos boletines técnicos, tales como licencias de construcción e indicadores económicos, reducciones en materia de licitaciones para el subsector construcción y actividad edificadora para el presente año. No obstante, es preciso señalar que este fenómeno es natural en un ambiente de cambio de gobierno y de inicio de período y que, pese a las fluctuaciones estadísticas, dichas obras seguirán siendo importantes y no cesarán, pues este subsector ha sido líder como parámetro del potencial edificador del país.

En el actual marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND) se incluyen pactos territoriales que buscan desarrollar las potencialidades edificadoras en todo el territorio nacional, a través de un aumento del presupuesto anual, para el cual se espera un crecimiento del 4,9%. El sector vivienda, ciudad y territorio contempla

inversiones por 67.6 billones de pesos (Departamento Nacional de Planeación, 2018a, p. 9). Esto ubicaría a la construcción entre los cuatro sectores de mayor crecimiento y, de este modo, en un dinamizador de la economía (El Universal, 2019; Departamento Nacional de Planeación, 2018b).

Uno de los materiales más importantes para ejecutar las obras antes mencionadas es el concreto premezclado. En Colombia, el indicador líder de producción del sector es el concreto, por ser uno de los insumos principales tanto para obras civiles que se realizan en el país como para las edificaciones en sus etapas constructivas. En el país durante los últimos años se ha observado un incremento progresivo en el consumo de concreto. Esta situación, que ha sido explicada fundamentalmente por la continuidad de las obras civiles, en especial de vías de todo orden, y por las obras residenciales, seguirá incentivada debido al crecimiento estructural y económico del país.

Risaralda, por su parte, es un departamento que cuenta con producción de concreto premezclado suministrado por grandes y pequeñas empresas. Una de las principales empresas de la región, que suministra agregados pétreos para la construcción es la Cantera de Combia, ubicada en el municipio de Pereira. En esta cantera los excedentes de materia prima representan un problema de almacenamiento y, en consecuencia, financiero. En función de darle valor agregado a este excedente, una de las oportunidades principales es la de implementar en sus instalaciones una planta de concreto premezclado.

El presente trabajo de grado busca desarrollar la prefactibilidad de una planta de concreto premezclado en la Cantera de Combia, ubicada en el municipio de Pereira, por medio de la aplicación del *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* de Onudi (Behrens y Hawranek, 1994). Para darles valor agregado a los

excedentes de material de la misma cantera a través de la transformación de los mismos, es menester realizar los estudios previos requeridos para tomar una decisión acerca de la viabilidad del proyecto de implementar la planta de concreto. Dichos estudios incluyen una serie de análisis: del sector, del mercado, técnico, legal, financiero y ambiental.

2. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROYECTO

2.1. CONTEXTO

El objeto de estudio del presente trabajo está situado en el municipio de Pereira, capital del departamento de Risaralda (el cual cuenta con 14 municipios entre los cuales hay constante interacción económica). Risaralda forma parte del denominado Eje Cafetero, que es una región geográfica, cultural, económica y ecológica de Colombia. Pereira está ubicada en la región centro occidente del país, en el valle del río Otún, en la Cordillera Central de los Andes colombianos. Esta región cuenta con una notable participación en el entorno económico del país.

Para el 2018, Risaralda reportó un índice departamental de competitividad de 5,9 puntos porcentuales, que lo lleva a ocupar el quinto puesto a nivel nacional; esta tendencia se ha mantenido estable hasta el momento. En cuanto a competitividad por estructura se ubica en el octavo lugar, de acuerdo con el informe de competitividad departamental. Tradicionalmente, más del 70% de las exportaciones totales en Risaralda han sido de café sin tostar, según el *Índice Departamental de*

Competitividad 2018 (Consejo Privado de Competitividad y Universidad del Rosario, 2018).

En el Eje Cafetero y el norte del Valle, los proyectos de inversión de las entidades estatales y privadas en obras de infraestructura y edificaciones se han incrementado significativamente en la última década, con una leve caída en los meses previos al proceso de elecciones presidenciales.

En este sentido, el *Boletín Económico Regional II trimestre de 2018 Eje Cafetero* (Banco de la República, 2018) afirma:

En cuanto a las ciudades de la región, Armenia fue la que reportó mayor área en proceso de construcción, 672.166 m², con una disminución de 13,4% respecto al segundo trimestre de 2017; así mismo, Pereira con 504.748 m², evidenció una caída de 13,2%, ambas ciudades con reducciones en el área residencial y no residencial, contribuyendo así al comportamiento negativo del Eje Cafetero. Por el contrario, Manizales con 566.283 m², mostró un crecimiento de 1,3% por el aumento en el área no residencial (6,4%), dentro de la que se destacó la dirigida a establecimientos comerciales. (p. 11).

Como lo indica la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF, 2018) en su reporte *Desempeño de la Construcción 2017 y perspectivas 2018*:

Las obras civiles exhibieron expansiones del 7,1% anual durante 2017 (vs. 2,6% en 2016), aumentando su participación en el PIB de construcción hacia el 60% (vs. 56% en 2016). Por grupos de obra, dicha dinámica de las obras civiles estuvo jalonada principalmente por: i) las otras obras de ingeniería. (p. 1).

Así mismo, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane, 2018): “La Construcción como rama de actividad económica participó con el 6,2% de los ocupados” (p. 7). Lo anterior muestra que, a pesar de la desaceleración del

sector en el primer semestre del 2018, la construcción en cualquiera de sus presentaciones siempre será un importante sector que moverá la economía del país.

En este sentido, los minerales pétreos constituyen una materia prima necesaria para la construcción de edificaciones y obras civiles, por cuanto son fundamentales en los procesos de afirmado, constitución de banca, preparación de concretos y mezclas bituminosas. Los minerales pétreos también son indispensables para la preparación del concreto premezclado. Buscando darles a estos minerales un mayor valor agregado desde el punto de vista económico, en lugar de comercializarlos como agregados se puede contemplar la preparación y venta de concretos premezclados.

Esta es la razón por la cual, de acuerdo con las normas y la viabilidad de los estudios técnicos, ambiental, legal, de mercado y demás, en los sitios de extracción de agregados se opta por el montaje de empresas para la producción de concreto. Estas empresas impulsan el comercio y benefician la región donde se ubican, ya que son generadoras de empleos y de recursos para las poblaciones; además, si se cuenta con una ubicación estratégica, se logra agilizar los despachos de concreto hacia las obras.

La necesidad de darles valor agregado a los excedentes y de satisfacer una demanda se evidencia en el Boletín *Boletín Económico Regional, II trimestre de 2018 Eje Cafetero* (Banco de la República, 2018), donde se afirma:

En cuanto a lo corrido del año a junio de 2018, los despachos de cemento desde otras regiones que se recibieron en el Eje Cafetero fueron por 352.886 toneladas, con un ascenso de 3,3% frente al mismo lapso del año anterior, resultado que fue impulsado por las variaciones positivas de Caldas y Risaralda, departamentos que tuvieron aportes en la región de 47,7% y 34,3%, en su orden; mientras que Quindío con una contribución de 18,0%, mostró una disminución en el ingreso de cemento equivalente a 8,9%. (p. 12).

En Pereira, como ya lo hemos mencionado, se encuentra la Cantera de Combia (ver anexo1), una empresa de minería legal de agregados pétreos. Esta empresa cuenta con una amplia experiencia en el suministro de insumos pétreos para la construcción, que son despachados para sectores de vías, producción de concretos, obras arquitectónicas y toda clase de obras civiles.

La empresa cuenta con ventajas que la hacen única entre las de este tipo en el Eje Cafetero, como son su enorme yacimiento, su estratégica ubicación y su gran capacidad de producción de materiales durante todo el año, gracias a las cuales ha contribuido a impulsar el desarrollo estructural de la región y del territorio nacional, al proporcionar materiales fundamentales para la industria de la construcción.

El concreto es uno de los materiales de construcción más versátiles que requieren materiales pétreos. Dichos materiales cada día cuentan con mejores especificaciones, y podría decirse que, dentro del valor total de la elaboración del concreto, son relativamente baratos; sin embargo, dichos materiales no se obtienen fácilmente porque, según el tipo de estructura rocosa de donde se estén extrayendo, las condiciones de explotación varían de forma significativa. Esta variación, que se presenta en la Cantera de Combia, se considera una fortaleza. Gracias a esto, la cantera tiene la facilidad de producir distintos tipos de materiales que se ajustan a las nuevas tecnologías y diseños de producción de concretos, y que presentan buena textura arquitectónica y resistencia estructural. Adicional a ello, la Cantera de Combia cuenta con recursos de diversa índole y con una vasta experiencia en la explotación de granulares, que le permiten asegurar alta calidad y consistencia en el producto final.

En virtud de lo aquí descrito, se contempla la idea de implementar una planta de concreto premezclado que pueda impulsar el auge de la oferta de este producto y generar valor agregado sobre los inventarios de materiales de triturados.

2.2 PROBLEMÁTICA/OPORTUNIDAD

En los últimos años, la Cantera de Combia ha comprado maquinaria de punta para la exploración y transformación de granulares. Esta situación ha derivado en un mayor volumen de producción que, a su vez, ha generado grandes cantidades de materiales, tales como grava de $\frac{1}{2}$, grava de $\frac{3}{4}$ y arena, los cuales ocupan espacio de almacenamiento y representan un pasivo para la empresa. Así mismo, este excedente de materiales constituye la materia prima en granulares para la elaboración de concreto premezclado.

De acuerdo con la descripción de la problemática, la oportunidad contemplada es ampliar la oferta de mercado en la industria de la construcción y generar utilidades con los materiales excedentes.

2.2. ANTECEDENTES

A continuación, en la tabla 1 se presentan algunos trabajos de grado relacionados con prefactibilidad de proyectos.

Tabla 1

Antecedentes investigativos

Título del trabajo	Tipo de documento	Ciudad	Año	Autor	Metodología	Enfoque metodológico	Alcance	Resultado
Análisis de viabilidad de la creación de una unidad estratégica de negocio en la organización Ferkatío SAS	Tesis de Maestría	Medellín	2016	Urrego, M.	UEN	Cuantitativo-cualitativo	Descriptivo	Viable
Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de hormigón premezclado en la ciudad de Loja	Tesis de grado	Loja	2013	Cañar, C.	<i>Analytic-synthetic</i>	Cuantitativo-cualitativo	Descriptivo	Factible
Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de agregados pétreos a partir de residuos sólidos de construcción y demolición para la región de Bogotá	Trabajo de Especialización	Bogotá	2016	Gómez, Sandoval y Ávila	<i>Earned value</i>	Cuantitativo-cualitativo	Descriptivo	Factible
Montaje y construcción de planta de concreto premezclado	Trabajo de Especialización	Bogotá	2013	Palacios y Nope	Marco lógico	Cuantitativo-cualitativo	Descriptivo	Ejecución del proyecto
Factibilidad para la construcción de un edificio en un lote o vivienda unifamiliar	Tesis de Maestría	Medellín	2014	Botero y Bedoya	No se especifica	Cuantitativo	No se especifica	Factible

Fuente: elaboración propia.

2.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta de investigación del presente trabajo de grado es la siguiente: *¿Es factible la instalación de una planta productora y comercializadora de concreto premezclado en las instalaciones de la Cantera de Combia, en el Municipio de Pereira (Risaralda)?*

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo nace de la necesidad de la empresa Cantera de Combia, y de sus accionistas, de darles valor agregado a los sobrantes de los materiales de triturado de $\frac{3}{4}$, triturado de $\frac{1}{2}$ y arena, de las que hay una gran cantidad de existencias, producto de la sobreproducción por la adquisición reciente de maquinaria nueva. Dichas existencias representan un problema tanto de almacenamiento como financiero.

Al hacer este estudio de prefactibilidad se evalúa la viabilidad de implementar en la empresa un nuevo proyecto, en el que dichos materiales se utilicen como materia prima del concreto premezclado, para así ampliar la oferta hacia un mercado de la construcción ya existente en la región, y aprovechar ventajas competitivas de la empresa Cantera de Combia, tales como: su ubicación estratégica, la gran experiencia en el proceso de explotación y transformación de los granulares, la abundante y variada fuente de material que se tiene en reserva para explotación, los modernos equipos y la maquinaria con los que se cuenta y el reconocimiento en la región como proveedor de materiales pétreos para la construcción.

Para realizar el estudio de prefactibilidad de la planta de concreto premezclado en las instalaciones de la Cantera de Combia se requiere abordar los estudios técnicos, y demás, que permitan determinar si el proyecto del montaje de la planta en la

empresa es viable. Para ello se utiliza como marco de referencia la metodología propuesta en *el Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* de Onudi (Behrens y Hawranek, 1994), que abarca: estudio sectorial, estudio de mercado, estudio técnico, estudio legal, estudio administrativo, estudio financiero, estudio de prefactibilidad y estudio de mercado.

A nivel del estudio sectorial se analizan los diferentes proveedores de agregados pétreos y de concretos secos y premezclados. En el estudio de mercado se evalúa la posible demanda de concretos, y se compara con la disponibilidad resultante del estudio sectorial. En el estudio técnico se incluye el análisis de la capacidad de la cantera y la calidad de los minerales presentes en ella, se definen los equipos, la maquinaria y los procesos requeridos para la transformación de los agregados, del cemento, de los aditivos y del volumen de suministro de agua, de acuerdo con la demanda estimada y con su control de calidad, el transporte, las zonas de almacenamiento de materiales e insumos, el análisis de requisitos legales ambientales, como son licencia ambiental, concesiones de aguas y permiso de tala o de vertimientos, entre otros. En el estudio legal se revisan los requisitos relacionados ya sea con la constitución de una nueva empresa o con la reforma de la ya existente para la cantera, su inscripción en la Cámara de Comercio y en la DIAN. Así mismo, se analizan los tipos de contratos que se vayan usar, de acuerdo con el Código Civil, el Código Comercial y el Contencioso Administrativo. En el estudio administrativo se define la estructura administrativa.

Desde el punto de vista del estudio financiero se analizan variables como la TIR del proyecto, TIR del inversionista y TIR modificada entre otros.

Este estudio de prefactibilidad ofrecería como resultado para la empresa Cantera de Combia la creación de valor, la innovación de nuevos servicios y productos que harían incrementar las ventas y la rentabilidad a sus accionistas; además, en el ámbito social de la región, se contribuye a la generación de nuevos empleos.

Adicionalmente, en el estudio de mercado en el área de la construcción, con esta prefactibilidad se busca generar la posibilidad de mayores y mejores condiciones de oferta, específicamente en concretos variados que permitan diseñar productos específicos de acuerdo con las necesidades requeridas por cada cliente, que cumplan con los estándares de calidad y, especialmente, garantizar condiciones de producción seguras con el medio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la prefactibilidad del montaje de una planta de concreto premezclado en las instalaciones de la Cantera de Combia, ubicada en el municipio de Pereira, a través de la aplicación de la metodología Onudi, para determinar el éxito de un caso de negocio.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (1) Analizar el mercado a través de una investigación regional.
- (2) Determinar y definir los requerimientos técnicos, ambientales y legales para el montaje de la planta de concreto premezclado.
- (3) Analizar la capacidad técnica y financiera del proyecto, a través de una evaluación técnica y financiera.

4. ALCANCE

El alcance de este proyecto es desarrollar un estudio de prefactibilidad que sea evaluado en los siguientes aspectos: sectorial, técnico, financiero, de mercado, ambiental, administrativo y legal, para determinar si el proyecto es viable, de modo que se puedan lograr los objetivos que se plantean en esta tesis, en los que se busca determinar la prefactibilidad del montaje de una planta de concreto premezclado en las instalaciones de la Cantera de Combia, y presentar las posibles ventajas y oportunidades que se identifiquen para dicha nueva área de negocio en esta empresa.

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realiza un tipo de investigación mixto en donde se toma un enfoque cuantitativo debido a que la naturaleza de los procesos es de carácter secuencial y ordenado, con el objetivo de explicar una realidad adjetiva exterior, se tiene un proceso determinado, en donde se recopilan los datos específicos, que son, por natura, observables y medibles, contando con la validez de los instrumentos, la muestra y los datos. El trabajo también tiene un enfoque cualitativo, considerando que la hipótesis puede ser modificada durante el desarrollo de las investigaciones. Para la validez del método, con base en Leedy y Ormrod (2005) y Hernández, Fernández y Baptista, (2010), se cuenta con junta de expertos y con triangulaciones.

5.2. HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

Entrevistas: se realizaron cuatro entrevistas con expertos de la región en el tema, que brindaran los parámetros en los casos de negocios exitosos similares al estudio en cuestión.

5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCESOS METODOLÓGICOS

Las fuentes de información usadas en el presente trabajo fueron: consulta de trabajos académicos de factibilidad de proyectos de montajes de plantas que se encontraban disponibles; consulta y entrevista con expertos reconocidos en el sector de la construcción y, principalmente, que tuvieran experiencia en plantas de premezclados, que brindaran conocimiento empírico, para determinar la prefactibilidad del montaje de la planta de concreto premezclado.

Se documentaron los manuales y códigos que el Estado tenía como norma para la implementación de plantas de concreto, para estudiar si las reglamentaciones actuales eran óptimas o si se podían adecuar a la implementación de la planta en las instalaciones de la Cantera de Combia.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1. DEFINICIÓN DEL TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo de grado es un proyecto de prefactibilidad, que se define de acuerdo con las afirmaciones que se detallan a continuación.

De acuerdo con N. Sapag, R. Sapag y J. Sapag (2008):

Un proyecto es, ni más ni menos, la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantos, una necesidad humana. Cualquiera que sea la idea que se pretende implementar, la inversión, la metodología o la tecnología por aplicar, ella con lleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades de la persona. (p. 1).

Esta afirmación permite aseverar que los proyectos nacen de la necesidad de resolver carencias o problemas, o ideas de negocio, entre otros, los cuales se expresan mediante el planteamiento de objetivos que permitan ser evaluados y modificados y que, en última instancia, permiten llevar a cabo una toma de decisiones de manera inteligente y con menor grado de incertidumbre.

