

**Estudio de viabilidad técnico y económico para el mejoramiento de calidad
de los bloques prefabricados de hormigón usados como aligeramiento en la losa de
entrepiso Procometal.**

Yamile Muñoz Ospina

Director

Vanessa Paola Pertuz Peralta

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

2022

Dedicatoria

2

A mi hija, porque por ella lucho cada día contra el cansancio de afrontar muchos roles y tareas simultáneas con el propósito de alcanzar nuestros sueños.

A mi padre (q.e.p.d) por enseñarme el amor por las estructuras y por su producto, la losa Procometal.

Agradecimientos

A las personas que me enseñan cosas buenas en el día a día para hacer una búsqueda eficiente de nuestros propósitos.

La motivación de desarrollar este proyecto nace del amor sembrado por las estructuras sembrado durante toda la niñez y adolescencia por el padre de la autora y creador de la losa Procometal. El presente proyecto pretende mejorar la calidad de la losa de entrepiso Procometal que ha funcionado 35 años en el departamento del Meta gracias a su creador Cristóbal Muñoz Ortiz, teniendo esta una gran acogida entre los constructores de edificaciones de 2 a 5 pisos, ofreciendo ventajas como rapidez de montaje, menor cantidad de concreto requerido para su vaciado, alta rigidez transversal y por tanto alta resistencia por metro cuadrado en comparación con las demás existentes en el mercado, superficie inferior plana que oculta las vigas, posibilidad de instalación de ductos de aguas negras y eléctricos dentro de la losa, es termo-acústica y no requiere de formaleta o cimbra para su proceso de montaje, siendo estas cualidades sus fortalezas, pero presentando algunas debilidades tales como alto peso por metro cuadrado, fragilidad de los bloques ante su manipulación y necesidad de aplicación de pañete en su cara inferior debido a un acabado muy rugoso. Aprovechando el avance tecnológico en la preparación de concretos a nivel mundial, se requiere encontrar aditivos para el concreto del bloque de la losa, que le permitan disminuir significativamente su peso, aumentar su resistencia a la rotura y disminuir la rugosidad de su superficie inferior, como mejoras en la calidad del producto ofrecido, realizando un estudio de viabilidad técnico y económico de las alternativas halladas, mediante el análisis de la relación costo/beneficio. Para estructurar el estudio de viabilidad se siguió la metodología recomendada por (Camara Oviedo, 2020), quien recomienda realizar primero la investigación técnica, determinar los recursos e infraestructura, la maquinaria y las tecnologías, las materias primas, los procesos industriales, los controles de calidad, los recursos humanos requeridos, la viabilidad medioambiental, el estudio de mercado y finalmente llegar a la realización del estudio financiero.

Como resultado de esta investigación se encontró que la mayor eficiencia conjunta de calidad entre plastificante e incorporador de aire se obtuvo con los productos de Master Builder Solution (Master Polyheed 853 y Master Air 920) con un valor de 19,335%. Finalmente pudo determinarse que el proyecto es viable de ser ejecutado con ventas mensuales a partir de los 203 m² de losa de entepiso vendida, además de poder aspirar a ser altamente competitiva en el mercado, gracias a los precios proyectados de venta y a la comparación de estos con los de otras empresas que ofrecen productos similares como Metaldeck y Placa Fácil.

Palabras clave: Viabilidad técnica y económica, entepiso, prefabricados, aditivos.

The motivation to develop this project comes from the love for the structures sown throughout childhood and adolescence by the author's father and creator of the Procometal slab. This project aims to improve the quality of the Procometal mezzanine slab that has been in use for 35 years in the department of Meta thanks to its creator Cristóbal Muñoz Ortiz, which has been very well received by builders of 2 to 5 story buildings, offering advantages such as speed of assembly, less amount of concrete required for pouring, high transverse rigidity and therefore high resistance per square meter compared to other existing slabs in the market, It is thermo-acoustic and does not require formwork or falsework for its assembly process. These qualities are its strengths, but it has some weaknesses such as high weight per square meter, fragility of the blocks when handled and the need to apply plaster on its lower face due to a very rough finish. Taking advantage of the technological advance in the preparation of concrete worldwide, it is required to find additives for the concrete slab block, which allow it to significantly reduce its weight, increase its resistance to breakage and reduce the roughness of its lower surface, as improvements in the quality of the product offered, carrying out a technical and economic feasibility study of the alternatives found, through the analysis of the cost/benefit ratio. To structure the feasibility study, the methodology recommended by (Camara Oviedo, 2020) was followed, who recommends first conducting the technical research, determining the resources and infrastructure, machinery and technologies, raw materials, industrial processes, quality controls, human resources required, environmental feasibility, market study and finally arriving at the financial study. As a result of this research it was found that the highest joint quality efficiency between plasticizer and air incorporator was obtained with Master Builder Solution products (Master Polyheed 853 and Master Air 920) with a value of 19.335%. Finally, it was

determined that the project is feasible to be executed with monthly sales starting at 203 m2 of slabs sold, in addition to being able to aspire to be highly competitive in the market, thanks to the projected sales prices and the comparison of these with those of other companies that offer similar products such as Metaldeck and Placa Facil,

Keywords: Technical and economic feasibility, mezzanine, prefabricated products, additives.