Sapag y otros (2008), definen así las etapas de un proyecto:

En una primera etapa se preparará el proyecto, es decir, se determinará la magnitud de sus inversiones, costos y beneficios. En una segunda etapa, se evaluará el proyecto, en otras palabras, se medirá la rentabilidad de la inversión. Ambas etapas constituyen lo que se conoce como la preinversión. (p. 3).

Por otra parte, Miranda (2005), afirma que el ciclo de un proyecto contiene las etapas que el proyecto recorre, desde que se concibe la idea, hasta que esta se materializa en una obra o acción concreta (figura 1). Estas etapas son las siguientes: preinversión (etapa en la cual se desarrollará este trabajo); inversión, o ejecución; funcionamiento u operación; y lo que se suele denominar evaluación expos (pp. 24-34).

CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO



Figura 1. El ciclo de vida de un proyecto

Fuente: Tene (p. 16).

El estudio de prefactibilidad del proyecto se desarrolla en las etapas preinversión y método de solución, que se explican en el siguiente numeral.

6.1.1. PREINVERSIÓN

Son todos los estudios que se llevan a cabo antes de tomar cualquier decisión, para así enfocar los recursos o inversiones de la empresa hacia el proyecto en estudio. Esta etapa del proyecto incluye los siguientes procesos:

- 1) *Identificación*: con un estudio de oportunidades se identifican las oportunidades de inversión, las alternativas y los recursos que puedan ser necesarios para desarrollar el proyecto.
- 2) *Selección*: se examinan las posibles variables, y se preseleccionan.
- 3) *Formulación*: debe presentarse una justificación detallada de la selección de variantes concretas, al igual que una descripción de los métodos y fórmulas utilizados para el proceso de selección.

- 4) *Evaluación*: para evaluar los datos se dispone de dos opciones, que en la mayoría de los casos van combinadas y son cualitativas, y suelen derivarse de investigación de mercado; es decir, el estudio sobre el terreno, y las cuantitativas se basan en resultados de investigación documental.
- 5) *Inversión*: basados en los estudios que realizamos en la etapa de preinversión, ejecutamos e invertimos en los resultados que nos arrojó en el proceso de evaluación de la etapa preliminar, para enfocar los recursos o inversiones.

Esta etapa del proyecto incluye los siguientes procesos:

- (1) Creación de bases de datos: una jurídica, una financiera y una orgánica, para ejecutar un proyecto.
- (2) Adquisición y transferencia de tecnología, que incluye la ingeniería básica.
- (3) Diseño de ingeniería de detalle y contratación, que comprende la licitación, la evaluación de ofertas y las negociaciones.
- (4) Adquisición de terrenos, obras de construcción e instalaciones.
- (5) Comercialización previa a la producción, que comprende la obtención de suministros y el establecimiento de la administración de la empresa.
- (6) Contratación y capacitación del personal.

La puesta en marcha e iniciación de operaciones de la planta incluye los siguientes procesos:

- (1) *Operación*: corresponde a una actividad permanente y rutinaria encaminada a la producción de un bien o producto.
- (2) *Evaluación ex-post*: análisis del proyecto en operación, que nos da una realidad sobre si los planteamientos realizados en los estudios previos se materializaron en la ejecución y se están presentando en la operación. Esto con el fin de verificar la bondad de los instrumentos de captura,

procesamiento y análisis de la información y los mecanismos de decisión utilizados.

Las anteriores etapas se desarrollan en un tiempo denominado horizonte del proyecto, en el cual se enmarca la cronología del mismo con sus respectivas entradas y salidas de dinero.

De acuerdo con Sapag y otros (2008):

Para la evaluación de un proyecto es fundamental tener definido el horizonte de tiempo en el que se desarrollará el mismo. Es necesario evaluar los proyectos con el fin de decidir la ejecución o no de los mismos según los resultados que se arrojen comparándolos con el objetivo definido para el proyecto el cual podría llegar a ser económico o de beneficio para alguna sociedad. La evaluación de los proyectos se basa en estimaciones de lo que se espera en el futuro, los beneficios y costos se asocian a un proyecto y a un horizonte de este, que en caso de modificarse se modifican las condiciones evaluadas para llevarse a cabo.

6.1.2. MÉTODO DE SOLUCIÓN

El método más utilizado para un análisis de prefactibilidad de proyectos, que constituye el alcance del presente trabajo de grado y proyecto en estudio, abarca de manera específica la etapa de preinversión, referida más arriba en este mismo capítulo. Para desarrollar este análisis se tomó como guía el *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial* (Behrens y Hawranek, 1994), de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (Onudi).

La primera edición del manual publicado sobre la metodología de la Onudi tenía la finalidad de proporcionarles a los países en desarrollo un instrumento para mejorar la calidad de los proyectos de inversión, y contribuir a la normalización de los estudios de viabilidad industrial. La segunda edición del manual, corregida y

aumentada, incluyó nuevos temas basados en los aportes de expertos, que mejoraron la calidad y la normalización de los estudios de viabilidad industrial.

Según la metodología Onudi (Behrens y Hawranek, 1994), la fase de preinversión comprende varias etapas, entre las cuales se encuentra la preparación del proyecto, en la cual se llevan a cabo los estudios de previabilidad y viabilidad. De esta manera, el estudio de viabilidad deberá proporcionar todos los datos necesarios para tomar la decisión de efectuar o no una inversión. Para esto es necesario examinar en detalle los requisitos previos de orden comercial, técnico, financiero, económico y ambiental.

Tomando como referencia esta metodología, se deben desarrollar una serie de estudios que aportan la información necesaria para construir los flujos de caja proyectados, analizar la evolución de la rentabilidad y apoyar la toma de la decisión de inversión.

7. ESTUDIOS

7.1. ESTUDIO DEL SECTOR

7.1.1. LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN (ELIC)

Según el Boletín Técnico sobre Estadísticas de Licencias de Construcción (ELIC) de febrero de 2019 (Dane, 2019a):

Las licencias de construcción forman parte de un conjunto de instrumentos de control administrativo público, cuyo fin es controlar coordinadamente el crecimiento y desarrollo de las ciudades, municipios o territorios, así como propender por el mantenimiento de las normas adoptadas en materia de la estructura de una construcción, áreas de reserva, embellecimiento y construcción de vías. (p. 2).

La investigación de Estadísticas de Licencias de Construcción (ELIC) permite conocer el sector edificador y su potencial en el país, con base en las licencias de construcción aprobadas.

Según el Dane (2019a), en enero de 2019 en Colombia se licenciaron 1.479.472 m² para construcción, 201.462 m² menos que en el año anterior, cuando fueron 1.680.934 m² (p. 7), lo cual significó una reducción de 12% en el área licenciada. Este resultado se explica, de acuerdo con los ELIC del Dane, por una reducción de 26,9% en el área aprobada para destinos habitacionales (p. 4), y de 7,3% para vivienda (p. 10).

El área aprobada en enero de 2019 (1.479.472 m²) fue inferior en unos 433.262 m² al área aprobada en diciembre de 2018 (1.912.734 m²), lo que significó una disminución de un 22,7% (figura 2).

302 municipios
Enero 2017 – enero 2019

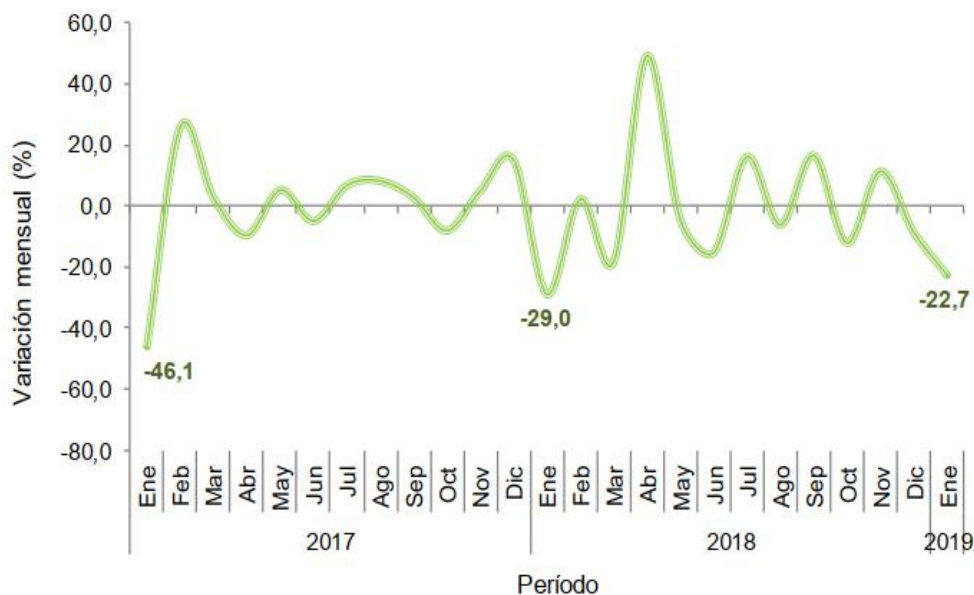


Figura 2. Variación mensual de área total aprobada

Fuente: Boletín Técnico ELIC (Dane, 2019a, p. 7).

Respecto a los resultados por destinos de la investigación ELIC (Dane, 2019a), se reportó que, del total de metros cuadrados aprobados en enero de 2019, un 80,2% correspondió a vivienda, mientras que los demás destinos registraron una participación del 19,8% en todo el territorio nacional (figura 3).

Enero 2019 / diciembre 2018

Destinos	Variación mensual (%)	Contribución a la variación (p.p.)	Distribución del área aprobada (%)
Vivienda	-14,2	-10,3	80,2
Oficina	-89,1	-3,6	0,6
Bodega	-85,8	-3,2	0,7
Educación	-42,0	-1,8	3,3
Hotel	-66,6	-1,7	1,1
Industria	-31,4	-0,9	2,4
Hospital	-50,2	-0,8	1,0
Comercio	-8,4	-0,6	8,1
Religioso	-50,2	-0,2	0,3
Administración pública	-19,9	-0,1	0,5
Social-recreacional	87,4	0,5	1,5
Otro*	12,7	0,0	0,3
Total	-22,7	-22,7	100,0

p.p.: puntos porcentuales

*Otro: incluye destinos no habitacionales, tales como parqueaderos y caballerizas.

Figura 3. Contribución a la variación mensual y distribución del área total aprobada en 302 municipios

Fuente: ELIC (Dane, 2019a, p. 10).

En diciembre de 2018, para el total nacional se licenciaron 1.892.100 m², lo cual significó una disminución del área total aprobada con respecto a diciembre del 2017, y la reducción del área aprobada para vivienda fue del 14,6% respecto al 2017, al pasar de 1.599.591 m² a 1.366.667 m².

Así mismo, dicho reporte de ELIC informa que la distribución de licencias de construcción para Risaralda en un período de doce meses, que abarca de febrero de 2018 a enero de 2019, disminuyó 7,5% en función de la variación del área aprobada para el departamento (Dane, 2019a).

En contraste, según datos del *Centro de Estudios e Investigaciones de la Cámara de Comercio de Pereira*, el área aprobada para construir durante el cuarto trimestre de 2018 ascendió a 265.739 m², lo que significó una expansión del 11,8% frente al mismo trimestre de 2017, explicado por el aumento de 15,4% en residencial, y pese

a la caída del 10,5% en el área no residencial, que completa cinco períodos de continuos descensos. Particularmente, para Pereira el área aprobada para la construcción aumentó en 24,6 puntos porcentuales, lo cual contribuyó con el 56% del departamento risaraldense. De la misma manera, Dosquebradas exhibió un crecimiento de 4,7 puntos porcentuales, con los que participó con un 36,6%(Jiménez y otros, 2019, pp. 50-51)

Estos resultados, al ser contrastados con las estadísticas reportadas para el presente año, indican una tendencia a la disminución, que se mantiene; sin embargo, estas disminuciones obedecen a las reducciones en el área aprobada para cada año en todo el territorio nacional; además, cabe señalar el reciente cambio de gobierno y los ajustes fiscales, como factores que ponderan estos resultados. Pese a la tendencia hacia la disminución, las obras civiles seguirán aumentando, puesto que para el actual gobierno, la construcción será uno de los pilares que muevan la dinámica del desarrollo, tal como se contempla en el Plan Nacional de Desarrollo(Departamento Nacional de Planeación, 2018b)

7.1.2. INDICADORES ECONÓMICOS ALREDEDOR DE LA CONSTRUCCIÓN (IEAC)

Para el cuarto trimestre de 2018 (octubre-diciembre), frente al cuarto trimestre del año anterior, en el crecimiento del PIB para algunos países de América Latina el mayor crecimiento fue presentado por Perú (4,8%) y por Colombia (2,8%). En lo concerniente al valor agregado de la construcción, se observó una tendencia inalterable en el PIB total, donde se destaca el crecimiento de Perú (7,9%) y de Colombia (4,2%) (Dane, 2018).

De acuerdo con el boletín de indicadores económicos de la construcción (IEAC) publicado por el Dane (2018), para el cuarto trimestre de 2018 la variación anual de los indicadores de coyuntura del sector de la construcción aumentó en comparación con el mismo período de 2017 a nivel nacional (figura 4).

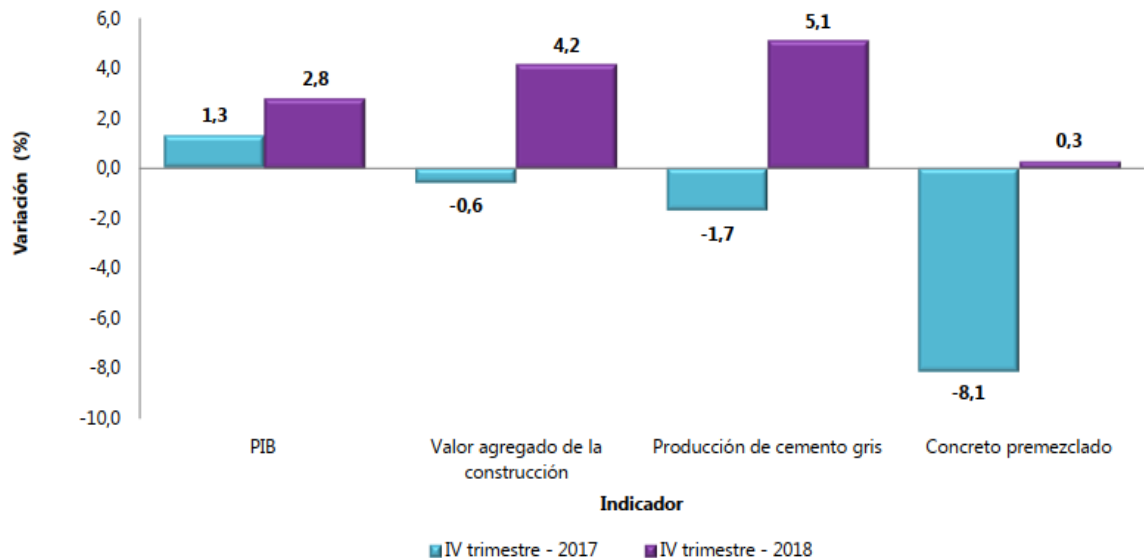


Figura 4. Variación anual de los indicadores de coyuntura del sector de la construcción en Colombia en 2018

Fuente: Dane (p. 1).

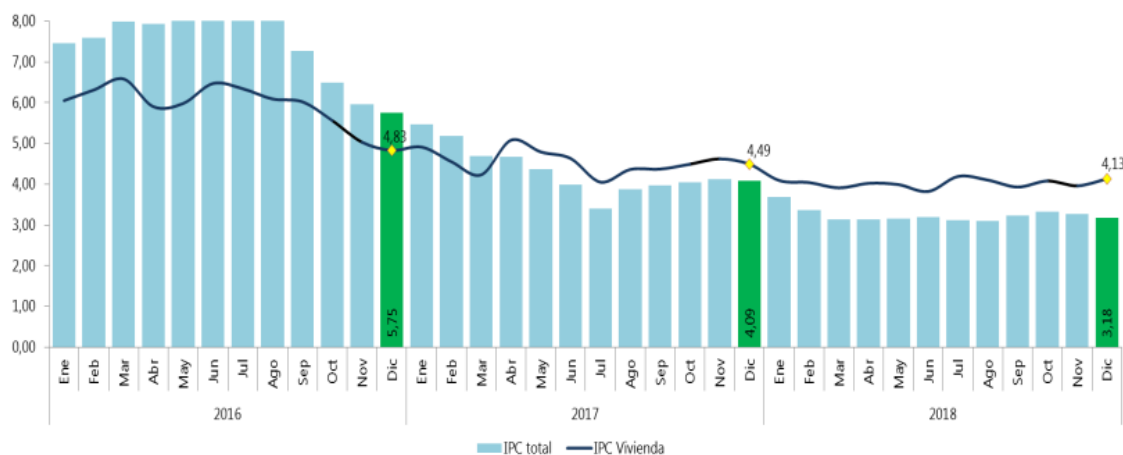
El PIB a precios constantes aumentó 2,8% en relación con el mismo trimestre de 2017. Así mismo, se observó un incremento del 4,2% del valor agregado del sector construcción. Este resultado se explica por la variación anual positiva en los subsectores de construcción de edificaciones residenciales y no residenciales (4,4%), y el valor agregado de las obras civiles en el país (5,5)% (Dane, 2018).

La construcción fue uno de los sectores que contribuyó al crecimiento económico en 2018 en Risaralda, explicando un punto porcentual de los 3,4 puntos sobre el total nacional, que, ajustado, fue un 2,6% según cifras provisionales. El nivel de

actividad constructiva en la región mantiene un ritmo de acción positiva. Esto, a pesar de algunas disminuciones observadas en los boletines del Dane, es una buena noticia para la economía local, pues la generación de empleos y las utilidades generadas por esta industria es estable.

7.1.3. ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR IPC (TOTAL Y VIVIENDA)

El IEAC, por su parte, respecto al IPC total y de vivienda reportó que en diciembre de 2018 se observó una variación mensual de 0,30% tanto para el IPC total como para el IPC vivienda en todo el territorio nacional. La variación total anual fue de 3,18%, y el IPC de vivienda fue de 4,13%, respecto al 2017, el cual para el mismo período respecto al año anterior fue de 4,49%.



Fuente: DANE, IPC.

Figura 5. Variación anual (doce meses) del IPC total e IPC vivienda 2016-2018

Fuente: Dane (p. 5).

En los análisis de variación, contribución y participación anual del IPC vivienda, por ciudades, Pereira tuvo una variación mayor para el año 2018 (4,36%) respecto al 2017 (4,20%), contribuyendo con 0,08 puntos porcentuales a la variación total del

IPC anual, con una participación total del 2,45% respecto a las demás ciudades (Dane, 2018).

7.1.4. EMPLEO

En el fluctuante trimestre que va de noviembre de 2018 a enero de 2019, el número de ocupados en el total nacional fue de 22.355.000 personas, donde la construcción como rama de actividad económica participó con un 6,8% de los ocupados. Para este mismo período, 1.514.000 personas estaban ocupadas en la rama de la construcción, de las cuales un 87,6% estaban ubicadas en las cabeceras (1.327.000 personas) y un 12,4% (187.000 personas) estaban dispersas en centros poblados y rurales (Dane, 2018; 2019b).

A nivel regional, de acuerdo con la encuesta *Empleo y desempleo. Gran Encuesta Integrada de Hogares* (GEIH) del Dane (2019c), en 2018 se destacan los crecimientos en la ocupación sectorial en el Área Metropolitana de Centro Occidente (Pereira, Dosquebradas y La Virginia), en los cuales se presentan incrementos del 22%. Risaralda presentó una tasa global de participación de 63,5%, la tasa de ocupación se situó en 58,7% y la tasa de desempleo fue de 7,6%.

El aumento en la tasa de desempleo al cierre del año estribó en un incremento de la población, la cual demandó nuevos puestos de trabajo. Esta demanda no pudo ser compensada por el aumento de 1,1% en el número de ocupados en las actividades de construcción, transporte, almacenamiento, comunicaciones, actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, y sector agropecuario.

A pesar de observarse un aumento en la tasa de desempleo, estos resultados demuestran que el sector de la construcción constituye un pilar fundamental para la

economía, puesto que reiterativamente la participación de este sector en el mercado ha representado una estable fuente de participación en la ocupación.

7.2. ESTUDIO DE MERCADO

En todos los proyectos donde el objetivo principal es la utilización de recursos, el análisis de mercado constituye la actividad clave para determinar el alcance de la inversión; así, una vez determinada la demanda real para el producto previsto, a continuación, se podrá seguir con el programa de producción conveniente.

Onudi establece las siguientes etapas para adelantar el estudio de mercado (Behrens y Hawranek, 1994):

- 1) *Comercialización*: mediante el análisis de esta área se define la orientación comercial y se le da un norte a la gestión comercial, que generan decisiones empresariales en este campo, y una orientación comercial de la decisión de inversión y financieras. Esto indicará qué estudios de viabilidad han de incorporar un concepto de comercialización, que debe basarse en una investigación de mercados adecuada.
- 2) *Filosofía empresarial*: los problemas y las necesidades de grupos de consumidores existentes o potenciales en el área de la construcción son el centro de las actividades de la empresa. Para ello es necesario que todo el personal, en todos los niveles y en todos los ámbitos, oriente sus pensamientos y acciones al mercado.
- 3) *Investigación de mercados*: planifica y sistematiza. Es condición previa para la adopción de decisiones orientadas al mercado, y se atiende a la información obtenida sobre el mercado potencial, así como a los recursos humanos, productivos y financieros de los que dispone el proyecto. De igual manera,

analiza mercados de oferta y demanda, donde logra diseñar un concepto para obtener los instrumentos necesarios para el proyecto.

- 4) *Concepto de comercialización*: este concepto comprende las estrategias de comercialización concretas (concentración en el mercado objetivo o en el mercado de los clientes), las medidas y los medios (comercialización coordinada), para alcanzar los objetivos del proyecto, de un mercado determinado.

7.2.1. INDICADORES DE OFERTA

PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO

El Dane inició en 2014 la divulgación mensual de estadísticas de producción industrial de concreto (2019d), en cumplimiento de su misión institucional de producir, informar y difundir estadística estratégica para todos los niveles sectoriales, con el propósito de apoyar la planeación y toma de decisiones.

Por ser el concreto uno de los insumos principales para el sector de la construcción, sea para obras civiles que se realizan en el país o para las edificaciones en sus primeras etapas constructivas, el indicador de producción de concreto se constituye como un potencial indicador líder del sector (Dane, 2019d).

En enero de 2019, la producción total nacional de concreto premezclado fue de 481.300 metros cúbicos, lo cual significó un incremento de 0,9% frente al mismo mes de 2018, cuando se registraron para este período 477.200 metros cúbicos (figura 6).

**Total nacional
2017 – 2019 P (enero)**

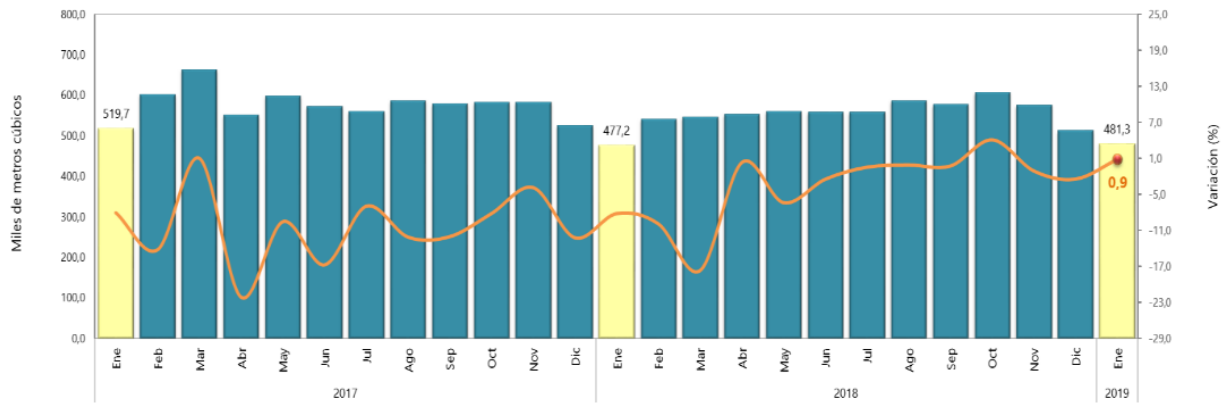


Figura 6. Producción y variación anual de concreto premezclado para 2019 (miles de metros cúbicos/variación porcentual)

Fuente: Estadísticas de concreto (Dane, 2019d).

Para el 2018, de acuerdo con estadísticas del boletín IEAC del Dane (2018), la producción de concreto premezclado en el territorio nacional fue de 513.000 metros cúbicos y registró un decrecimiento de 2,4% en relación con diciembre de 2017. Esta caída fue explicada en función de la caída de producción anual en Bogotá D.C. (-11,9%) y los departamentos de Bolívar (-25,8%), Cesar (-79%) y Boyacá (-18,4%), los cuales le restaron en conjunto 7,1 puntos porcentuales a la variación total.

DESPACHOS DE CEMENTO GRIS

En Risaralda, por su parte, en los primeros cuatro meses de 2019 se despachó hacia el departamento un estimado de 84.000 toneladas de cemento gris. Esto representa 5,2 puntos porcentuales más que en el mismo período reportado para el año 2018, cuando reportó un crecimiento superior a 6,34 puntos porcentuales respecto al 2017. Pese a las reducciones reportadas por el Dane, estas estadísticas representan un crecimiento de la actividad constructiva en Risaralda, en cuanto a licencias constructivas aprobadas para el año en curso (2019).

Así mismo, el canal de comercialización continúa representando un poco más de la mitad de los envíos de cemento al departamento de Risaralda. En los primeros cuatro meses de 2019, la comercialización había crecido cerca de un 10%, mientras que el canal de las concreteras había crecido un 16,2%. Este crecimiento fue originado por las obras civiles en construcción. En comparación, los envíos a constructoras y contratistas disminuyeron 15 puntos porcentuales.

Según la Cámara de Comercio Pereira (2019), en el cuarto trimestre de 2018, el comportamiento de despachos de cemento gris para el departamento exhibió un aumento de 8,3 puntos porcentuales respecto al mismo período del 2017, cuando totalizó 64.247 toneladas. La mayor demanda la conformó la comercialización (56,7%) al interior del departamento, en general por parte de almacenes especializados mayoristas y ferreterías, los cuales aumentaron sus pedidos en un 17,3%. Los siguieron en relevancia por solicitud las concreteras, con un 22%, y, finalmente, los constructores y contratistas (19,4%).

De acuerdo con el ciclo de las administraciones municipales, cada cuarto año se caracteriza por la ejecución de proyectos, por lo cual se espera que en el transcurso del 2019 se presente crecimiento de la actividad constructiva y, como consecuencia, se empuje el crecimiento económico general (Ó. Jiménez, J. González y M. González, 2019).

PRODUCTORES DE CONCRETOS EN RISARALDA

En la región se encuentran seis productores de concretos, de los cuales cuatro han entrado a competir en los últimos siete años, lo cual indica que la demanda en esta región es bastante grande.

Las empresas que ofertan este producto son las siguientes:

- *Argos*: cuenta con una planta dosificadora mezcladora con entrega en camiones de reparto, compra los agregados a proveedores externos y tiene su propia cementera.
- *Cemex*: cuenta con una planta dosificadora mezcladora con entrega en camiones de reparto, compra los agregados a proveedores externos y tiene su propia cementera.
- *Agregados El Cairo*: cuenta con una planta dosificadora mezcladora con entrega en camiones de reparto. Es una empresa que tiene sus agregados y les compra el cemento a proveedores externos.
- *Agregados del Occidente de Risaralda*: cuenta con plantas móviles muy versátiles, dosificadoras y mezcladoras, para instalar en las obras donde se disponga de áreas para acopio de materiales agregados pétreos y para la instalación de silos de cemento y de áreas de depósito de cemento en sacos.
- *Mix Concretos*: cuenta con una planta dosificadora fija, con mezcla en el camión de transporte. Adquiere sus agregados y sus cementos de proveedores externos.
- *Ibérica Construcciones*: cuenta con una planta dosificadora fija, con mezcla en el camión de transporte. Adquiere sus agregados y sus cementos de proveedores externos.

Los volúmenes que produce cada competidor son estimados con base en la oferta de triturados, que son suministrados por distintos proveedores.

A continuación, se presenta la tabla 2, que relaciona las producciones promedio de concretos por empresa.

Tabla 2

Empresas productoras de concreto premezclado y producción estimada en volúmenes para Risaralda

Empresa	Volumen*
Argos	1.500
Cemex	1.400
Agregados El Cairo	840
Agregados del Occidente de Risaralda	614
Mix Concretos	315
Ibérica Construcciones	210

* Cálculo estimado con base en materiales de agregados suministrados por terceros.

Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que existen plantas privadas de concreto pertenecientes a empresas constructoras, las cuales tienen operación solo cuando las empresas tienen contratos de ejecución de obras o están desarrollando una nueva urbanización. Este es un campo comercial donde no se tiene cantidades de concretos suministrados, pero es claro que en el momento en que se monta una planta es porque el consumo lo amerita.

7.2.2. RESULTADOS SEGÚN DESTINO Y TIPO DE VIVIENDA

Las estadísticas de concreto (EC) del Dane (2019d) explican el incremento del 0,9% en la producción nacional de concreto premezclado para enero de 2019 comparada con la de enero de 2018, debido al aumento en el destino de obras civiles (32,3%), que aportan 7,3 puntos porcentuales a la variación total (figura 7).

**Total nacional
Enero (2019^P / 2018)**

Destinos	Producción (Miles de metros cúbicos)		Variación (%)	Contribución (p.p.)
	ene-18	ene-19		
Total	477,2	481,3	0,9	0,9
Obras Civiles	107,9	142,8	32,3	7,3
Vivienda	231,9	220,6	-4,9	-2,4
Edificaciones	131,3	114,5	-12,9	-3,5
Otros*	6,0	3,5	-41,3	-0,5
Tipo de vivienda				
VIS	48,9	41,7	-14,9	-1,5
No VIS	183,0	178,9	-2,2	-0,9

* Otros: incluye el concreto producido por la industria para el cual no es posible identificar su destino o uso final como: mayoristas, intermediarios, comercializadores, distribuidores, transformadores (prefabricados), etc.

Figura 7. Producción, variación y contribución anual de concreto premezclado, según destino y tipo de vivienda (miles de metros cúbicos, variación porcentual y puntos porcentuales)

Fuente: Dane (2019d).

De acuerdo con las estadísticas de concreto (EC) del Dane (2019d), entre febrero de 2018 y enero de 2019, según destino, se registraron disminuciones de producción de concreto premezclado principalmente en Vivienda (-7,8%) y Edificaciones (-13,7%), que le restan en conjunto 7,9 puntos porcentuales a la variación total (-3,2%), según se aprecia en la figura 8.

Total nacional
Febrero 2018–enero 2019^P / febrero 2017- enero 2018

Destinos	Producción (Miles de metros cúbicos)		Variación (%)	Contribución (p.p.)
	Feb 2017 - ene 2018	Feb 2018 - ene 2019		
Total	6.893,7	6.671,1	-3,2	-3,2
Vivienda	3.530,3	3.255,7	-7,8	-4,0
Edificaciones	1.953,7	1.686,1	-13,7	-3,9
Obras Civiles	1.328,4	1.671,9	25,9	5,0
Otros*	81,3	57,4	-29,4	-0,3
Tipo de vivienda				
VIS	717,3	580,3	-19,1	-2,0
No VIS	2.812,9	2.675,4	-4,9	-2,0

* Otros: Incluye el concreto producido por la industria para el cual no es posible identificar su destino o uso final como: mayoristas, intermediarios, comercializadores, distribuidores, transformadores (prefabricados), etc.

Figura 8. Total producción, variación y contribución doce meses de concreto premezclado según destino y tipo de vivienda (miles de metros cúbicos, variación y puntos porcentuales)

Fuente: Dane (2019d).

De acuerdo con las estadísticas de concreto (EC) del Dane (2019d), en el país el descenso de 7,8% en los últimos doce meses en la producción de concreto con destino a la vivienda obedece a las reducciones de 19,1% en la vivienda de interés social (VIS) y en la vivienda diferente a la de interés social (No VIS).

El mismo boletín técnico del Dane (2019d) reporta que, en la variación anual por departamentos para el período enero 2019-enero 2018, los aumentos observados en la producción de concreto premezclado son resultados del aumento del crecimiento de obras civiles (32,3%), influenciados en gran parte por el departamento de Antioquia, el área de Bogotá y el departamento del Atlántico. Para el resto de los departamentos, en los que se incluye Risaralda, la variación en la producción de concreto premezclado fue escasa.

Por destinos, el incremento del área aprobada para la construcción residencial en Risaralda se vio impulsado por los ascensos en casas (30,9%) y apartamentos (9,0%). En el caso de las casas, el crecimiento fue impulsado por las VIS (305,7%), y en el de los apartamentos, la variación positiva se debió al aumento en viviendas No VIS (40,9%). En cuanto a los destinos no residenciales, el decrecimiento correspondió a la menor área aprobada para la construcción en administración pública, comercio, bodega y hospitales. En cuanto a los destinos que registraron crecimiento, estos fueron educación, industria, oficina y espacios sociales y recreativos.

En Pereira, el área aprobada por destino para vivienda creció un 28,2% por el ascenso en casas tanto VIS como No Vis. Dosquebradas, por su parte, mostró una variación positiva de 7,8%, especialmente por la mayor área aprobada para la construcción de apartamentos No VIS.

A pesar de observarse una reducción en la producción de concreto en los inicios del año en curso, es necesario destacar que es natural y justificable lo que describen las estadísticas del Dane (2019d). Esto por cuanto al analizar el contexto actual del país, que incluye el cambio de gobierno, los ajustes fiscales y la variación del área aprobada para construcción, es probable ver un decremento. No obstante, las edificaciones en obras civiles seguirán aumentando debido a los propósitos del PND(Departamento Nacional de Planeación, 2018b) lo que en consecuencia aumentará la demanda de este material. Por esta razón, es importante concluir que, desde el punto de vista de mercado, considerando las descripciones anteriores el proyecto es aceptable.

La producción y comercialización de concreto premezclado que se proyecta realizar en la Cantera de Combia tiene como base inicial las ventas de triturados y arenas que van dirigidos a las obras que en el momento no son clientes de ninguna de las demás concreteteras. Estos agregados en el momento tienen un volumen de 1000

m³. Así, pues, con un 50% de este volumen de entrada se logra garantizar la operación de la planta. Cabe señalar que el propósito principal de la posible implementación de la planta de concreto dentro de la Cantera de Combia es darle salida a la sobreproducción que se tiene de agregados, sin pretender obtener altas utilidades en este nicho de mercado. Por otro lado, se podría lograr ofrecer precios competitivos dentro de la oferta que se presenta actualmente.

En la tabla 3 se puede observar una proyección a 5 años del supuesto de mercado, en la cual se estiman la demanda, el precio de venta calculado del mercado promedio y el precio de venta, entre otros indicadores. Cabe señalar que el precio de venta en m³ estimado para el proyecto es inferior al precio de venta del mercado, como estrategia de comercialización para competir con los demás proveedores.

Tabla 3

Estimación del mercado proyectado a un horizonte de 5 años

Supuesto mercado	Fuente	Unidad	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Crecimiento anual construcción	Dane	%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Precio de venta del mercado promedio			246.78 8	254.63 6	263.29 3	271.71 9	280.14 2	288.5 46
Demanda del mercado proyectada mensual		m ³	6.100	6.283	6.471	6.666	6.866	7.072
Incremento de participación del mercado		%	2,0%	2,1%	2,2%	2,3%	2,4%	2,6%
Participación en el mercado	Dane	%	16,4%	16,7%	17,1%	17,5%	17,9%	18,4%
Demanda proyecto mensual		m ³	1.000	1.052	1.107	1.167	1.231	1.300
Precio de venta m ³		Cop.	214.31 6	221.13 1	228.64 9	235.96 6	243.28 1	250.5 80
Inflación Colombia	Grupo Bancolombia, Dane, BanRep.	%	3,18%	3,40%	3,20%	3,10%	3,00%	3,00%
Tarifa impuesto de renta		%	33%	33%	33%	33%	33%	33%

Fuente: elaboración propia.