Tabla de Contenido

8

Introducción	16
Definición del problema	17
Justificación del problema	19
Objetivos	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos.....	21
Alcance del proyecto.....	22
Resumen de contenido	23
Marco de Referencia	24
Marco Conceptual.....	24
Marco Teórico.....	25
Antecedentes	25
Conceptos generales sobre viabilidad económica y técnica de un proyecto	41
Conceptos a tener en cuenta sobre hormigón y losas de entrepiso	44
Marco legal	52
Desarrollo metodológico.....	54
Resultados y discusión.....	59
Investigación técnica para mejoramiento de la calidad del producto	60
Aditivos Plastificantes	60
Aditivos incorporadores de aire	64
Identificación de aditivos para aumentar la resistencia del concreto, mejorar el acabado de los bloques y para reducir el peso del concreto	68

Análisis de fichas técnicas y preselección de aditivos.....	69	9
Diseños de mezclas de concreto para los aditivos preseleccionados	70	
Diseños de mezcla con cada casa productora	72	
Recursos e infraestructura disponibles.....	73	
Maquinaria y Tecnologías.....	75	
Materias primas.....	77	
Procesos industriales	79	
Controles de calidad.....	80	
Recursos humanos	81	
Formación requerida, capacitación, aptitudes y experiencia necesaria para el proyecto.....	82	
Viabilidad legal y medioambiental	83	
Normativa relacionada con el Proyecto	83	
Normativa laboral	83	
Derecho mercantil.....	84	
Contabilidad.....	84	
Normativa medioambiental.....	85	
Estudio de mercado.....	86	
Propuesta de valor ofrecida, descripción del producto o servicio	86	
Producto ofrecido respecto a la necesidad real del mercado	89	
Público interesado en comprar el producto ofrecido	91	
Capacidad adquisitiva de los clientes potenciales a los que se dirige el Proyecto ...	92	
Competencia en el sector actual y futuro	93	

Análisis de la tendencia de la industria.....	97	10
Estudio financiero	97	97
Capacidad económica para poner en marcha y mantener en funcionamiento el		
Proyecto	97	97
Inversión inicial requerida	98	98
Identificación de costos.....	98	98
Relación calidad – precio.....	102	102
Cálculo de beneficios esperados	115	115
Cálculo de Indicadores financieros de recuperación de la inversión inicial VPN, TIR		
y Relación Beneficio/Costo	119	119
Conclusiones	148	148
Referencias.....	150	150
Apéndices.....	159	159
Apéndice B.....	171	171
Resultados de fallado de cilindros por el laboratorio Ingequality.	171	171
Apéndice C.....	173	173
Registro fotográfico del proceso de toma de muestras de concreto y su fallado	173	173

Lista de Tablas

11

<i>Tabla 1 Volumen de concreto premezclado producido en Colombia. Consolidado histórico</i>	35
<i>Tabla 2 Relación de aditivos preseleccionados.....</i>	68
<i>Tabla 3 Diseños de mezcla con aditivos de cada casa productora en Colombia con dosificaciones:.....</i>	72
<i>Tabla 4 Densidades y dosificaciones de cada producto:.....</i>	99
<i>Tabla 5 Obtención de cotizaciones de aditivos:</i>	100
<i>Tabla 6 Valor unitario de cada mezcla</i>	101
<i>Tabla 7 Diseño de muestras de concreto:.....</i>	103
<i>Tabla 8 Consolidación de resultados obtenidos en la investigación</i>	104
<i>Tabla 9. Análisis de resistencia con cada aditivo</i>	1045
<i>Tabla 10 Cálculo de la eficiencia resistencia / precio según la dosis.....</i>	108
<i>Tabla 11 Análisis de disminución de peso con cada aditivo</i>	110
<i>Tabla 12. Suma de eficiencias entre aditivos de la misma casa productora.....</i>	113
<i>Tabla 13. Cálculo del valor del metro cúbico del concreto con aditivos seleccionados</i>	1155
<i>Tabla 14. Relación de elementos por área de losa de entrepiso</i>	117
<i>Tabla 15. Subtotal proyectado de venta de la losa para Margen cero de beneficio</i>	117
<i>Tabla 16 Cálculo del valor /m2 de las losas de entrepiso de la competencia directa de Procometal.....</i>	118

Lista de Figuras

12

<i>Figura 1</i>	<i>Volumen de concreto premezclado producido en Colombia. Consolidado histórico...</i>	36
<i>Figura 2</i>	<i>Análisis del uso de tecnologías del concreto en las losas de entrepiso en los últimos 10 años.....</i>	37
<i>Figura 3</i>	<i>Esquema del flujo de caja en matemática financiera moderna</i>	42
<i>Figura 4</i>	<i>Esquema del flujo de caja en matemática financiera moderna</i>	43
<i>Figura 5</i>	<i>Estructuración del capítulo de resultados.....</i>	56
<i>Figura 6</i>	<i>Diseño de mezcla de control</i>	71
<i>Figura 7</i>	<i>Patio de disposición de agregados pétreos para preparación de concreto.....</i>	73
<i>Figura 8</i>	<i>Rieles en lámina metálica para fundir viguetas prefabricadas al armar la celosía de las mismas.....</i>	73
<i>Figura 9</i>	<i>Patio de almacenamiento de bloques de la losa de entrepiso.....</i>	74
<i>Figura 10</i>	<i>Localización de la planta actual de Procometal.....</i>	75
<i>Figura 11</i>	<i>Llenado de la formaleta para realizar bloque</i>	76
<i>Figura 12</i>	<i>Apisonado manual de la mezcla en la formaleta de bloque</i>	76
<i>Figura 13</i>	<i>Granulometría de agregados</i>	77
<i>Figura 14</i>	<i>Características de los agregados</i>	78
<i>Figura 15</i>	<i>Apariencia final de los bloques y las viguetas terminados de fabricar y forma de montaje en obra.</i>	80
<i>Figura 16</i>	<i>Proceso de toma de muestras de concreto</i>	81
<i>Figura 17</i>	<i>Organigrama actual de la empresa.....</i>	82
<i>Figura 18</i>	<i>Montaje de bloques y viguetas de la losa Procometal</i>	86
<i>Figura 19</i>	<i>Necesidad de transitar sobre la losa de entrepiso durante el proceso de montaje....</i>	87