7.3. ESTUDIO AMBIENTAL

En el estudio ambiental se identifican todos los efectos que pueda generar el proyecto sobre el medio ambiente, con el fin de prever, mitigar o controlar tales efectos. También se estudian los decretos y normas ambientales que existan en el país y que puedan afectar o regir esta clase de proyectos.

La evaluación del impacto ambiental tiene los siguientes objetivos concretos:

- Conocer el alcance y la magnitud de los impactos ambientales.
- Ajustar los diseños a las normas que impongan los reglamentos vigentes.
- Definir medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos, y que puedan reforzar los positivos.
- Determinar qué problemas ambientales críticos se deben estudiar más a fondo.
- Evaluar los impactos ambientales, cualitativa y cuantitativamente, según convenga, para averiguar la valía ambiental general de las diversas variantes hipotéticas del proyecto.

Para el presente trabajo, teniendo en cuenta la actividad que se pretende realizar, se toma en consideración la respectiva normatividad para Colombia: el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 y la Resolución 0631 de 2015, que se describen a continuación.

Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible (Presidencia de la República, 2015). Este decreto incluye una serie de normas contenidas en artículos derivados de otros decretos que, por la naturaleza de la actividad que se va a desarrollar, son de obligatorio cumplimiento:

- Artículo 2.2.3.2.5.2. *Derecho al uso de las aguas.* Toda persona puede usar las aguas sin autorización en los previstos por los Artículos 2.2.3.2.6.1 y 2.2.3.2.6.2 de este Decreto y tiene derecho a obtener concesión de uso de aguas públicas en los casos establecidos en el artículo 2.2.3.2.7.1 de este Decreto. (*Decreto 1541 de 1978, art. 29*).
- Artículo 2.2.3.2.5.3. *Concesión para el uso de las aguas.* Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión o permiso de la Autoridad Ambiental competente para hacer uso de las aguas públicas o sus cauces, salvo en los casos previstos en los artículos 2.2.3.2.6.1 y 2.2.3.2.6.2 de este Decreto. (*Decreto 1541 de 1978, art. 30*).

Resolución 631 del 17 de marzo de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones (MinAmbiente, 2015).

Es importante señalar que la planta que se va a instalar estará emplazada dentro del predio de una cantera de extracción de material ya existente, por lo cual es preciso hacerle a la actual licencia ambiental de la cantera las modificaciones necesarias, para que cumpla con lo estipulado en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

Considerando las características legales y de explotación existentes de la Cantera de Combia, no se necesita solicitar nuevamente una licencia ambiental para la implementación de la planta de concreto, sino la modificación de la licencia ambiental existente, puesto que la implementación de la planta no supone un deterioro o afectación grave al ambiente en el cual se ubica actualmente la cantera. Así mismo, no se afecta la vegetación remanente, y los impactos ambientales de las plantas concreteras se encuentran listados en el próximo numeral.

- Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.
- Artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, que establece los casos en los cuales deberá ser modificada una licencia ambiental, dentro de los cuales se incluyen los numerales:
 1. Cuando el titular de la licencia ambiental pretenda modificar el proyecto, obra o actividad de forma que se generen impactos ambientales adicionales a los ya identificados en la licencia ambiental.
 2. Cuando al otorgarse la licencia ambiental no se contemple el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables, necesarios o suficientes para el buen desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.
- El trámite de modificación de licencia ambiental se debe efectuar bajo los parámetros de los artículos 2.2.2.3.7.2 y 2.2.2.3.8.1 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, basados en el Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014, por el cual se reglamenta el título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

La modificación de la licencia ambiental con la que actualmente cuenta Cantera de Combia debe efectuarse mediante *la Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 ((ANDI), 2018), por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales y se toman otras determinaciones*, y bajo la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales, elaborada en 2018 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

Para modificar la licencia ambiental se deberá hacer una descripción de la evaluación de los nuevos impactos ambientales y de la propuesta de modificación del plan de manejo ambiental (PMA), en caso de requerirse. De esta manera, el análisis económico para el trámite de modificación de licencia debería seguir los

pasos descritos a continuación, pero refiriéndose exclusivamente a los impactos adicionales que resulten relevantes:

- *Identificación de impactos ambientales relevantes*: solo este tipo de impactos ambientales debe ser incluido en el análisis económico.

- *Identificación de impactos internalizables y no internalizables*
 - *Impactos ambientales internalizables*: corresponden a una fracción de un impacto o impactos, para los cuales las medidas de prevención, mitigación y corrección contempladas en el PMA garanticen que no se produzcan afectaciones sobre el bienestar de la población.
 - *Impactos ambientales no internalizables*: corresponden a los impactos que permitidos una vez han sido contempladas todas las respectivas medidas de prevención, mitigación y corrección del PMA, y que, en consecuencia, deberán ser compensados.

- *Cuantificación biofísica de los impactos*: consiste en determinar los servicios ecosistémicos asociados a los impactos relevantes, para luego proceder a la estimación del cambio de los mismos.

- *Análisis económico de impactos*: se deben realizar análisis económicos diferenciados para los impactos internalizables y no internalizables.
 - *Para impactos ambientales internalizables*: el análisis económico para este tipo de impactos asume como valor de impactos el costo de implementación de las medidas de prevención, mitigación y corrección.
 - *Para impactos ambientales no internalizables*: para este tipo de impactos se debe efectuar el análisis costo-beneficio de los impactos negativos y positivos, el cual compara, bajo una misma unidad de

medida y en un mismo momento del tiempo, los beneficios y costos ambientales que se generarían con la ejecución del proyecto.

Por lo anterior, a continuación, se presentan y se describen de forma breve tanto las características principales del proyecto como la licencia ambiental actual.

La planta de concreto sería instalada en la Cantera de Combia, ubicada en el kilómetro 3 sobre la vía que conduce de Pereira a Marsella, corregimiento de Combia, en jurisdicción del municipio de Pereira, y la cual cuenta con Registro Minero GHJL-03, del 10 de junio de 1999, bajo contrato de concesión (21463). La documentación ambiental se encuentra al día, por medio de la Resolución 1463 de 2004, mediante la cual se le otorga prórroga a la licencia ambiental (Resolución 827 de 1999) para explotar un yacimiento de materiales de construcción ubicado en el corregimiento de Combia. Vigencia: tiempo igual a la duración del proyecto (11 de febrero de 2030).

Las características geográficas del municipio de Pereira se describen a continuación en la tabla 4.

Tabla 4

Características geográficas del municipio de Pereira

Descripción general	El municipio de Pereira está localizado a 4 grados 49 minutos de Latitud Norte, 75 grados 42 minutos de longitud y 1411 metros sobre el nivel del mar; en el centro de la región occidental del territorio colombiano, en un pequeño valle formado por la terminación de un contra fuerte que se desprende de la Cordillera Central. El municipio cuenta con 19 comunas y 12 corregimientos.
Superficie	El Municipio tiene una extensión geográfica de 609 km ² .
Temperatura	Temperatura promedio: 21 °C.
Precipitación media anual	2108 mm (Pereira presenta dos períodos lluviosos al año, con máximos en abril-mayo y octubre-noviembre).

Geografía	<ul style="list-style-type: none"> • El municipio de Pereira cuenta con pisos térmicos que van desde las nieves perpetuas (Nevado Santa Isabel, a 5200 m s. n. m) en límites con el departamento del Tolima, hasta pisos cálidos, a 900 m s. n. m., y a orillas del río Cauca. Por lo tanto, presenta distintas alternativas de uso agrícola. • Existen áreas de bosques para protección de cuencas, zonas de diversificación y medias, conocidas como la Zona Cafetera, y zonas cálidas, con actividad ganadera y agrícola (piña, caña de azúcar, caña panelera y pasto).
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Clima cálido el 9,9%; clima medio, el 60,7%; clima frío, el 11,5%; páramo, el 17,7%. Precipitación media anual, 2750 mm. • Esta característica climática, sumada a la conformación de los suelos, brindan también una variedad en la cobertura vegetal y paisajística, que posicionan el municipio de Pereira con una de las biodiversidades más ricas de la nación. No obstante, la ciudad se presenta como zona de alta vulnerabilidad sísmica, por el tipo de suelos que la conforman y por las fallas geológicas que la atraviesan.
Áreas naturales protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • Las áreas naturales protegidas del orden nacional son el Parque Nacional Natural Los Nevados y el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya. • Las áreas naturales protegidas del orden regional son el Parque Regional Natural Ucumari y el Parque Regional Natural y Ecológico Alto del Nudo. • Se declaran como Áreas Naturales Protegidas Municipales para el mantenimiento del equilibrio ecológico y de la biodiversidad (Zonificación Ambiental y Uso Potencial del Suelo): el sector denominado “Loma del Oso–Las Colinas–Garrapatas”, localizado en la Vereda La Paz del Corregimiento de Caimalito; el Bosque Seco Tropical ubicado en el predio denominado “Alejandría”, localizado en el Corregimiento de Caimalito; el humedal ubicado en el predio denominado “Hacienda Jaibaná”, localizado en el Corregimiento de Caimalito; Jardín Botánico Universidad Tecnológica, localizado en predios de la misma Universidad. • Se declara como Área Natural Protegida Municipal para la preservación de la calidad del recurso hídrico: al Oriente, el límite inferior del Santuario de Fauna y Flora Otún-Quimbaya; al Sur, la divisoria de aguas entre la cuenca del río Otún y la subcuenca del río Consotá; al Occidente, el límite occidental de la microcuenca “Franja Hidrográfica Bananera-La Bella”, identificada con el código 261310015 de la sectorización hidrográfica elaborada por CARDER; y al Norte, el río Otún.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Pereira (Alcaldía de Pereira, 2016).

La *Resolución 411 del 7 de abril del 2008*, renueva la licencia ambiental de la Cantera de Combia (Carder, 2017, p. 1).

La licencia ambiental de Cantera de Combia, presenta las siguientes características:

- Áreas de exclusión con un área de 24.991 m².
- Áreas restringidas con un área de 39.244 m².
- Áreas de desarrollo con un área de 121.816,6 m².

Los impactos que considera actualmente la licencia ambiental de la Cantera de Combia contemplan:

- Cambios en la calidad físico-química del agua.
- Afectación de la dinámica de aguas superficiales.
- Sedimentación de cuerpos de agua.
- Emisión de material particulado y gases.
- Generación de ruido.
- Remoción y pérdida de cobertura vegetal.
- Remoción en masa y pérdida de suelo.
- Modificación del paisaje.

Este tipo de actividad no se encuentra catalogada dentro de los casos que requieren permiso de emisiones atmosféricas, de acuerdo con la *Resolución 619 de 1997* y con el artículo 2.2.5.1.7.2 del *Decreto Único 1076 de 2015*. Así mismo, el párrafo 2 del artículo 2.2.5.1.7.1 del *Decreto 1076 de 2015* indica: “No se requerirá permiso de emisión atmosférica para emisiones que no sean objeto de prohibición o restricción legal o reglamentaria, o de control por las regulaciones ambientales”.

Además, de acuerdo con el artículo 9º del *Decreto 2041 de 2014*, publicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2014), las plantas que producen menos de 10.000 m³ al mes no requieren trámite de licencia ambiental; sin embargo, al realizarse el montaje dentro de una cantera que actualmente cuenta con licencia ambiental, esta deberá ser modificada de acuerdo con los parámetros

estipulados en los artículos 2.2.2.3.7.2 y 2.2.2.3.8.1 del *Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015*, basados en el Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014, como se mencionó anteriormente.

Con respecto a los aspectos ambientales asociados a la fabricación de productos de concreto, se hace referencia al abundante uso de agua y a la generación periódica de ruido y de residuos, así como a molestias a la comunidad debido al permanente el flujo de vehículos que ingresarían y saldrían de la planta; sin embargo, este impacto es menor en relación con el provocado por el transporte de materias primas por separado, hasta las obras de construcción.

Así mismo, es importante considerar los lodos que resultan del lavado de la planta y de los vehículos de carga. Estos lodos usualmente contienen químicos que se usan en la producción de los concretos para acelerar o retrasar su fraguado, o plastificantes que permiten un mejor manejo del concreto, por lo que se requiere el tratamiento adecuado de los residuos líquidos, determinando el tipo de vertimiento final de acuerdo con las disposiciones ambientales vigentes.

A continuación, se relacionan los principales segmentos que contienen las plantas de concreto:

- *Abastecimiento de agua*: cantera de Combia cuenta con un trámite de concesión de agua subterránea, el cual sería objeto de modificación con el fin de obtener de una mayor cantidad del recurso. Este aspecto se contemplaría dentro de la modificación de la licencia ambiental, así como la elaboración de un plan de ahorro y uso eficiente del agua.
- *Equipos*: se contará con equipos tales como la planta de concreto móvil, los silos de cemento, un minicargador tipo Bobcat, una planta eléctrica y una bomba estacionaria para la dosificación del cemento.

- *Zona de laboratorio:* se deberá adecuar una zona para efectuar pruebas de resistencia; entre otras al concreto que se produce en la planta, con el fin de garantizar que sus características cumplen con las normas técnicas, para los proyectos a los cuales sea suministrado.
- *Combustible:* el diésel, o ACPM, es suministrado por estaciones de servicio. En la cantera de Combia se cuenta con una estación, a través de la cual se abastecen las máquinas y equipos existentes. Se deberá contar con una zona especial para el almacenamiento de los combustibles y de los aceites usados (RESPEL).
- *Suministro del cemento:* deberá ser adquirido de proveedores reconocidos que cuentan con su respectiva documentación ambiental, y su almacenamiento se realizará en silos elevados.
- *Suministro de aditivos:* productos incorporados en el momento de fabricación del concreto, con el fin de modificar las propiedades del concreto. Se deberá contar con una zona especial para el almacenamiento de los productos químicos utilizados.
- *Suministro de arenas y gravillas:* se deberá disponer de un patio de acopio de áridos, los cuales serán acopiados de acuerdo con el tipo de planta que se vaya a utilizar (vertical u horizontal).
- *Preparación del concreto:* se mezclan todos los ingredientes para la preparación del concreto hidráulico, en las cantidades establecidas en cada uno de los diseños de mezcla solicitados por el cliente.
- *Lavado de la cuba:* se remueve el hormigón adherido mediante la utilización de agua, lo cual genera vertimientos que, para su vertimiento final, deben ser tratados mediante tanques de sedimentación. El vertimiento deberá contar con caracterizaciones permanentes, con el fin de garantizar que la calidad del residuo líquido no afecte a fuentes de agua cercanas.

7.3.1. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS CON CADA ETAPA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CONCRETO PREMEZCLADO

Es importante tener en cuenta que, debido a que la planta de concreto será ubicada en una cantera que se encuentra en operación, no se producirán impactos adicionales durante la etapa de montaje.

En la *primera etapa*, es decir, la que corresponde a la recepción de la materia prima (ver estudio técnico), en general el principal contaminante es el material particulado. La recepción de las materias primas, el mezclado, moldeado, fraguado y almacenamiento son todas fuentes de contaminación; además de los procesos de secado de los áridos, se describen a continuación los siguientes impactos ambientales asociados:

- Contaminación atmosférica: generación de emisiones de polvo.
- Abundante uso de agua y energía.
- Disposición en fosas de decantación, que requieren saneamiento y disposición del material solidificado.
- Generación de aguas residuales y residuos sólidos, tales como las pérdidas de concreto y los productos de descarte.

En la *segunda etapa*, correspondiente a la elaboración y(o) producción del concreto, se producen aspectos ambientales tales como: generación de material particulado, incremento de los niveles de ruido por el funcionamiento de la planta, generación de residuos sólidos, dependiendo del tipo de empaque en el que esté almacenado el cemento antes de su utilización, y pérdidas de concreto, así como generación de aguas residuales por el lavado de la cuba. Se identifican entonces los siguientes impactos ambientales asociados a esta etapa:

- Afectación de la calidad del aire: generación de polvos y gases.
- Incremento de los niveles de ruido en la planta de concreto y áreas cercanas.
- Afectación de la calidad de las aguas por descargas de efluentes parcialmente tratados durante la operación de la planta.
- Manejo inadecuado de desechos peligrosos y no peligrosos en la planta y áreas cercanas.

En la *tercera etapa*, que corresponde al uso del concreto premezclado, es responsabilidad de los proyectos o de las obras a las cuales es suministrado implementar programas de manejo ambiental que garanticen la protección de los recursos naturales; sin embargo, a continuación, se identifican los posibles impactos asociados:

- Afectación de la calidad de las aguas como consecuencia del proceso de lavado y mantenimiento de las diversas obras.
- Manejo inadecuado de desechos sólidos en obras de remodelación.
- Obstrucción de sistemas de alcantarillado por el derrame de concreto sobre sumideros o alcantarillados de aguas lluvias.
- Manejo inadecuado de desechos sólidos en obras de remodelación, generado como residuo de construcción y demolición (RCD).

7.3.1.1. CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Las aguas residuales pueden presentar una elevada cantidad de sólidos líquidos disueltos, entre los que se encuentran principalmente hidróxido de sodio y potasio, además de sólidos suspendidos, tales como carbonato de calcio, y alta alcalinidad, posibilidad de auto fraguado y calor residual. Esta situación se presenta tanto en los procesos de transformación a productos como en malas condiciones de almacenamiento del cemento. Además, el efluente líquido proveniente del

mantenimiento y limpieza de las plantas y camiones puede aportar grasas y aceites procedentes de las distintas maquinarias y vehículos.

7.3.1.2. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos corresponden principalmente a una serie de elementos de descarte, los cuales conciernen a las arenas, las gravas, los bloques, el estuco, el yeso, la cal y los áridos provenientes de los productos defectuosos del cemento y del hormigón rechazado en la planta o en la obra. Estos elementos pueden estar constituidos por elementos de materiales adicionales, tales como hierro en el hormigón armado, o perlita en el hormigón liviano.

También se cuentan los lodos obtenidos desde las piscinas de decantación, correspondientes al material suspendido en el agua, que se asienta en el fondo por efecto de la gravedad. Estos lodos pueden utilizarse en la fabricación de elementos no estructurales, junto con los productos de descarte reciclados.

En las obras *in situ* desarrolladas a partir del hormigón premezclado, los residuos generados al elaborar los productos con este material se pueden clasificar como inertes y de nula rigurosidad. Será responsabilidad del proyecto disponer los concretos demolidos en zonas autorizadas para tal fin por la autoridad ambiental, o aquellos que forman parte de procesos de reutilización, de acuerdo con lo estipulado en la Resolución 472 de 2017 (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017), por medio de la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición (RCD).

Otro tipo de residuos generados corresponden a la clase de empaque en que se hayan almacenado el cemento como insumo del proceso y los residuos peligrosos RESPEL generados a partir de recipientes de combustibles, aditivos y(o) aceites

usados, así como los elementos de maquinaria o equipos que deben ser descartados.

7.3.2. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

7.3.2.1. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA

Calidad del aire

En el momento de realizar las excavaciones y cimentaciones requeridas para la construcción de la planta de concreto se deberá aplicar riego constante, con el fin de evitar la generación de polvos; así mismo, se deberán llevar a cabo programas de mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades vehiculares que se utilizarán para la preparación del sitio. Los camiones de carga de material suelto se deberán cubrir con lonas, para evitar la emisión de polvos y arenas.

Suelo

Para no generar cambios en el actual patrón de drenaje de la cantera se deberá cumplir con todos los procedimientos de diseño y constructivos aplicables para el proyecto; además, todas las normas y leyes ambientales deberán ser cumplidas con rigor en la instalación de la planta.

Hidrología superficial y subterránea

Para que los efectos del aire o de la lluvia en la cantera no transporten algún tipo de residuo hacia algún cuerpo de agua cercano, se deberá efectuar una adecuada gestión de residuos.

7.3.2.2. ETAPA DE OPERACIÓN

Los residuos sólidos y líquidos, peligrosos o no peligrosos, deberán ser perfectamente identificados y temporalmente almacenados, hasta hacer uso y disposición de estos, de acuerdo con un sistema de gestión integral de residuos para la planta, o deberán ser manejados en un plan de manejo específico. Para el manejo de residuos líquidos que se generan en la planta, estos deberán ser tratados previamente, a través de tanques de sedimentación enviados al sistema general de manejo de vertimientos de la cantera, cuyas condiciones de tratamiento deberán cumplir con la normatividad ambiental en materia de vertimientos.

Además de los residuos descritos en la sección anterior del presente numeral, en la planta de concreto premezclado se pueden generar los siguientes residuos:

- Estopas, papeles y telas impregnadas de aceites.
- Envases de lubricantes, aditivos o líquidos para frenos.
- Arena o aserrín utilizados para contener o limpiar derrames de combustibles.
- Residuos de las áreas de lavado, trampas de agua y combustibles.

Estos residuos deberán ser recolectados temporalmente en tambores, que deben cerrarse herméticamente e identificarse con un letrero que alerte y señale su contenido de forma clara y precisa. La recolección, el almacenamiento, el transporte y la disposición final deberán ser realizados por empresas autorizadas.

En síntesis, la identificación de los impactos ambientales generados en el proceso de producción de concreto premezclado permite aseverar que el aspecto más importante para controlar son las emisiones de polvo y la disposición de las aguas. Disponer de una planta de concreto premezclado obliga a la empresa a llevar un control estricto sobre impactos en el ambiente, uso eficaz de las aguas, uso de tecnologías actualizadas que permitan ahorrar energía y, en última instancia, reciclaje de los sobrantes.

La valoración de los impactos ambientales deberá adelantarse dentro del proceso de modificación de la licencia ambiental, ya que deben considerarse, además de los aspectos mencionados, elementos como la fauna, la flora, la comunidad aledaña al proyecto, y los demás parámetros requeridos en la metodología general para elaborar y presentar estudios ambientales publicada en el 2018 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

Este tipo de estudios por lo general acarrearán consigo la contratación de un grupo amplio de profesionales, y requieren como mínimo un tiempo estimado de ocho meses para evaluar todos los aspectos ambientales posibles, y su impacto sobre el medio en el lugar donde se desarrolla la actividad, que contemple un área de influencia que involucre la comunidad circundante temporal y permanente.

En virtud del análisis planteado, se puede determinar que los impactos ambientales son moderados debido a que la construcción de la planta de concreto premezclado es puntual y está localizada sobre una zona intervenida donde se ejecutan actividades de extracción de material por medio de voladuras, por lo que la ejecución del proyecto es compatible con el uso del suelo. La zona donde se planea instalar la planta es una cantera donde el suelo ya ha sido explotado, y no habría necesidad de agravar el terreno afectando la vegetación remanente, por lo cual la probabilidad de generar impactos ambientales mayores es mínima; y en caso de

generarse, estos serían temporales y muy localizados. En cambio, los recursos requeridos para la fabricación del concreto, por el contrario, sí serían mayores.

Por último, el hecho de realizar el montaje de la planta de concreto en una cantera en operación deberá ser informado a la Agencia Nacional de Minería (ANM).

7.4. ESTUDIO TÉCNICO

A continuación, se definen todas las especificaciones técnicas que abarca el proyecto; por ejemplo, el tamaño y la ubicación de las instalaciones, la descripción detallada del proceso para la elaboración del nuevo producto, que incluye información de insumos, maquinaria (tecnología) requerida y el respectivo análisis de capacidad.

7.4.1. CONCRETO PREMEZCLADO

Para la producción de concreto premezclado se describen a continuación las cuatro etapas del proceso: recepción de materia prima, producción del concreto, uso del producto y disposición final.

Etapas 1. Recepción de materia prima. La materia prima para la producción de concreto premezclado está constituida por arena, piedra, agua, cemento (portland principalmente) y aditivos. Cada uno de estos tiene un origen diferente.

La arena o agregado fino está formada por arena natural o por arena obtenida por trituración. La piedra o agregado grueso está formada por rocas provenientes de la trituración y de los lechos de los ríos. Los orígenes más comunes son caliza, gneis y silicio.

El cemento es un material polvoriento, que al mezclarse con agua forma una pasta que es capaz de fraguar y endurecerse. Se le conoce también como conglomerante hidráulico. Los aditivos son productos químicos, líquidos o sólidos que ayudan a modificar las propiedades del concreto en estado fresco o endurecido, los cuales se pueden agregar a la mezcla ya sea antes, durante o después.

El agua juega un papel primordial a lo largo de todo el proceso de elaboración de concreto; por ello debe considerarse un insumo imprescindible. Así mismo, la energía eléctrica, proporcionada por las empresas proveedoras de electricidad, las cuales permiten movilizar los equipos de las plantas y que estas funcionen.

7.4.2. PRODUCCIÓN DE CONCRETO

Etapa 2. Producción del concreto. Hay dos tipos de operaciones de mezcla de concreto en uso: (1) tránsito mixto y (2) central mixto. A menos que el proyecto se encuentre en una ubicación remota o sea relativamente grande, en la actualidad los ingredientes del concreto se combinan en una planta de procesamiento por lotes, y se transportan al sitio de trabajo en camiones de mezcla de tránsito, a menudo denominados camiones de concreto premezclado o camiones mezcladores. Este tipo de concreto está controlado por la especificación ASTM¹ C94/C94M-17, y por una organización nacional, la National Ready Mixed Concrete Association, que promueve su uso. Tanto en la cultura de la construcción europea como en la latinoamericana el concreto para la construcción de viviendas y pequeños proyectos a menudo se produce en el lugar de trabajo, utilizando máquinas mezcladoras

¹ Del inglés American Society for Testing Materials. Es una sociedad académica y una organización internacional que publica estándares y desarrolla acuerdos voluntarios de normas técnicas.

independientes que varían en capacidad, desde pequeñas unidades básicas (5 cy² / hr) hasta grandes ensamblajes avanzados, con capacidad de 50 cy.

7.4.2. TÉCNICAS DE MEZCLA DE CONCRETO

La mezcla por lotes debe distinguirse de la mezcla continua o de tipo “flujo” cuando se analiza la mezcla de concreto y los mezcladores. Ya sea en el sitio de trabajo o en la planta lista para ser mezclada, el concreto generalmente se mezcla por lotes. Solo para aplicaciones específicas, la mezcla es continua, es decir, donde el flujo continuo de ingredientes de concreto se carga en un extremo de la mezcladora, y se descarga un flujo continuo de concreto en el otro extremo.

Clasificados por su técnica de mezcla, los mezcladores de todos los tipos y tamaños son de caída libre o de potencia. Los mezcladores de caída libre, también denominados “mezcladores de gravedad”, mezclan el hormigón levantando los ingredientes con la ayuda de cuchillas fijas dentro de un tambor giratorio, y luego dejando caer el material al superar la fricción entre la mezcla y las cuchillas. Los mezcladores mecánicos mezclan el hormigón mediante el movimiento rotatorio rápido de las paletas dentro del tambor de mezcla.

El tamaño de un mezclador se mide por volumen. Los fabricantes suelen clasificar los mezcladores ya sea por el volumen nominal, o tamaño de tambor, o por el volumen total, o carga seca. El volumen nominal es la capacidad máxima del lote o la salida del mezclador. El volumen total de la carga seca es el volumen máximo de ingredientes no mezclados que puede contener el tambor. La capacidad máxima del lote suele ser de dos tercios a tres cuartos del volumen total del tambor. Por lo

² Yardas cúbicas (cubic yard)

tanto, un mezclador de 6 pies cúbicos (6 cf), que produce hasta 6 cf de concreto fresco, generalmente tendrá un tambor de volumen total de 9 cf. Los fabricantes a menudo proporcionan una medida basada en sacos del tamaño del tambor.

La salida del mezclador se mide en capacidades por lote (cf) o en cy por hora, dependiendo del tamaño del mezclador, y está determinada por el tiempo de ciclo del mezclador. El tiempo de ciclo de la mezcladora se compone de (1) tiempo de carga, (2) tiempo de mezcla y (3) tiempo de descarga.

En general, la estimación de la salida del mezclador para los mezcladores de caída libre de carga automática se basa comúnmente en 40 ciclos/hora, o 1,5 minutos de tiempo de ciclo total para mezcladores de hasta 15 cf, y 30 ciclos/hora, o 2 minutos de tiempo de ciclo total para mezcladores más grandes. Para los mezcladores de caída libre que se cargan manualmente, el número de ciclos por hora se reduce a 25 y a 15. Para los mezcladores mecánicos, se usa un 20% más de ciclos por hora debido al menor tiempo de mezcla.

El tiempo real de mezcla es un tema más complicado. Mientras que los estándares generalmente especifican los tiempos de mezcla mínimos requeridos, los fabricantes de equipos determinan los tiempos efectivos de acuerdo con la intensidad de mezcla que pueden alcanzar sus equipos. Con mezcladores más pequeños, los que se usan normalmente en el lugar de trabajo, el tiempo de mezcla es probablemente más largo que para las máquinas más grandes y avanzadas, que se utilizan en las plantas de mezcla central. El requisito de tiempo mínimo para las plantas de mezcla central suele ser de 30 segundos por lote (Peurifoy, Schexnayder Schmitt & Shapira, 2018).

Tal como se mencionó anteriormente, el concreto es el resultante de la mezcla del cemento con las materias primas que lo constituyen, o agregados de diferente

tamaño (grava, gravilla y arena). El cemento mezclado con el agua y los agregados se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en poco tiempo fragua y se endurece.

El proceso de producción de concreto en el área de estudio sigue los siguientes pasos:

1. El conductor de la unidad mezcladora coloca el camión en la zona de carga y acelera el trompo mezclador a una velocidad aproximada de 15-20 revoluciones por minuto.
2. Se descarga un porcentaje de agua correspondiente a la capacidad del camión.
3. junto con el agua se descarga también la cantidad de aditivo correspondiente por cada bacheo.
4. Se abre la jaiba de la báscula de agregados, y comienza a adicionarse la piedra y la arena simultáneamente junto con la descarga del cemento.
5. Finalizada la descarga de cemento y de los agregados, se añade el resto del agua según el diseño. Esto ayuda a limpiar de restos de cemento y agregados el embudo de la tolva del camión.
6. Al finalizar la mezcla, el conductor de la unidad mezcladora reduce la velocidad del trompo a velocidad de agitación y da inicio al proceso de distribución del concreto premezclado. La correcta mezcla se realiza en aproximadamente 70 revoluciones del trompo mezclador del camión; es decir, en 3,5 minutos.

Etapas 3. Uso del producto. Los productos de hormigón o concreto son variados y numerosos y, además, según ACHS y Conama (2001), se pueden clasificar en dos grupos:

- Hormigones premezclados y morteros predosificados (los cuales son productos intermedios).
- Productos prefabricados de hormigón o concreto.

La diferencia entre estos grupos radica, fundamentalmente, en que el primero de estos, luego de haberse realizado la mezcla es despachado a la obra de construcción, donde es usado para elaborar productos *in situ*. Los prefabricados, en cambio, son elaborados dentro de la fábrica, donde se almacenan para luego ser comercializados (p. 5).

La durabilidad del concreto es un atributo o cualidad que es sustentable debido a que no se oxida, no se pudre y no se quema, y a lo largo del tiempo requiere menos energía y recursos para reparar o reemplazar edificaciones hechas en concreto.

Etapa 4. Disposición final. Cuando el concreto no puede ser colocado en las diferentes obras de construcción, puede tener distintas opciones de uso, hacia la minimización, el reciclaje y el recuperación. En la etapa final de ciclo de vida, el concreto incluye entre sus usos plausibles los siguientes:

- Como relleno y recuperación de terrenos y para construcción de terraplenes.
- Reciclaje para utilizar en el asfalto.
- Reciclaje como sustituto de áridos para agregados en el concreto.
- Como subbases para carreteras.
- El concreto pobre se puede utilizar para hacer moldes para pisos.

Lo más natural es usar los desechos como relleno de escombros. No obstante, como subbase o base de carreteras estos escombros deben ser molidos

adecuadamente y cumplir con los requerimientos para este uso (ACHS y Conama, 2001).

7.4.3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS

Tolvas básculas de agregados

Están compuestas por un sistema de pesaje independiente, que pesan los agregados (arena y grava) en tolvas separadas, según se aprecia en las figuras 9 y 10.

FICHA TECNICA (Tolva Bascula Arena)		FICHA TECNICA (Tolva Bascula Grava)	
Capacidad de Almacenamiento	Un compartimiento de 6 m ³	Capacidad de Almacenamiento	Un compartimiento de 6 m ³
Elementos Constitutivos	Paredes Abatibles para aumento de Capacidad Volumétrica de 13% - Motovibrador	Elementos Constitutivos	Paredes Abatibles para aumento de Capacidad Volumétrica de 11% cada compartimiento
Material	Lamina en Acero ASTM 36 de calibre 1/4"	Material	Lamina en Acero ASTM 36 de calibre 1/4"
Sistema de Pesaje	Pesaje por 4 Celdas de Carga Tipo Viga / Sensado por Resta (Cada Celda es de 5000 Kg – Marca LEXUS)	Sistema de Pesaje	Pesaje por 4 Celdas de Carga Tipo Viga / Sensado por Resta (Cada Celda es de 5000 Kg-Marca LEXUS)
Compuerta	Tipo Almeja Controlada y Accionada por un actuador neumático lineal y una electroválvula 5/2	Compuerta	Tipo Almeja Controlada y Accionada por dos actuadores neumáticos lineales y dos electroválvulas 5/2

Figura 9. Descripción técnica de las tolvas para agregados

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 4).

LISTADO ELEMENTOS	CARACTERISTICAS	Cantidad
Actuador Neumático Lineal	CILINDRO NEUMATICO DIAM 80X125 DE RECORRIDO CON HORQUILLA	3
Electroválvula	ELECTROVALVULA 5/2 CON RACORES PARA MANGUERA DE 3/8 Y SILINCIADORES	3
Moto vibrador	VIBRADOR ELECTRICO REF: ZF/T2/500 -	1
Celda de Carga	CELDA DE CARGA TIPO BARRA DE 5T 5000KG	8

Figura 10. Referencia de equipos utilizados en el conjunto de tolvas básculas de agregados

Fuente: Manual Técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 5).

Banda transportadora

La función de esta banda es transportar básculas de agregados desde las tolvas hasta el *shut* encargado de recibir los agregados, el cual direcciona el flujo de material al camión mezclador. El transporte de agregados opera de manera secuencial: primero la arena y luego la grava. La banda transportadora está compuesta por rodillos de estaciones de carga, integrada por 15 estaciones de carga, 14 a 35°, y 1 a 20°/ 30 rodillos de 4 pulgadas de diámetro; rodillos de estaciones de retorno, compuestas por 5 estaciones, 5 rodillos de retorno de 3 pulgadas diámetro; tambor cabeza con un diámetro de 8-5/8 pulgada vulcanizado tipo espina de pescado; tambor cola de diámetro de 8-5/8 pulgadas; cumaceras, 2 chumaceras tensoras de 50 mm de diámetro, 2 chumaceras tipo pedestal de 50 mm de diámetro; 4 rodillos centradores de dos pulgadas de diámetro y un motor SEW de referencia fa67 7,5 HP relación 11,31- eje hueco de 40 mm (figura 11).

Capacidad de Transporte	30 m ³ /h - de Agregado
Elementos Constitutivos	Estaciones de Carga - Estaciones de Retorno - Rodillo de Cabeza - Rodillo de Cola - Rodamientos - Cumaceras - Shut Descarga
Material Estructura Chasis	Tubo Cuadrado Acero ASTM 36 de 100x100 mm
Características Banda	Banda de caucho de 18" de ancho de tres lonas
Accionamiento	Motor Eléctrico Trifásico de ejes paralelos
Aditamentos para Ajuste	Tornillería - Soldadura - Angulo Estructural

Figura 11. Ficha técnica de banda transportadora

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 7).

Tolva báscula de cemento

Está compuesta por un sistema de pesaje de cemento. En la figura 12 se ilustra el esquema de componentes generales de las tolvas báscula de cemento, y en las figuras 13 y 14 se presentan la ficha técnica y las características.