Figura 20. <i>Acabado inferior sin vigas a la vista.....</i>	87	13
Figura 21 <i>Vista de inferior de losa de entrepiso para grandes luces, con gran rigidez transversal y sin vigas a la vista</i>	88	
Figura 22 <i>Acabado inferior de la losa de casetón de madera.....</i>	90	
Figura 23 <i>Vigas requeridas para el montaje de losas como Placafácil o Metaldeck</i>	91	
Figura 24 <i>Acabado inferior de losa Metaldeck.....</i>	94	
Figura 25 <i>Pantallazo de software Arquimet para su cálculo.....</i>	94	
Figura 26 <i>Vista de acabado inferior de losa Placa Fácil.....</i>	96	
Figura 27 <i>Instalación de bloques de icopor en losa de casetón</i>	97	
Figura 28 <i>Variación de la resistencia según la dosis de plastificante Toxement.....</i>	105	
Figura 29 <i>Variación de la resistencia según la dosis de plastificante Master Builder Solutions</i>	106	
Figura 30 <i>Variación resistencia según dosis plastificante Cemex</i>	1077	
Figura 31 <i>Análisis de eficiencia / precio por dosis.....</i>	109	
Figura 32 <i>Resultados de disminución de peso con los tres aditivos usados.....</i>	111	
Figura 33 <i>Eficiencia reducción de peso/ precio</i>	112	
Figura 34 <i>Análisis de eficiencia conjunta entre aditivos de la misma casa productora</i>	113	
Figura 35 <i>Escenario 1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2</i>	12020	
Figura 36. <i>Escenario 1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2</i>	121	
Figura 37. <i>Escenario 2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1</i>	122	
Figura 38. <i>Escenario 2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2</i>	123	
Figura 39. <i>Escenario 2-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1</i>	124	
Figura 40. <i>Escenario 2-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2</i>	125	

Figura 41 Escenario 2-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1	126
Figura 42 Escenario 2-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2	127
Figura 43. Escenario 3, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1	128
Figura 44. Escenario 3, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2	129
Figura 45 Escenario 3-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1	130
Figura 46. Escenario 3-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2	131
Figura 47. Escenario 3-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1	132
Figura 48. Escenario 3-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2	133
Figura 49 Escenario 4, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1	134
Figura 50 Escenario 4, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2	135
Figura 51 Escenario 4-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1	136
Figura 52 Escenario 4-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2	137
Figura 53 Escenario 4-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1	138
Figura 54 Escenario 4-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2	139
Figura 55 Resumen de resultados de los escenarios financieros analizados	140
Figura 56 Comparación de resultados para escenarios 2, 2-1 y 2-2	141
Figura 57 Comparación de resultados de escenarios 3, 3-1 y 3-2	142
Figura 58 Comparación de resultados de escenarios 4, 4-1 y 4-2	143

Lista de Apéndices

15

Apéndice A	<i>Diseño de mezcla realizado por el laboratorio Ingequality.....</i>	52
Apéndice B	Resultados de fallado de cilindros por el laboratorio Ingequality.....	170
Apéndice C	Registro fotográfico del proceso de toma de muestras de concreto y su fallado..	172

Introducción

El presente proyecto pretende hacer investigación de aditivos que mejoren la calidad de los bloques prefabricados de la losa e entrepiso Procometal en cuanto a su resistencia, acabado menos rugoso y disminución de peso, para generarle a la empresa un estudio de viabilidad técnico y económico de las opciones halladas, mediante investigación a nivel de ensayos de laboratorio para determinar las proporciones de aditivos más adecuadas en las mezclas desde los puntos de vista de interés del presente documento, usando como punto de partida una mezcla patrón y unos datos medidos de los bloques actuales, ayudando así a la empresa Procometal a superar sus dificultades y posicionarse en los primeros puestos del mercado nacional de losas de entrepiso, utilizando durante todo el proyecto los conocimientos aprendidos en la maestría Gerencia de Proyectos.

El capítulo 1 corresponde al marco de referencia, compuesto por un marco conceptual un marco teórico y un marco legal. El capítulo 2 corresponde al desarrollo metodológico del proyecto. El capítulo 3 expone los resultados obtenidos, los cuales se componen de la investigación técnica, la determinación de los recursos e infraestructura, la maquinaria y las tecnologías, las materias primas, los procesos industriales, los controles de calidad, los recursos humanos requeridos, la viabilidad medioambiental, el estudio de mercado y el estudio financiero. El capítulo 4 da a conocer las conclusiones.

Definición del problema

La losa de entrepiso Procometal debe mejorar la resistencia de los bloques, para que durante su transporte y manipulación en obra no se rompan tantos elementos (de cada 100 bloques realizados, se pierden 15 de ellos, contando desde su fabricación hasta su manipulación final), causando desperdicio innecesario de los bloques y durante su montaje causando graves riesgos en la seguridad de los trabajadores, ya que al pisar un bloque, ellos pueden caer al vacío y lesionarse o perder su vida dependiendo de la altura a la que se encuentren; contándose con un reporte de 1 incidente leve promedio mensual y de 2 accidentes graves (trabajadores que han caído por causa directa de la fragilidad de los bloques, quedando parapléjicos) durante los 35 años de montajes de losas de entrepiso Procometal. Adicionalmente es necesario disminuir el peso de los bloques para que la losa de entrepiso disminuya el peso total de la edificación y esta pueda ser eficiente para luces mayores y a su vez tenga un comportamiento sísmico más seguro, ya que al disminuir el peso, disminuye también la aceleración sísmica, dado que la fuerza sísmica, desde el punto de vista del cálculo matemático es el resultado de multiplicar la masa por la aceleración sísmica y adicionalmente, el movimiento del sismo no daña las construcciones por impacto, lo que sucede es que este se afecta por la fuerza de la inercia generada por la vibración de la masa de la edificación. (Seismous Engineering and Research, 2018).

La tercera característica que debe ser mejorada en los bloques, es el acabado de la cara inferior, la cual queda expuesta a la vista de todos y se pretende disminuirle su rugosidad para que estos elementos puedan ser simplemente pintados sin requerir de aplicación de pañete. Sin embargo, todas estas características buscadas, no pueden desmejorar el excelente comportamiento que tiene actualmente la losa hacia el fuego, por lo cual cada aditivo examinado

debe ser evaluado en esta condición y claro está lo más importante es el análisis de la relación costo beneficio que avalará o no las opciones técnicamente halladas.

La pregunta orientadora del proyecto puede expresarse como: ¿Cuál es la factibilidad técnica y económica del uso de aditivos de concreto para el mejoramiento de la calidad que se implementará en los bloques de la losa Procometal?.

Justificación del problema

Este proyecto busca realizar un estudio de viabilidad técnico y económico para aumentar la calidad del bloque de la losa de entrepiso prefabricada Procometal, mediante el uso de aditivos en el concreto, para superar inconvenientes que tiene el producto, tales como: alto peso por metro cuadrado, obligatoriedad de aplicación de pañete por debajo de la superficie con acabado rugoso de la losa de entrepiso (o en su defecto, instalar cielorraso), unidades de bloque frágiles para la manipulación durante el transporte de la planta de producción al sitio de obra.

La fragilidad de los bloques también afecta durante los subprocesos que conforman el montaje de la losa de entrepiso como lo son: colocación de los bloques sobre las viguetas, instalación de ductos de electricidad y sanitarios, que quedarán embebidos en la losa, instalación de los aceros que conformarán las vigas de carga embebidas en la losa y finalmente durante el vaciado del recubrimiento de concreto sobre los elementos prefabricados (bloques y viguetas) que conforman la losa de entrepiso.

Es necesario aumentar la resistencia de los bloques para disminuir el riesgo de accidentalidad de los operarios durante el proceso de montaje, ya que si estos pisan por error uno de estos bloques, cuando los están instalando en las viguetas, pueden caer al vacío, ocasionándoles lesiones de gravedad variable dependiendo de la altura a la cual se encuentren en el momento; así mismo es un gran inconveniente que les falte resistencia a los bloques para su manipulación, porque si durante el vaciado se rompe uno o varios de ellos, el concreto se escapa por dicho punto, aumentando el volumen de material requerido y por lo tanto el costo final de instalación.

Finalmente, aunque económicamente, por metro cuadrado, es más viable aplicarle un pañete a la losa de entrepiso (por apariencia de su acabado final) que instalarle un cielorraso, la

losa tipo Procometal tendría una ventaja más marcada frente a las demás opciones, si su acabado final en el bloque, no requiriera de pañete, al ser menos rugosa su superficie para aplicarle pintura.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la viabilidad técnica y económica de aditivos que permitan el aumento de la calidad del concreto de los bloques de la losa de entrepiso prefabricada y aligerada de la empresa Procometal.

Objetivos Específicos

Identificar aditivos reductores de peso del concreto (aligerantes), potenciadores de la resistencia del concreto y favorables para el acabado de los bloques.

Realizar evaluación y análisis de las fichas técnicas de los aditivos preseleccionados para el diseño de las mezclas de concreto en los bloques.

Realizar un estudio económico de producción de los bloques prefabricados de la losa de entrepiso Procometal, con los diseños de mezcla resultantes de la aplicación de los aditivos seleccionados en la presente investigación.

Analizar la relación costo / beneficio del uso del diseño de mezcla con los aditivos seleccionados, para evaluar su viabilidad económica.

Alcance del proyecto

El presente proyecto tiene el alcance de un estudio de viabilidad técnico y económico en el cuál se realiza una labor investigativa de los aditivos que podrían ser aptos para mejorar la calidad de los bloques de hormigón de la losa de entrepiso Procometal en cuanto a aumento de su Resistencia, disminución de peso y rugosidad de su superficie, dejando para un siguiente proyecto la aplicación de ensayos de laboratorio a los bloques de la losa de entrepiso elaborados con cada una de las mezclas mejoradas con los aditivos propuestos en esta fase.