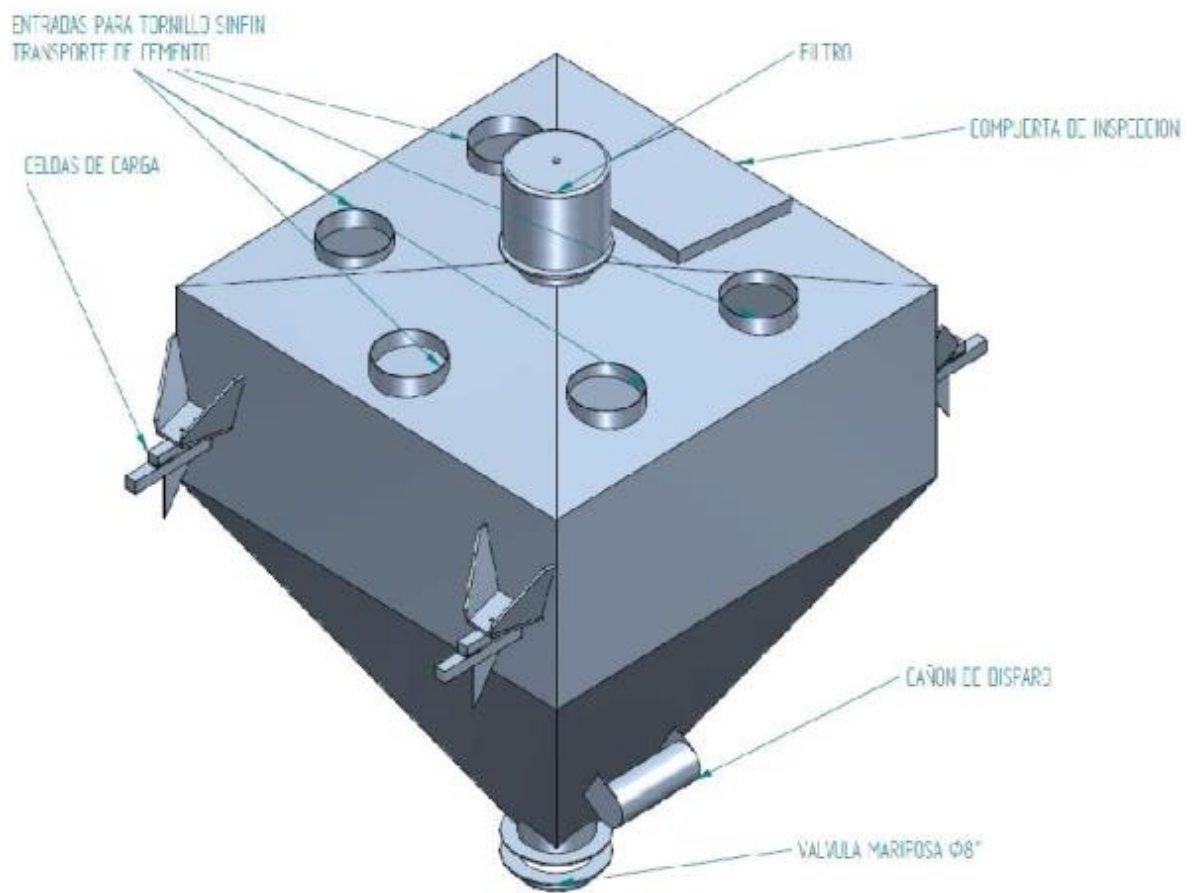


Figura 12. Esquema componentes generales conjunto de tolvas básculas de cemento
Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 10).

FICHA TECNICA (Tolva Bascula Cemento)

Capacidad de Almacenamiento	3 m3 - 2100 Kg de Cemento
Elementos Constitutivos	Filtro de 1 Manga - Compuerta de Inspección - Entradas para Alimentación de Cemento - Moto vibrador
Material	Lamina en Acero ASTM 36 de calibre 1/8"
Sistema de Pesaje	Pesaje por 4 Celdas de Carga Tipo Viga / Sensado por Suma (Cada Celda es de 1000 Kg)
Compuerta	Tipo Mariposa Controlada y Accionada por un actuador neumático Rotativo y una electroválvula 5/2
Sistema de Fluidificación	Acumulador Neumático Accionado por Electroválvula Direccional 2/2

Figura 13. Ficha técnica tolva báscula de cemento

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 11).

LISTADO EQUIPOS	CARACTERISTICAS	Cantidad
Accionamiento	ACTUADOR NEUMATICO ROTATIVO	1
Electroválvulas	ELECTROVALVULA 5/2 CON RACORES PARA MANGUERA DE 3/8 Y SILINCIADORES / VALVULA SOLENOIDE 2/2 DE 3/4 A 220 V	1 / 1
Moto vibrador	VIBRADOR ELECTRICO REF: ZF/T2/500	1
Celda de Carga	CELDA DE CARGA TIPO BARRA DE 1T 1000KG	4
Compuerta	VALVULA MARIPOSA DE 8"	1

Figura 14. Referencia de equipos usados en las tolvas básculas de cemento

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 11).

Tornillo sinfín transportador

Está compuesto por elementos mecánicos tales como un motorreductor, compuertas de inspección, boca de carga, boca de descarga y chumacera (figuras 15 y 16).

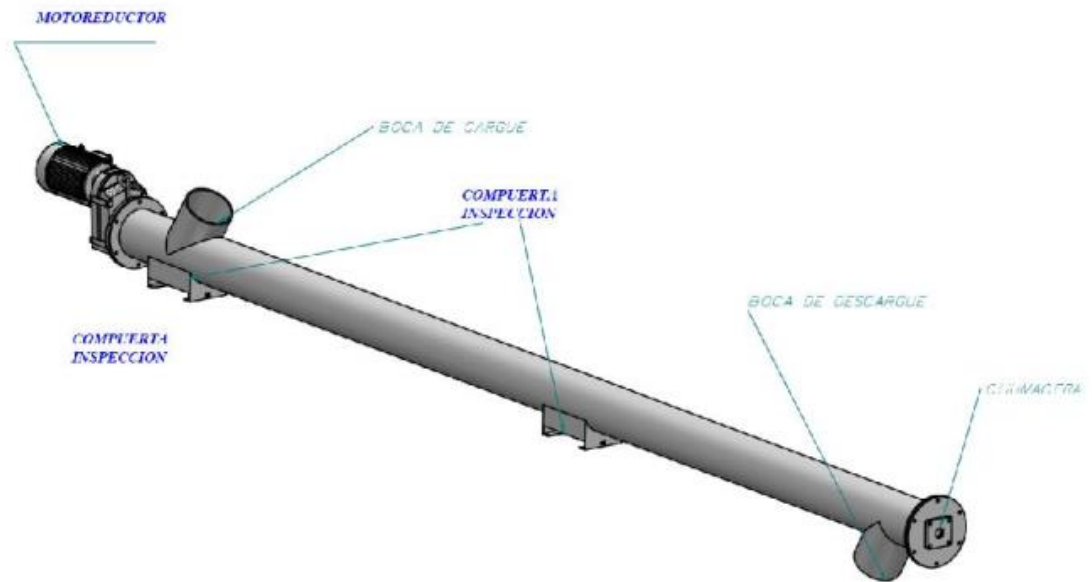


Figura 15. Tornillo sinfín transportador

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 14).

Capacidad de Transporte	10 Ton/h de Cemento
Elementos Constitutivos	Centradoras - Ventanas de Inspección - Boca Descarga - Boca de Cargue - Rodamiento - Sello en Felpa
Velocidad	300 rpm
Longitud	8,4 m Entre Bridas / 7,8 m Entre Bocas
Inclinación	60º
Diámetro	8"

LISTADO EQUIPOS	CARACTERISTICAS	Cantidad
Accionamiento	Moto Reductor de Eje paralelos FAF 67 DV132M4 - 5,5 Kw - 300 rpm Salida	1
Rodamientos	Rodamientos de Bola - 6008ZZ	2
Centradoras	Lubricación con Grasa	2

Figura 16. Ficha técnica y listado de equipos utilizados para el tornillo sinfín
Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 14).

Sistema neumático

El sistema neumático tiene como función accionar de manera controlada las compuertas y sistemas de fluidificación. En la figura 17, están esquematizados los componentes mecánicos.

FICHA TECNICA (Sistema Neumático)	
Accionamiento	Compresor 3 Hp Trifásico / Protección IP 44 / Tanque 50 Gal
Actuadores	ACTUADOR NEUMATICO ROTATIVO / CILINDROS NEUMATICOS DIAM 80X125 DE RECORRIDO CON HORQUILLA
Manguera	METROS DE MANGUERA TUBING DE 3/8 AZUL
Protección	Unidad de Mantenimiento – 70 Psi
Electroválvulas	ELECTROVALVULA 5/2 CON RACORES PARA MANGUERA DE 3/8 Y SILINCIADORES / VALVULA SOLENOIDE 2/2 DE 3/4 A 220 V

Figura 17. Ficha técnica del sistema neumático

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 15).

Sistema de dosificación de agua

El sistema de dosificación tiene como función proporcionarle humedad a la mezcla de concreto y de suministrar agua para el lavado. En la figura 18, se presenta la ficha técnica del sistema de dosificación.

FICHA TECNICA (Sistema de Dosificación de Agua)	
Accionamiento	Bomba Centrífuga para Lavado 2 Hp - ϕ 2" / Bomba Centrífuga para Mezcla 3 Hp - ϕ 2"
Sistema de Medición	CUANTA LITROS DIGITAL
Tubería	Galvanizada de 2"

Figura 18. Ficha técnica del sistema de dosificación.

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 17).

Cabina de control

La cabina de control se encarga de los elementos de maniobra y de los procesos de automatización, y en esta se encuentran ítems que mejoran el ambiente de trabajo y el funcionamiento de la planta. En la parte superior de la cabina se encuentran el aire acondicionado y un cofre eléctrico, el cual posee todos los elementos de maniobra (figura 19).

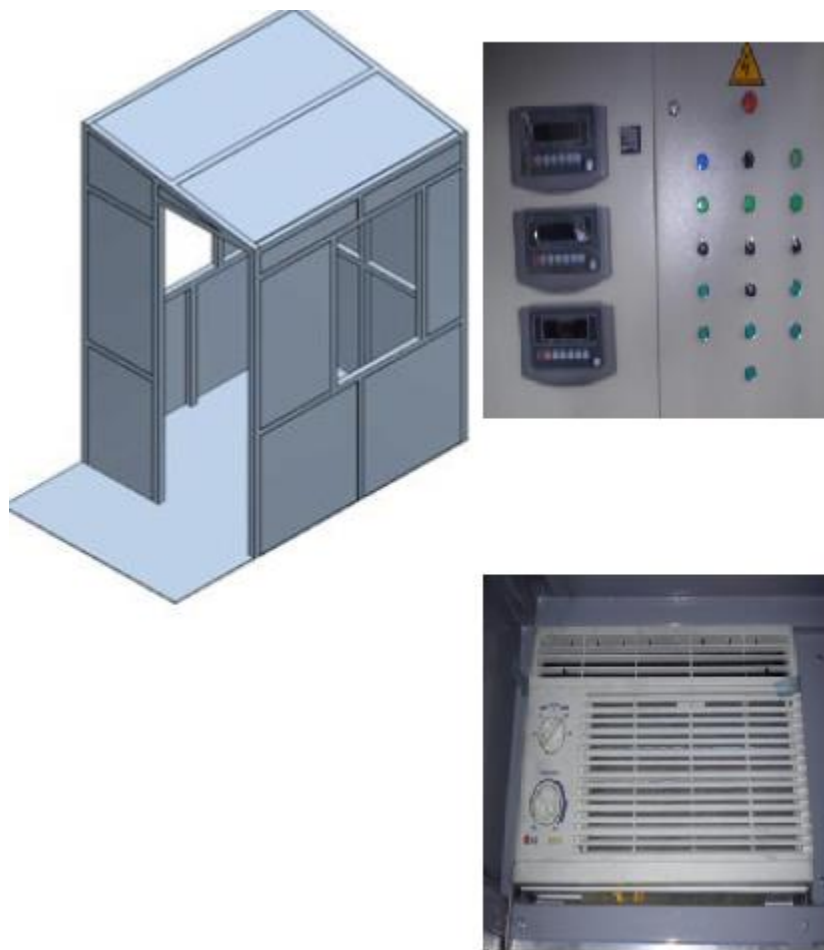


Figura 19. Cabina de control, cofre eléctrico y aire acondicionado
Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 18).

La planta para dosificación de concreto de descarga al camión mezclador, y está diseñada para producir en operación automática hasta 40 metros cúbicos de

concreto por hora, que garantizan que el operador provea una alimentación adecuada y rápida de las materias primas.

La dosificación de los agregados se hace por medio de básculas independientes, cuya función es pesar de manera precisa la cantidad necesaria de arena y grava para cada descarga. Las básculas de agregados son alimentadas por la parte superior con un cargador, en la báscula delantera deposita la grava y en la trasera, la arena.

Distribución de planta general

En las figuras 20 y 21 se puede apreciar el modelo de montaje de la planta, la tolva rompesacos y el tornillo transportador.

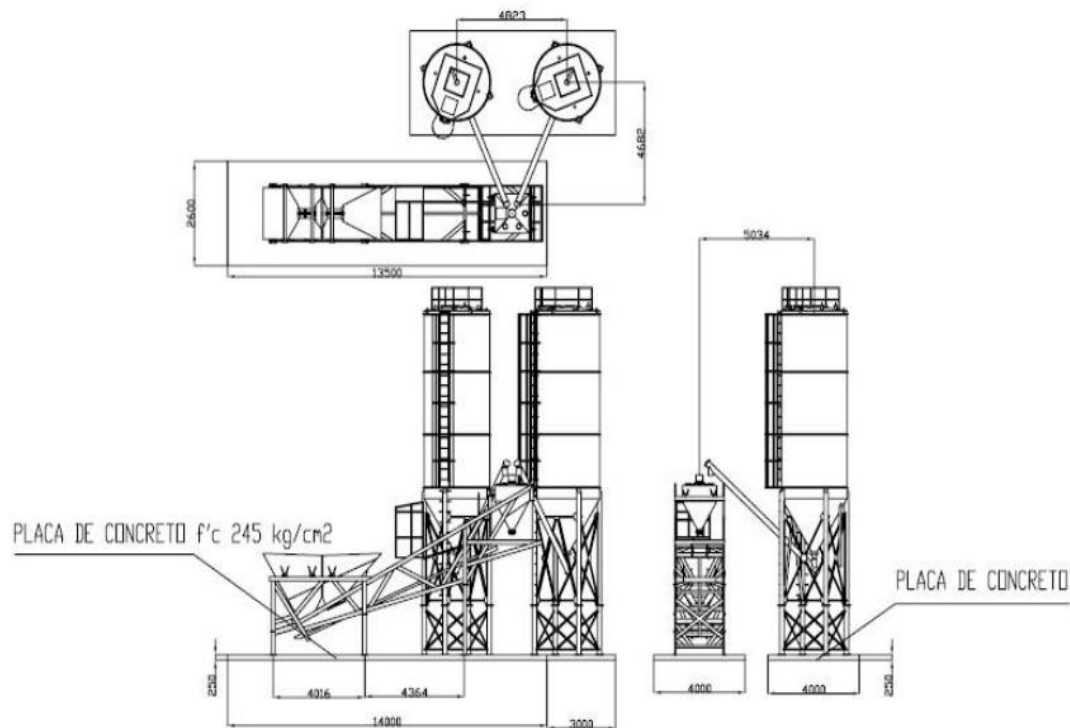


Figura 20. Distribución general de planta de concreto

Fuente: Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE (p. 38).



Figura 21. Planta de concreto premezclado

Fuente: Catálogo Plantas de Concreto GAG, documento de acceso restringido

Mantenimiento

Para llevar a cabo el mantenimiento tanto de tipo mecánico como eléctrico es necesario desconectar todas las acometidas y los interruptores para evitar accidentes. La frecuencia de mantenimiento de los diferentes componentes se realiza, por lo general, teniendo en cuenta turnos de operación de ocho horas diarias (240 m³) durante cinco días en la semana. Si las condiciones de trabajo son más exigentes, se debe reformular el programa de mantenimiento.

7.5. ESTUDIO ORGANIZACIONAL

Con este estudio se define el organigrama de la empresa que refleje la línea de mando, la mano de obra requerida para el proyecto, los cargos, los perfiles, los sueldos y las necesidades de capacitación, entre otros.

A continuación, en la tabla 5 se describen las responsabilidades del personal que se vaya a contratar para el proyecto, en la tabla 6 se estima el costo de nómina del personal, proyectado en un horizonte de tiempo de 5 años, y en la figura 22 se presentan la estructura y el organigrama general requeridos para el funcionamiento de la planta de concreto premezclado.

Tabla 5

Descripción de cargos y funciones del personal

CARGO	FUNCIONES
ASAMBLEA DE SOCIOS	Asumir la representación legal de la empresa para la aprobación de las decisiones contractuales, elección de cargos en la junta directiva, revisar los informes de resultados elaborados por la junta directiva, describir, analizar y escuchar todos los pormenores de la empresa, tomar decisiones de nuevas inversiones y evaluar el desempeño de la junta directiva y de los gerentes.
JUNTA DIRECTIVA	Planeación, coordinación, verificación y definición de acciones para garantizar el cumplimiento de las metas y el buen desarrollo de la empresa. Tiene potestad para aprobar compras hasta por \$100.000.000 sin citar a la asamblea. Prepara los informes para la asamblea de socios.
GERENTE GENERAL	Planeación, organización, coordinación, administración y supervisión de todas las actividades de la empresa para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y requisitos contractuales, optimizando los recursos humanos, técnicos, financieros y administrativos.
ASESORES EXTERNOS	Asesoran y hacen estudios especializados cuando son requeridos por una autoridad estatal.
GERENTE DE PLANTA	Organización, coordinación y administración de todas las actividades de la planta, para garantizar el cumplimiento de las metas, y optimizar los recursos humanos, técnicos, financieros y administrativos que disponga la planta de extracción de material. Le entrega al gerente general informes de la planta de extracción de material.
JEFE DEPARTAMENTO COMERCIAL	Coordina el área encargada de diseño de estrategias del mercado, analiza las ventas y los posibles competidores, atiende las necesidades de los clientes y está a la búsqueda constante de futuros clientes.