Resumen de contenido

Este documento está construido en cuatro capítulos. El primer capítulo está enfocado a desarrollar el marco teórico, conceptual y legal. El segundo capítulo está destinado al desarrollo metodológico. El tercer capítulo contiene los resultados de la investigación realizada y su discusión. El Cuarto capítulo corresponde a las conclusiones del proyecto.

Marco de Referencia

En el presente capítulo se hace un resumen de los principales conceptos de Gerencia de Proyectos que se aplicarán en este proyecto, haciendo claridad previamente al desarrollo de los mismos en el desarrollo metodológico.

Marco Conceptual

La viabilidad técnica y económica de un proyecto son dos muy importantes aspectos a tener en cuenta para la viabilidad de un proyecto, siendo útiles para dar valor al retorno de la inversión realizada; en estos dos aspectos se lleva a cabo un análisis técnico de las propuestas de solución al problema, teniendo en cuenta los requisitos del proyecto. Aquellas propuestas que cumplan con las condiciones técnicas, es decir que solucionen el problema y cumplan los requisitos impuestos por el proyecto, son sometidas a evaluación económica, eligiendo la que claramente arroje mayores valores de retorno de la inversión inicial realizada. (Camara Oviedo, 2020).

Un entrepiso es una plataforma compuesta de varios materiales que aporta la resistencia, rigidez y flexibilidad necesarias para soportar la construcción vertical (muros) y el tránsito de personas en ella, así como todos los equipos y mobiliario dispuestos sobre ellas para la actividad a la cual sea destinada la construcción. (Aceroform, 2020).

Los prefabricados son elementos que pueden ensamblarse entre si, luego de ser moldeados y fabricados para tal fin, economizando tiempo de construcción. (Construmática, Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción, 2021)

Los aditivos para el concreto son ingredientes además del agua, los agregados, el cemento hidráulico y los fillers como fibras de refuerzo, las cuales sirven para modificar las propiedades del concreto o mortero en estado fresco o endurecido de acuerdo con los requisitos exigidos. (Silva, 2022).

Marco Teórico

El presente marco teórico incluye los antecedentes o estado de arte al respecto de las losas de entrepiso y los aditivos y prosigue con la conceptualización teórica relacionada con la viabilidad económica de los proyectos y las losas de entrepiso.

Antecedentes

Como soporte documental previo para la búsqueda de aditivos que mejoren la calidad de la losa Procometal, se llevó a cabo una investigación sobre el “Estado del arte sobre la influencia de las nuevas tecnologías de producción de concreto para el mejoramiento de las características que intervienen en el desempeño físico-mecánico de las losas de entrepiso en los últimos 10 años” encontrando que la gran mayoría de investigaciones se enfocan en realizar comparaciones entre las losas de entrepiso o incorporar materiales extraños, fillers (rellenos heterogéneos a la matriz del concreto), en la búsqueda por mejorar las propiedades deseadas de las losas de entrepiso como lo son su bajo peso, alta resistencia, buena presentación, facilidad y rapidez de montaje y bajo costo; sin embargo, no se ha encontrado una investigación que realice la mirada “interna” hacia la misma tecnología ya disponible del concreto y la incorpore a estos elementos tan importantes para la construcción de viviendas y edificaciones en general, representados mayoritariamente por aditivos, pero aplicándolos en la optimización de las losas de entrepiso, así como para su producción y consumo masivo, es decir, haciéndolo económicamente viable y disponible para todos.

La investigación “Estado del arte sobre la influencia de las nuevas tecnologías de producción de concreto para el mejoramiento de las características que intervienen en el desempeño físico-mecánico de las losas de entrepiso en los últimos 10 años”, se dividió en tres partes, una sobre las losas de entrepiso más usadas internacionalmente, otro sobre las nuevas

tecnologías del concreto y finalmente el consumo de dichas tecnologías del concreto en Colombia, en el periodo considerado de la investigación, como se muestra a continuación.

Resultados de la investigación en cuanto a las losas de entrepiso más utilizadas internacionalmente:

En el foro internacional de la construcción, del año 2016, se presenta el grupo empresarial Bubbledeck, con su sistema de losas aligeradas (losas bidireccionales con vacíos no convencionales), trabajadas en países europeos como Holanda, Reino Unido desde 1999 y más recientemente en América, en Brasil. Este sistema consiste en incorporar esferas plásticas (de resina de polipropileno), en losas de concreto; las esferas tienen diámetros entre los 18 cm y los 36 cm para espesores de losas entre los 23 cm y los 45 cm, logrando luces máximas de 17 m. Ofrecen su losa en dos tipologías, una, el módulo reforzado, que equivale a un "sánduche" de las esferas entre dos capas de refuerzo, inferior y superior, ganchos de anclaje y refuerzo de cizallamiento para formar el alma de los nervios, el cual se instala y se funde monolítico; otra tipología es el módulo pre-losa, el cual lleva ya fundida la losa inferior, a la cual se le adhieren las esferas plásticas y sobre ellas el refuerzo superior y de cizallamiento, para luego ser fundida la torta superior, rellenando también los nervios bidireccionales. En este sistema, 1 kg de plástico sustituye hasta 100 kg de concreto, traduciéndose a una reducción del 30 al 35% del peso total de la losa. El sistema logra esta eficiencia, sacrificando otras variables importantes en la edificación, como lo son la restricción de desplazamientos transversales de las losas, la resistencia a la ruptura (punzonamiento) en la unión losa - columna (por grandes momentos negativos). (Institución universitaria, Colegio Mayor de Antioquia., 2016)

El EPS (Poliestireno expandido) es otro material que se está empleando con éxito para aligerar, ya que casi el 98% de su composición es aire. Antes de ser expandido el EPS tiene una

densidad de 765 kg/m³ y luego, alcanza densidades en un rango de 10 a 40 kg/m³.

Otras propiedades atractivas de este material son su resistencia al corte o cizallamiento, la cual varía entre 65 a 250 kPa, su rango elástico lineal hasta deformaciones del 10% y comportamiento lineal hasta deformaciones del 30%, su módulo de elasticidad está en un rango entre 1.0 y 11.0 MPa y el módulo de Poisson entre 0.08 - 0.17 Mpa. Adicionalmente, el EPS tiene unos coeficientes muy bajos de conductividad térmica (en función de su densidad) y un porcentaje mínimo de absorción de agua (entre el 1 y 3%). Su gran debilidad es su comportamiento frente al fuego, siendo inflamable y combustible. Este material comienza a ablandarse y luego a contraerse con temperaturas cercanas a los 100°C y luego se funde. De igual forma, el EPS también se muestra inestable (se funde) ante el contacto con ciertos químicos como el aceite de diésel, los ácidos concentrados, carburantes y disolventes orgánicos. (Avecillas Ríos, 2016).

En la investigación realizada por Avecillas Ríos, Diana Raquel en su tesis de grado para optar al título de ingeniería civil, en la Universidad de Cuenca, Ecuador, ella obtuvo resultados comparativos para 4 tipos de losas aligeradas, usando diferentes aligeramientos (bloque de EPS, Cerámica, Mortero, bloque Flexa), para lo cual concluyó que según las normas ecuatorianas, el único caso que le cumplió la deformación máxima permitida de $l/480$ (estudiando luces de 4,20m. y espesores de 25 cm de losa de entrepiso) fue el aligeramiento con EPS . Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para este análisis no influye mayoritariamente el aligeramiento, (aunque también es importante ya que reduce el peso propio); a cambio, ha de calcularse adecuadamente el refuerzo a flexión de los nervios y vigas en cada caso de losa, precisamente para cumplir los parámetros de deformación máxima permitida según las normas de cada país. (Avecillas Ríos, 2016).

La empresa argentina Poltech ofrece al público la opción de usar sus casetones retirables o perdidos en EPS (poliestireno expandido), como aligeramiento de la losa y por su facilidad de ajustar fácilmente la modulación de los casetones a los requerimientos de la estructura a ejecutar, con el fin de lograr mayores luces con las sobrecargas requeridas, aumentando por tanto también la eficiencia de la construcción. El bloque de poliestireno trabaja reemplazando al ladrillo cerámico presente en otros tipos de losas, solo que durante el armado no pueden pisar dichos elementos, sino transitar sobre tablas apoyadas en los nervios. Adicionalmente el bloque de poliestireno, le brinda también la propiedad como aislante térmico y acústico. (Adminpol, 2017).

Existen trabajos de grado para optar al título de ingeniero civil en la Universidad Católica de Colombia, que realizan análisis comparativos de losas de entrepiso y revisión del avance tecnológico de las mismas, en relación con el avance tecnológico del concreto. En ellos, se comenta que precisamente CAMACOL en el año 2016, en la feria de la construcción realizada ese año en Medellín, hizo un llamado a las empresas constructoras del país a invertir más en innovación y tecnología, además, recalca también que siendo la construcción un sector tan importante de la economía colombiana, no ha tenido avances notorios en su desarrollo tecnológico. El autor resalta las ventajas que tienen los elementos prefabricados para las losas de entrepiso en otros países, en los cuales se tienen instituciones dedicadas a la investigación, desarrollo y difusión de los prefabricados de concreto, mientras que en Colombia, la institución equivalente, encargada de promover y actualizar nuevas tecnologías del concreto en el país es ASOCRETO (Asociación Colombiana de Productores de Concreto); el autor recalca también que las losas vaciadas en obra han tenido muy pocos cambios desde hace 60 años, siendo notoria solamente la propiedad de dejarse bombear, la máquina para tal fin y avances en mejores

formaletas. Existen varias empresas prefabricadoras, sin embargo, se han enfocado principalmente a la producción de tuberías, adoquines, bordillos y algunas de ellas, en menor proporción a fabricar losas de entrepiso, aunque tales elementos no han tenido mucha acogida aún para ser producidos a gran escala, en parte, debido a sus altos costos o a su calidad. (Sanabria Riaño, 2017).

Luego de realizarse comparación de 4 sistemas de losas de entrepiso usadas en El Salvador (maciza o densa, bidireccional, pretensada de bovedillas y compuesta o Metaldeck), en una tesis para optar al título de ingeniero civil de la Universidad de El Salvador, concluyen que cuanto mayor sea el peso del entrepiso, mayor será el refuerzo y dimensiones requeridas de los apoyos (columnas y cimientos), además realiza análisis comparativos en precios, cantidad de acero necesario en cada caso, encofrado y apuntalamientos, rendimiento y tiempo de instalación, precio por metro cuadrado, brindando al lector una guía para elegir la opción más adecuada en cada caso; sin embargo, la recomendación que realiza es innovar y propiciar el uso de nuevos sistemas de entrepiso. Para el caso de los entrepisos prefabricados, el presenta el de la empresa Copresa, que fabrica losa de bovedillas de 3 celdas y viguetas en 6 alturas distintas, variando de espesor de losa total de 15 cm hasta los 40 cm. con luces máximas de 8m. (Casco Guardado & Majano Sandoval, 2019). Para tales elementos, no se observan tecnologías especiales del concreto en su fabricación.