CARGO	FUNCIONES
JEFE DEPARTAMENTO AMBIENTAL	Elaborar y ajustar el Programa de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental (PAGA); gestionar y obtener los permisos, concesiones y autorizaciones por uso, intervención y aprovechamiento de los recursos naturales; estar pendiente de las nuevas normativas que puedan afectar directa o indirectamente a la empresa; elaborar el informe ambiental para las entidades del Estado y mantenerse atento a cualquier riesgo ambiental que pueda presentarse en la planta de extracción de materiales.
JEFE DE TALENTO HUMANO	Coordinar el área encargada de diseño de cargos, de selección, gestión del desempeño, administración de la compensación, capacitación, desarrollo y salud ocupacional.
CONTADOR	Se encarga de coordinar a todas las auxiliares contables, reparte el trabajo contable y le ayuda a la jefe del departamento a elaborar la declaración de impuestos y los informes, y coordinar con el revisor fiscal las posibles anomalías o faltas que tenga el área contable.
AUXILIARES CONTABLES	Se encargan de digitar y codificar toda la información de ingresos y egresos que tenga la empresa.
ABOGADOS EXTERNOS	Son abogados que contrata de vez en cuando la empresa, especializados en alguna rama en la que se vea la necesidad de asesoramiento.
ASESOR EXTERNOS	Asesoran y hacen estudios especializados cuando son requeridos por una autoridad estatal.
JEFE DE MANTENIMIENTO	Persona encargada del mantenimiento y buen estado de la maquinaria y de la infraestructura de la planta de extracción. Se encarga de revisar cotizaciones de repuestos, aprobar compras menores para la maquinaria, supervisar el buen uso de la maquinaria por parte de los operadores, informar el estado actual de las máquinas y su vida útil. Autoriza y supervisa arreglos de toda la maquinaria y dirige a los mecánicos. Entrega informes de maquinaria y equipos al gerente de planta.
MECÁNICOS	Se encargan de hacer el mantenimiento y reparación de la maquinaria y equipos.
AYUDANTE DE MECÁNICOS	Ayudan al mecánico a hacer mantenimiento y reparaciones de la maquinaria y equipos.
JEFE DE CALIDAD Y PLANEACIÓN MINA	Coordina y planea las vetas de extracción que vayan a hacer explotadas y procesadas, se encarga de la calidad de los materiales que son procesados en la planta, se encarga de coordinar con el jefe de operadores los cronogramas de

CARGO	FUNCIONES
	trabajo de la maquinaria, y está a cargo de la mayoría del personal que trabaja para la transformación del material.
JEFE DE OPERADORES	Coordina las actividades programadas con todos los operadores, en la explotación está atento a que todo salga según lo planificado, reporta cualquier problema con las vetas o con la maquinaria.
OPERADORES	Manejan la maquinaria y los equipos que se necesitan para la extracción y transformación de la materia prima.
LABORATORISTA	Se encarga de recoger muestras, procesarlas, examinarlas y dar resultados para dar el visto bueno, y que puedan salir a la venta. También examina las nuevas vetas de materiales encontradas, y alerta oportunamente sobre problemas en calidad de los materiales.
AYUDANTES Y OFICIOS VARIOS	Se encargan de todo el resto de las cosas que necesite la planta de extracción para su funcionamiento y que no hacen las máquinas,
VENTAS Y ATENCIÓN AL PÚBLICO EN PLANTA	Se encarga de atender cualquier requerimiento que tenga un cliente que llegue directamente a la planta y de las ventas al menudeo de las volquetas que lleguen a la planta.

PERSONAL ADICIONAL QUE NECESITARÍA EL NUEVO PROTAFOLO DE LA EMPRESA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANA DE CONCRETO	
JEFE DE PLANTA DE CONCRETO	Coordina y planea los materiales requeridos para el funcionamiento de la planta de concreto, se encarga de la calidad de los materiales que son procesados en la planta, se encarga de coordinar con el jefe de planta los cronogramas de trabajo y de producción de la planta de concreto, está a cargo de gestionar con el jefe de planta todas las cosas y los pedidos que pueda requerir la planta para el correcto funcionamiento, programa las <i>mixer</i> y las bombas en horarios y con la clase de materiales que requiera las obras. Entrega informes de producción y los materiales al jefe de planta y al gerente de la cantera.
AUXILIAR DE PLANTA	Encargado de prender y verificar que la planta esté en correcto funcionamiento, detecta problemas en el funcionamiento o la calidad de la planta de concreto, y le informa al jefe de planta de concreto.
OPERADOR DE CARGADOR	Mantiene abastecida de materiales en las diferentes tolvas a la planta de concreto.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6

Estimación de costos totales por nómina productiva y nómina administrativa a 5 años

Costo de nómina productiva						
Tiempo	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Operario planta de concreto	\$16.200.000	\$16.715.160	\$17.283.475	\$17.836.547	\$18.389.480	\$18.941.164
Operario minicargador	\$19.800.000	\$20.429.640	\$21.124.248	\$21.800.224	\$22.476.031	\$23.150.312
Ayudante	\$13.800.000	\$14.238.840	\$14.722.961	\$15.194.095	\$15.665.112	\$16.135.066
Factor prestacional	52%	52%	52%	52%	52%	52%
Total costos de nómina productiva con parafiscales	75696000	78103132,8	80758639,32	83342915,77	85926546,16	88504342,55
Total de costos	\$1.201.908.605	\$1.274.037.021	\$1.364.199.117	\$140.8467.822	\$1.504.967.930	\$1.560.030.112

Costo de nómina administrativa						
Tiempo	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Auxiliar administrativa	\$15.600.000	\$16.096.080	\$16.643.347	\$17.175.934	\$17.708.388	\$18.239.639
Auxiliar contable	\$15.600.000	\$16.096.080	\$16.643.347	\$17.175.934	\$17.708.388	\$18.239.639
Asesor comercial	\$30.000.000	\$30.954.000	\$32.006.436	\$33.030.642	\$34.054.592	\$35.076.230
Ingeniero de control de calidad	\$48.000.000	\$49.526.400	\$51.210.298	\$52.849.027	\$54.487.347	\$56.121.967
Director del proyecto	\$78.000.000	\$80.480.400	\$83.216.734	\$85.879.669	\$88.541.939	\$91.198.197

Costo de nómina administrativa						
Tiempo	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Carga prestacional	52%	52%	52%	52%	52%	52%
Total costos de nómina administrativa con parafiscales	\$284.544.000	\$293.592.499,2	\$303.574.644,2	\$313.289.032,8	\$323.000.992,8	\$332.691.022,6

Fuente: elaboración propia.

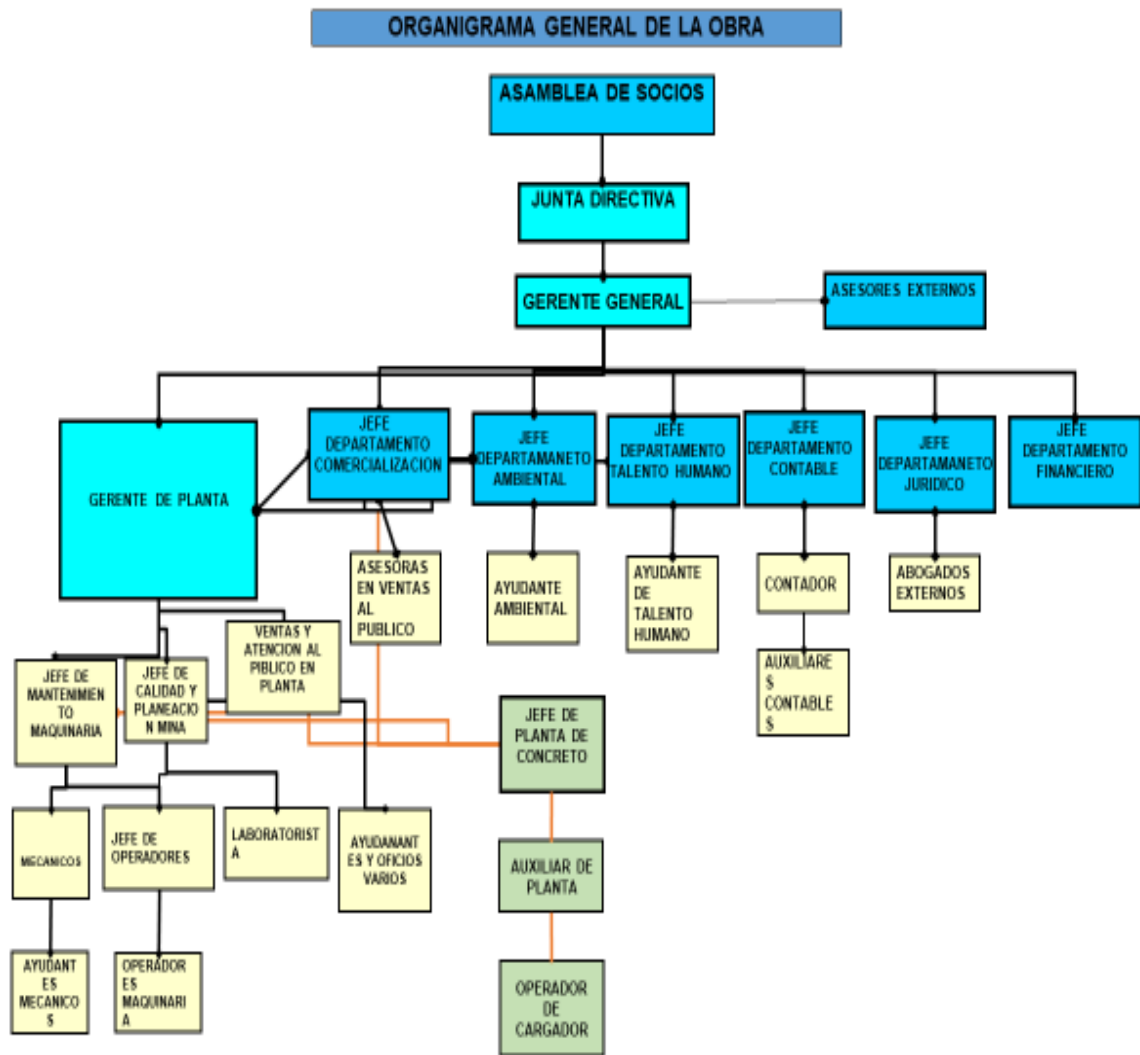


Figura 22. Organigrama general de la obra

Fuente: elaboración propia.

7.6. ESTUDIO LEGAL

Este estudio define los requisitos legales y el cálculo de los costos tributarios, los tipos de contratos que se puedan utilizar con los proveedores y clientes, las formas de contratación del personal y el análisis de las leyes, normas, decretos, exenciones y beneficios que rigen al proyecto.

La Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de todas las Actividades Económicas elaborada por Naciones Unidas enmarca dentro del código 3693 a las industrias dedicadas a la fabricación de productos de cemento y hormigón.

En el presente numeral se incluye la normatividad aplicable a la que se debe dar cumplimiento en el desarrollo de las actividades de montaje, operación y desmantelamiento de una planta de concreto.

Convenios ambientales internacionales

- Ley 8 de 1973. Acuerdo Subregional Andino.
- Ley 30 de 1980. Acuerdo para la conservación de la fauna y la flora de los territorios amazónicos de la República de Colombia y de la República del Perú.
- Ley 45 de 1983. Convención para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural.
- Ley 164 de 1994. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.
- Ley 165 de 1994. Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Ley 253 de 1996. Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

Ley 357 de 1997. Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitats de aves acuáticas.

Normas generales

Ley 23 de 1973. Le concedió al presidente de la República facultades extraordinarias para reformar y adicionar la legislación vigente sobre recursos naturales renovables y preservación ambiental.

Ley 99 de 1993: Creó el Ministerio del Medio Ambiente, estableció el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y la obligación de obtener la licencia ambiental para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad que pudiera producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

Ley 768 de 2002. Estableció en los Distritos Especiales de Cartagena, Barranquilla y Santa Marta la creación de establecimientos públicos ambientales, como autoridades ambientales en el perímetro urbano del Distrito.

Normas, decretos y resoluciones específicos

A continuación, se describen las leyes, decretos y resoluciones aplicables para la industria cementera, en las cuales está incluida la industria del concreto.

- Ley 388 de 1997. Ley de Ordenamiento Territorial.
- Ley 142 de 1997. Reglamenta la prestación de los servicios públicos.
- Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa de uso eficiente y ahorro del agua.
- Decreto 1541 de 1978. El Ministerio de Salud establece en lo relativo al permiso de aprovechamiento o concesión de aguas normas específicas para los diferentes usos.
- Decreto 1681 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte X del Libro II del Decreto Ley 2811 de 1974, que trata de los recursos hidrobiológicos, y parcialmente la Ley 23 de 1973 y el Decreto Ley 376 de 1957. Este decreto fue parcialmente derogado por la Ley 13 de 1990, en lo que se relaciona con el recurso pesquero.
- Decreto 1594 de 1984. El Ministerio de Salud determina los criterios de calidad del agua para diferentes consumos, los permisos de vertimiento y las descarga a cuerpos de agua, y reglamenta los sistemas de tratamiento.

- Decreto 3100 de 2003. Impone el cobro de tasas retributivas para vertimiento de aguas residuales, con el objeto de reducir a mediano y largo plazo la contaminación hídrica. Este decreto fue modificado por el Decreto 3440 de 2004.
- Decreto 475 de 1998. Norma del Ministerio de Salud sobre potabilización de agua.
- Decreto 1729 de 2002. Se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, y parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993.
- Decreto 604 de 2002. Reglamenta las comisiones conjuntas de que trata el Parágrafo 3° del artículo 3 de la Ley 99 de 1993, en materia de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas comunes.
- Decreto 155 de 2004. Determina el cobro de tasas por utilización del agua.

En materia del aire y las emisiones atmosféricas

- Decreto Ley 2811 de 1974. En los artículos 73, 74, 75 y 76, se expiden normas sobre la atmósfera y el espacio aéreo.
- Decreto de 1541 de 1978. Reglamenta las concesiones de agua para uso doméstico e industrial.
- Decreto 1619 de 1995. Establece la presentación del Informe de Estado de Emisiones (IE-1) para las cementeras.
- Decreto 2107 de 1995. Modifica el trámite sobre permisos para el uso de crudos pesados en hornos y calderas hasta el año 2001.
- Decreto 1224 de 1996. Modifica el artículo 19 de la Ley 91 de 1995 sobre calidad de combustibles.
- Decreto 1697 de 1997. Modifica el Decreto 948 de 1995 que restringe el uso de aceites y lubricantes de desecho y le otorga al Ministerio del Medio Ambiente la facultad de establecer la oportunidad de su uso.

- Decreto 623 de 1998. Modifica parcialmente la Resolución 898/95, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles utilizados en hornos y calderas y en motores de combustión interna.
- Decreto 3172 de 2003. Determina las inversiones en el control y mejoramiento del medio ambiente que son objeto de deducción de impuestos.
- Decreto 1713 de 2002. Establece las normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, clases, modalidades y al régimen de personas prestadoras de servicios y a los usuarios.
- Decreto 4741 de 2005. Perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- Resolución 541 de 1994, del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y la disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Resolución 627 de 2006, del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Establece la norma nacional de ruido y ruido ambiental.
- Resolución 898 de 1995. Determina los criterios ambientales de la calidad de combustibles líquidos y sólidos. Fue modificada por las Resoluciones 125 de 1996, 068 de 2001 y 447 de 2003.
- Resolución 909 de 1996. Determina los equipos y procedimientos para la medición de contaminantes atmosféricos.
- Resolución 125 de 1996. Modifica la Resolución 898 de 1985 sobre el uso de combustibles diésel.

- Resolución 619 de 1997. Establece los parámetros a partir de los cuales se requiere permiso de emisiones atmosféricas.
- Resolución 609 de 1997. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisiones atmosféricas para fuentes fijas.
- Resolución 415 de 1998. Establece los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la combustión.
- Resolución 1048 de 1999. Determina los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diésel, en condiciones de prueba dinámica, a partir de los modelos posteriores a 2001.
- Resolución 970 de 2001. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial determina los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión bajo los cuales se debe realizar la eliminación de plásticos contaminados con plaguicidas en hornos de producción de clínker de plantas cementeras.
- Resolución 458 de 2002. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece los requisitos, condiciones y límites máximos permisibles de emisión bajo los cuales se debe realizar la eliminación de tierras contaminadas con plaguicidas en hornos de producción de clínker en plantas cementeras.
- Resolución 909 del 2008, del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Establece normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas que reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes.
- Resolución 610 de 2010, del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Modifica la Resolución 601 de 2006, mediante la cual se estableció la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

8. EVALUACIÓN FINANCIERA

Se consideran criterios básicos de la evaluación financiera la adopción de decisiones de inversión, los precios de los insumos, los productos del proyecto, el horizonte de planificación y la vida del proyecto, así como los riesgos y la incertidumbre. Luego se analiza con detalle el análisis de costos, los principios básicos de contabilidad, los métodos de apreciación previa de inversiones y de financiación, y la eficiencia, las relaciones y los análisis financieros aplicando métodos actuales de evaluación, con tasa interna de retorno, valor presente neto y rentabilidad, y la evaluación de proyectos de condiciones de incertidumbre.

Todos estos datos son respaldados por los análisis de los estudios anteriores. El resultado de esta evaluación se mide a través de distintos criterios que son complementarios entre sí; por ejemplo, el análisis de la tasa interna de retorno (TIR), valor presente neto (VPN), la relación beneficio-costos, el costo mínimo (CM) y el costo anual equivalente, entre otros.

Para efectuar el análisis financiero se usó la metodología de flujo de caja descontado, basado en la regla del valor presente, donde se considera el valor del patrimonio y el costo de la deuda por medio del costo promedio ponderado del capital (WACC).³ Esta valoración es realizada en un horizonte de tiempo de cinco años, en donde el proyecto es aceptado y viable siempre y cuando el valor presente neto (VPN) sea superior a cero y la rentabilidad del proyecto y de los accionistas

³ De las siglas en inglés Weighted Average Cost of Capital

supere el costo de oportunidad entendido como WACC. De esta forma se concebiría que la empresa ha generado valor.