Los fabricantes europeos de EPS, estudiando el comportamiento de este material ante el fuego, cuando se usa en las losas de hormigón, señalan que en ellas no se alcanza a generar combustión de este material, pues le falta suministro suficiente de oxígeno, pero con el aumento de la temperatura y alcanzar su punto de fundición, emana gases como el dióxido de carbono o

según la temperatura, monóxido de carbono, aunque en cantidades bajas si se compara con otros materiales como las maderas. (European Manufacturers of EPS, 2020).

Se hallaron resultados de investigaciones en cuanto a nuevas tecnologías en el concreto como la de: "Presente y futuro de la tecnología del concreto, la experiencia del IDEC" destaca una gran tendencia a la utilización de adiciones puzolánicas y aditivos superplastificantes, por separado y combinados, para mejorar considerablemente algunas de las principales propiedades del concreto. También se destaca el uso de la nanotecnología, la cual se aplica en la elaboración de concreto, con la incorporación de nanopartículas, que a veces mejoran algunas propiedades del concreto y a veces aportan funciones novedosas al material, como reducir la contaminación del aire, aportar al concreto la capacidad de autolimpiarse y autorrepararse sellando las grietas. En el caso de los superplastificantes, los cuales reducen considerablemente la cantidad de agua de amasado y por tanto la relación agua / cemento y según la ley de Abrams, la resistencia a la compresión es inversamente proporcional a este valor, por lo tanto, estos aditivos incrementan la resistencia a la compresión. En cuanto a la adición de sustancias de tipo puzolánicas, estas reaccionan con la cal que se origina durante las reacciones de hidratación del cemento, formando compuestos cementantes que aportan resistencias adicionales al material y en combinación de superplastificantes, forman los concretos de alta resistencia, concretos de alto desempeño y concreto autocompactante, gracias a los cuales fue posible construir las Torres Petronas en Kuala Lumpur, Malasia, de 452 m. y las columnas de la torre El Burj Khalifa en Dubai, cuya resistencia es de 970 kg/cm². La nanotecnología que avanza para el concreto se aplica por ejemplo en la inclusión de nanotubos de carbono, los cuales, si se comparan en un mismo grosor de 0,56 mm. con un cable de del mismo diámetro, este soportaría 102 kg. mientras que el cable de nanotubos lograría soportar 15.3 toneladas y al instalarlos en el concreto, se reduce la

fisuración, se aumenta la resistencia a compresión en un 7.3% y a tracción en unos increíbles 39.1 %. (Águila Arboláez, 2017).

La empresa Concreplus, clasifica en 4 los enfoques que a nivel mundial tiene la tendencia de la tecnología del concreto. La sustentabilidad, corresponde a la capacidad de reutilizar recursos o usar menos, con el fin de no comprometer a las generaciones futuras o de no sobrepasar lo que el mismo planeta puede generar en el mismo rango de tiempo, conduciendo entonces a la producción de concretos con desechos y materiales reciclados para disminuir la basura generada y la cantidad de materia prima a usar. La durabilidad, la cual influye en buscar construcciones que resistan los estragos de la naturaleza, que duren más tiempo sin requerir mantenimiento; la permeabilidad, o impermeabilidad según se requiera y la adaptación a casos específicos, la cual, es la tendencia de innovación más importante, debido a la gran variedad de requisitos y condiciones que pueden necesitarse. (Concreplus, 2019).

La primera planta de concreto en el mundo fue creada en Inglaterra en 1872, en 1903 en Alemania, en 1913 en Estados Unidos y en 1950 en Colombia. El concreto premezclado brinda muchas ventajas, siendo la principal, que garantiza la resistencia para la cual fue diseñado y luego solicitado a la planta; a cambio, el concreto preparado en sitio, frecuentemente presenta dificultades, como segregación de materiales, agrietamientos y variaciones en la resistencia, así como mayores desperdicios. Para el caso de la empresa PSI, provee de más de 10 tipos de concreto, según el elemento que se requiera vaciar: concreto, normal, estructural, para bombeo, lanzado, fluido, plástico, módulo de ruptura, alta resistencia, autocompactante, para pavimentos, industriales. Así mismo, ofrece 2 tipos de bombas para instalar el concreto premezclado: la estacionaria y la pluma, las cuales facilitan poder elevar o disponer el material hasta 30 m en promedio. De igual forma, pueden ser solicitados a la planta, aditivos como

acelerantes, fluidizantes, impermeabilizantes, inclusores de aire y fibras de refuerzo del concreto. (Proyectos y Servicios a la Industria y Construcción S.A de C.V., 2020).