En la tabla 7 se puede apreciar que financiar el proyecto por medio de deuda supone un escudo fiscal deducible de impuestos. Por esta razón, la estructura óptima de capital está conformada en un 50% por patrimonio a una tasa de 10,21%, y el 50% restante con una deuda a una tasa equivalente al 17,5% EA. Esta estructura de capital refleja como resultado el costo promedio ponderado de la compañía, valorado en un 10,96%, siendo esta la tasa de descuento de los flujos futuros.

Tabla 7

Costo promedio ponderado del capital (WACC)

# WACC	
Ke	10,21%
Kd	17,5%
Equity	50%
Deuda	100%
Tax	33%
WACC	11,20%

Fuente: elaboración propia.

Además, debido a que se cuenta con el beneficio de tener un valor inferior de costo de materia prima en la arena gruesa y la grava común (\$189.369 pesos colombianos), es posible obtener un precio de venta del m³ un 10% por debajo del que se cotiza actualmente en el mercado, por consecuente, este precio competitivo le permitiría al proyecto ganar mayor participación del mercado en la ciudad de Pereira.

En la tabla 8 se aprecian los indicadores financieros calculados para el proyecto. El margen bruto del 25%, el margen operacional promedio del 13% y el margen Neto del 8,4% demuestran que el proyecto es rentable en todas sus ramificaciones, siendo los últimos 3 años (2022-2024) los que generarían el mayor margen de ganancia.

Tabla 8

Indicadores financieros estimados para el proyecto

Margen bruto promedio	25,3%
Margen operacional promedio	12,9%
Margen neto promedio	8,4%
TIR – accionistas	62%
TIR – proyecto	36%
TIR Modificada accionistas	43%
TIR Modificada proyecto	29%
VPN@FCL	963.733.426

Fuente: elaboración propia.

La TIR de los accionistas es del 62% mientras que la del proyecto es del 36%. Lo anterior demuestra que hay una compensación justa por el riesgo que asumen los inversionistas, y se cumple el objetivo básico financiero de velar por el incremento de valor del accionista. El proyecto es aceptado porque la tasa de retorno tanto del proyecto como de los inversionistas supera el costo promedio ponderado de capital (WACC).

De esta manera, el proyecto desde el punto de vista financiero es aceptado, ya que el valor presente neto es positivo y, en consecuencia, hay una generación de valor adicional del proyecto de \$963.733.426 sobre metro cúbico.

Adicionalmente, como política de pago de dividendos se establece el 70% de la utilidad neta, posterior a separar el monto correspondiente al 10% como reserva legal. De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible repartir dividendos del segundo año en adelante, como se aprecia en la figura 23.

Flujo de caja	Preoperativos	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(+) EBIT		174.644.080	240.980.569	342.542.339	510.820.172	646.652.372	846.892.534
(-) Impuestos		57.632.546	79.523.588	113.038.972	168.570.657	213.395.283	279.474.536
(=) NOPAT		117.011.534	161.456.981	229.503.367	342.249.515	433.257.090	567.417.998
(+) Depreciaciones		26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000
(=) Flujo de Caja Bruto		143.011.534	187.456.981	255.503.367	368.249.515	459.257.090	593.417.998
(+) Δ KTNO		-273.915.180	-25.812.480	-31.337.013	-38.549.345	-37.954.723	-45.641.634
(+) Recuperación del KTNO							453.210.376
(=) Flujo de Caja Operacional		-130.903.646	161.644.502	224.166.354	329.700.170	421.302.366	1.000.986.739
(-) Δ Capex	-260.000.000	0	0	0	0	0	0
(+) Recuperación Capex							78.000.000
(=) Flujo de Caja Libre	-260.000.000	-130.903.646	161.644.502	224.166.354	329.700.170	421.302.366	1.078.986.739
(-) Amortización Capital	130.000.000	18.366.233	21.572.731	25.339.040	29.762.897	34.959.099	
(-) Gastos Financieros		19.735.911	16.529.413	12.763.104	8.339.247	3.143.045	0
(+) Escudo Fiscal		6.512.851	5.454.706	4.211.824	2.751.952	1.037.205	0
Flujo de Caja de los Accionistas	-	130.000.000	-162.492.940	128.997.064	190.276.034	384.237.427	1.078.986.739
(-) Dividendos ¹		46.704.813	67.672.023	99.428.439	151.497.999	194.018.062	255.338.099
Flujo de Caja Neto	-130.000.000	-209.197.753	61.325.041	90.847.594	142.851.979	190.219.365	823.648.640
<i>Payout</i>		<i>Revisar</i>	<i>Repartir</i>	<i>Repartir</i>	<i>Repartir</i>	<i>Repartir</i>	<i>Repartir</i>

Figura 23. Flujo de caja proyectado a cinco años

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, para efectos descriptivos se anexa en la figura 24 el estado de resultados del análisis financiero proyectado en un horizonte de tiempo de 5 años (2019-2023). A su vez, en la tabla 9 se pueden observar algunos indicadores económicos relevantes.

Estado de resultados	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(+) Ventas	2.726.914.080	2.958.897.662	3.220.771.026	3.502.814.529	3.810.171.271	4.145.390.681
(-) Costo	2.166.846.000	2.321.063.410	2.468.765.979	2.570.260.842	2.729.517.644	2.852.256.855
(=) Utilidad bruta	560.068.080	637.834.252	752.005.047	932.553.687	1.080.653.627	1.293.133.826
<i>Margen bruto</i>	20,5%	21,6%	23,3%	26,6%	28,4%	31,2%
(-) Gastos administrativos	359.424.000	370.853.683	383.462.708	395.733.515	408.001.254	420.241.292
(-) Depreciaciones	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000
(=) Utilidad en operación	174.644.080	240.980.569	342.542.339	510.820.172	646.652.372	846.892.534
<i>Margen operacional</i>	6,4%	8,1%	10,6%	14,6%	17,0%	20,4%
(-) Gastos financieros	19.735.911	16.529.413	12.763.104	8.339.247	3.143.045	
(=) Utilidad neta de impuestos	154.908.169	224.451.156	329.779.235	502.480.925	643.509.328	846.892.534
(-) Impuestos	51.119.696	74.068.881	108.827.147	165.818.705	212.358.078	279.474.536
(=) Utilidad neta	103.788.473	150.382.274	220.952.087	336.662.220	431.151.249	567.417.998
<i>Margen neto</i>	3,8%	5,1%	6,9%	9,6%	11,3%	13,7%
(-) Reserva legal	10.378.847	15.038.227	22.095.209	33.666.222	43.115.125	56.741.800
(=) Utilidad a distribuir (liquida)	93.409.626	135.344.047	198.856.878	302.995.998	388.036.125	510.676.198

Figura 24. Estado de resultados calculados para el proyecto

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Indicadores económicos de inversión

Inversión inicial	
Planta de concreto	\$ 125.000.000
Mini cargador	\$ 135.000.000
Valor salvamento	10%
Total inversión inicial	\$ 260.000.000
Estructura de capital	
Deuda	0,5
Patrimonio	0,5
Estructura deuda	
Valor del crédito	\$ 130.000.000
Plazo	5 años
Tasa EA	17,5%
Tasa EM	1,4%

Fuente: elaboración propia.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al recapitular sobre los temas de indagación en los estudios tratados anteriormente se puede concluir lo que se expresa a continuación.

Dentro de los temas evaluados, en el estudio de mercado se percibe un ambiente general favorable para el desarrollo del proyecto, y la existencia de una disposición

al aprovechamiento del mismo. Esto debido a que actualmente existe un mercado que ofrece concreto premezclado y que, con base en las estimaciones de costo de los precios de venta actuales, con la implementación de este proyecto se podría ofrecer el mismo producto a un precio más bajo, lo cual ofrecería una oportunidad de participación con una buena competitividad en este mercado.

Contando con la ubicación estratégica de la Cantera de Combia, la planta tendría una ventaja en cuanto al tema de agilidad de despachos se refiere, y a la disponibilidad de materia prima más barata para la elaboración de concreto. Por otro lado, la evaluación financiera concluye que el proyecto será económicamente viable o rentable, puesto que el valor presente neto es positivo, y el proyecto genera un valor adicional de \$963.733.426; además, la TIR de los accionistas es del 62%, mientras que la del proyecto es del 36%, siendo mayor al WACC, lo cual demuestra una compensación aceptable.

En el análisis del estudio ambiental se dedujo que la fabricación de concreto premezclado presenta una serie de ventajas en cuanto a la fabricación tradicional en el sitio de la obra, pues se optimiza el uso de recursos, evitando el derroche y la mala utilización de materiales. Así mismo, con respecto a los impactos generados por la planta de concreto se pudo concluir que estos representarían un impacto ambiental moderado, en particular con la disposición de los lodos y químicos agregados a la mezcla para elaborar concreto premezclado; a esto se suma otro aspecto importante que se debe controlar, como son las emisiones de polvo y la disposición de las aguas.

No obstante, la probabilidad de generar impactos ambientales mayores es mínima, y en caso de generarse, estos serían temporales y muy localizados. Con un adecuado plan de manejo ambiental, estos impactos son mitigables y se pueden evitar, contribuyendo de esta manera al desarrollo sostenible. Por lo tanto, se concluye que el proyecto es viable desde el aspecto ambiental.

El estudio de prefactibilidad resultó positivo para el montaje de la planta de concreto premezclado en la Cantera de Combia, dado que los indicadores de rentabilidad son favorables, y existen oportunidades de participación en el mercado y de generarles valor agregado a los excedentes de material. Por tanto, se recomienda implementar el proyecto.

10. GLOSARIO

DEFINICIONES BÁSICAS

CONCRETO/HORMIGÓN: el concreto es un material compuesto, constituido por la mezcla de mortero, agregado grueso (grava) y aditivos, que es empleado en la construcción. La palabra concreto es un anglicismo⁴ que se usa habitualmente en los países de Latinoamérica, y que proviene del inglés *concrete*. El término en español es hormigón.

CONCRETO PREMEZCLADO: se llama así al concreto que se prepara en una planta dosificadora o en una planta con mezclador central, que es transportado y suministrado a la obra de construcción en camiones premezcladores, en estado fresco.

PASTA O PEGANTE: se refiere a la mezcla de cemento, agua, aire (naturalmente atrapado o intencionalmente incorporado) y aditivos. De acuerdo con las notas técnicas de la Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado (FIHP, 2007):

⁴ Préstamo lingüístico, en este caso del inglés, que termina por aceptarse y transmitirse culturalmente.

Cuando el hormigón se encuentra en estado plástico, la pasta actúa como lubricante de los agregados, comunicando fluidez a la mezcla, lo cual permite que la colocación y compactación sean adecuadas. Cuando la mezcla se encuentra en estado endurecido, la pasta de cemento al aglutinarse obtura los espacios que hay entre las partículas y reduce la permeabilidad del hormigón, evitando el desplazamiento de agua dentro de la masa endurecida. Este efecto es importante, en estructuras que estén expuestas a la acción de aguas agresivas, las cuales eventualmente pueden deteriorar la masa, haciéndole perder resistencia. Adicionalmente, la pasta fraguada y endurecida en unión de los agregados, contribuye a suministrar la resistencia mecánica característica a la compresión, lo cual depende la llamada interfase agregado pasta, o agregado matriz. (p. 1).

MORTERO: se refiere a la mezcla de la pasta y del agregado fino (arena), empleada en la nivelación de los suelos y en la construcción de mampostería, en la cual se utiliza para pegar ladrillos o para recubrir muros. En este último caso el mortero es conocido como revoque.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía de Pereira (2016). *Pereira, Capital del Eje*. Disponible en <http://www.pereira.gov.co/paginas/default.aspx>

Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) y Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama) (2001). *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Rubro Productos de Cemento y Hormigón*. Santiago: los autores.

- Asociación Nacional de Instituciones Financieras – ANIF (2018). Desempeño de la construcción 2017 y perspectivas 2018. *Reporte ANIF Sector Construcción (Rasec)*, 193. Bogotá: el autor.
- Banco de la República (2018). *Boletín Económico Regional, II trimestre de 2018 Eje Cafetero*. Disponible en http://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9391/ber_ejecafetero_tri2_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Behrens, W., y Hawranek, P. (1994). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*. Viena: Onudi.
- Botero, A., y Bedoya, J. (2014). *Factibilidad para la construcción de un edificio en un lote o vivienda unifamiliar* [tesis de Maestría]. Universidad Eafit, Medellín. Disponible en <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5136>
- Cámara de Comercio Pereira (8 de julio, 2019). Actividad constructiva en Risaralda. *Comentario económico*. Disponible en https://s3.pagegear.co/3/investigaciones/comentarios/91/comentario_economico_julio_8_de_2019.pdf
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda – Carder (2017). Resolución 1702 del 17 de septiembre de 2017. *"Por la cual se legaliza una medida preventiva, impuesta mediante acta de visita 02096 del 15 de septiembre de 2017, se resuelve una solicitud de levantamiento de una medida preventiva y se dictan otras disposiciones"* Disponible en: http://www.carder.gov.co/index.php/intradocuments/webDownload/resoluciOn_1702_del_29_de_septiembre_de_2017_32685
- Cañar, C. (2013). *Proyecto de Factibilidad para la cración de una empresa Productora, comercializadora de hormigon premezclado en la ciudad de Loja*

[tesis de grado]. Universidad Nacional de Loja, Loja. Disponible en <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/9918>

Consejo Privado de Competitividad y Universidad del Rosario (2018). *Índice Departamental de Competitividad 2018* (6ª. ed.). Bogotá: Zeta Comunicadores. Recuperado de https://compite.com.co/wp-content/uploads/2019/03/LIBRO-CPC_IDC_2018_WEB.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – Dane (2019a) (12 de abril, 2019a). *Boletín Técnico Licencias de Construcción (ELIC) febrero 2019*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/licencias/bol_lic_feb19.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – Dane (2019b). Mercado laboral por departamentos Gran Encuesta Integrada de Hogares 2018. Boletín Técnico. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ml_depto/Boletin_dep_18.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – Dane (2019c). *Empleo y desempleo. Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH)*. Recuperada el 15 de abril de 2019, de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – Dane (2019d). Estadísticas de Concreto Premezclado. Disponible en <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/estadisticas-de-concreto-premezclado>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – Dane (27 de septiembre, 2018). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC), II trimestre de 2018*. Disponible en

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_Iltrim18.pdf

Departamento de Ingeniería Aplicada (2011). *Manual técnico planta de concreto dosificadora GAGCRETE* (Conalvias S.A), Bogotá D.C 1-38.

El Universal (2019). *Las propuestas del Plan Nacional de Desarrollo para el sector de la construcción*. Recuperado el 6 de noviembre de 2019, de <https://www.eluniversal.com.co/economica/las-propuestas-del-plan-nacional-de-desarrollo-para-el-sector-de-la-construccion-KG1091149>

Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado – Fihp (2007). Definición de términos. *Notas técnicas*. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de <https://hormigonfihp.org/notas-tecnicas.html>

Gómez, M., Sandoval, L., y Ávila, J. (2016). *Estudio de pre-factibilidad para el montaje de una planta de agregados pétreos a partir de residuos sólidos para la región de Bogotá* [trabajo de Especialización]. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá. Disponible en <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/356/1/G%C3%B3mez%20Morales%2C%20Mar%C3%ADa%20Alejandra%20-%202016.pdf>

Jiménez, Ó., González, J., y González, M. (mayo, 2019). Evaluación de la Economía. Año 2018 y perspectivas para 2019. *Informe Coyuntura Económica*. Pereira: Centro de Estudios e Investigaciones Socioeconómicas de la Cámara de Comercio de Pereira. Disponible en https://s3.pagegear.co/3/investigaciones/investigaciones/30/coyuntura_economica_2019_i.pdf

Leedy, P., & Ormrod, J. (2005) *Practical Research: Planning and Design*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MinAmbiente (2015). *Resolución 631 del 17 de marzo de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.* Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Decreto 2041 12-10-2014, Bogotá 1–8. Disponible en http://quimicos.minambiente.gov.co/images/Respel/d_2041_2014_licencias.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). resolución No. 0472. Bogotá D.C. “*Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición -RCD y se dictan otras disposiciones*” Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). *Resolución 1402 de 2018. "Por la cual se adopta la metodología General de para la elaboración y preparación de estudios ambientales y se toman otras determinaciones"* Disponible en http://www.andi.com.co/Uploads/RES_1402_DE_2018.pdf

Miranda, J. (2005). *Gestión de Proyectos. Identificación - formulación - evaluación financiera - económica - social – ambiental.*

Organización de la Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – Onudi (1982). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial.* Nueva York: Naciones Unidas.

- Palacios, E., y Nope, S. (2013). *Montaje y construcción de planta de concreto premezclado* [trabajo de Especialización]. Universidad Piloto de Colombia, Bogotá. Disponible en <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001341.pdf>
- Peurifoy, R., Schexnayder, C., Schmitt, R., & Shapira, A. (2018). *Construction, Planning, Equipment, and Methods* (9ª. ed.). Nueva York: McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260108804/toc-chapter/chapter15/section/section12>
- Presidencia de la República (2015). *Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.* Disponible en <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos* (5ª. ed.). México: McGraw-Hill
- Tene, Á. (2013). *Ciclo de vida de un proyecto* [presentación de PowerPoint]. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja. Disponible en <https://es.slideshare.net/videoconferenciasutpl/gerencia-de-proyectos-24154434>
- Urrego, M. (2016). *Análisis de viabilidad de la creación de una unidad estratégica de negocio en la organización Ferkatío. S.A.S.* [tesis de Maestría]. Universidad Eafit, Medellín. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/81651414.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Cantera de Combia





Registro fotográfico. Cantera de Combia (2018).



Registro fotográfico. Cantera de Combia.



Registro fotográfico. Cantera de Combia.

Anexo 1. Planta de concreto premezclado



Anexo 2. Camión mezclador o *mixer truck*



Anexo 3. Transporte de planta de concreto



Anexo 4. Vista lateral de planta de concreto