La revista hormigón al día, de Chile, en su artículo " Aditivos para hormigón, una historia de éxito", hace unos muy valiosos aportes sobre el avance de la tecnología del concreto con los aditivos del mismo. Explica que las dosis de estos productos, varían entre el 0.05% y el 5% de la masa ligante o cemento. El empleo de aditivos es igual de antiguo que el cemento u otros aglomerantes hidráulicos. remontándose al imperio Romano, en donde le añadían clara de huevo, sangre, manteca o leche a concretos o morteros para hacerlos más manejables. Actualmente en muchos países, casi todos los cementos llevan algún tipo de aditivo químico. Los lignosulfatos, surgen como residuo industrial en la producción de pulpa de celulosa y son los primeros usados para reducir agua al concreto o plastificarlos hacia 1960; por tener ese origen, incorporaban altos contenidos de azúcar al concreto, retardando su fraguado e incorporándole aire involuntariamente; por tal motivo, actualmente estos aditivos, son sometidos a una purificación para extraerles esos azúcares por ultrafiltración, tratamiento térmico con ph controlado y a veces también por fermentación. El lignosulfato logra cumplir su función plastificante, gracias a la propiedad molecular en su cadena polimérica de repulsión electrostática. Los reductores de agua (plastificantes y superplastificantes) logran reducir contenido de agua entre el 5 y el 18% según la consistencia requerida de la mezcla. Hacia 1964, Japón y Alemania, lograron reducir hasta el 40% de contenido de agua, usando aditivos a base de Naftaleno sulfonato formaldehído condensado (NSFC), los cuales siguen aún utilizándose, al igual que la Melamina (MSFC), alcanzando relaciones de agua / cemento de 0.40 con gran aceptación de la industria. A finales de la década de los años ochenta, Japón obtuvo otra familia de superplastificantes a base de poliéteres de policarboxilatopoliéteres (PCE), Estos últimos son más eficientes que los basados

en naftaleno sulfonato y que los lignosulfonatos. Pero, ¿cómo funcionan los policarboxilatos como aditivos plastificantes del concreto? Las partículas de cemento tienden a aglomerarse al mezclarse con el agua por su polaridad y fuerzas de atracción Van Der Waals, quedando agua atrapada entre ellas y reduciendo la fluidez / tensión de fluencia; cuando se deposita y adsorbe la cadena principal de policarboxilato en la superficie de las partículas de cemento, las cadenas laterales se extienden separando las partículas al reducir las fuerzas intermoleculares, causando una repulsión esférica entre ellas que hace que se libere agua para fluidizar la mezcla. Otro gran avance tecnológico del concreto fue el desarrollo de los aditivos inclusores de aire, surgidos hacia 1930, creando un sistema de burbujas de aire microscópicas, estables y uniformes. Surgieron inicialmente para combatir los ciclos de hielo /deshielo en el concreto fresco. Este tipo de aditivos también aumentan la cohesión de la mezcla, reducen la segregación y la exudación, logrando estas propiedades debido a su composición química como surfactantes, o agentes tensoactivos (tienen grupos hidrofóbicos o hidrocarburos no polares) e hidrofílicos (aniónicos polares). (Mkt & Comunicación del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, 2020).

Cemex, siendo una de las multinacionales más reconocidas en el medio de la construcción, brinda un catálogo de productos con una amplia variedad de aditivos para distintas características deseadas del concreto. Para el caso de las losas de entrepiso, los aditivos que tendrían alguna importancia o influencia en su calidad, serían: los acelerantes (soluciones líquidas a base de nitratos y/o cloruros), los cuales aceleran el fraguado produciendo resistencias tempranas, lo que a su vez, favorece la disminución del tiempo de montaje y uso final de la losa; otro tipo de aditivos son los impermeabilizantes, que para las losas de terrazas por ejemplo, se convierten en un gran potencial para la prevención de humedades. La empresa Cemex, también

ofrece la opción de aditivos inclusores de aire, los cuales aportarían un valor agregado a los prefabricados de losas de entrepiso y a los recubrimientos de las mismas, logrando estructuras más livianas, sin tener que recurrir a materiales no homogéneos al concreto que impidan el trabajo conjunto de la matriz del elemento fundido, como lo que está viéndose tan frecuentemente con el aligeramiento de elementos en EPS (poliestireno expandido). Otra opción de aditivos aún no explotada a gran escala para las losas de entrepiso, son los plastificantes, los cuales mediante, la reducción del agua de mezclado del 5 al 12%, logran una mayor trabajabilidad, incrementan la resistencia mecánica del concreto y brindan un mejor acabado final del mismo, siendo una cualidad que brindaría valor agregado a los prefabricados de losas de entrepiso, ya que evitarían en su cara inferior la aplicación de pañetes, estucos o instalación de cielorrasos; esta última cualidad facilita también el bombeo del concreto, ya que le confiere una mayor fluidez. De igual forma, puede también contarse con la selección de las resistencias requeridas para cada caso en especial, siendo comunes el uso de 3000 psi a 4000 psi para losas de entrepiso. (Cemex Innovation Holding AG, 2021).

El Dane, en su consolidado histórico de producción de concreto premezclado, aporta también datos muy interesantes para el análisis de la influencia de la tecnología del concreto en las losas de entrepiso para Colombia. La entidad presenta los resultados de volumen total de concreto de planta producido, discriminado por destino (vivienda VIS y no VIS), edificaciones, obra civil y otros. Teniendo en cuenta que las losas de entrepiso son usadas en la estructura y losa de entrepiso de las viviendas y edificaciones, se suman estas dos categorías para su análisis y revisión de comportamiento de consumo desde 2011, hasta diciembre de 2020. (DANE, 2021).

Tabla 1**Volumen de concreto premezclado producido en Colombia. Consolidado histórico**

Fuente: El Autor

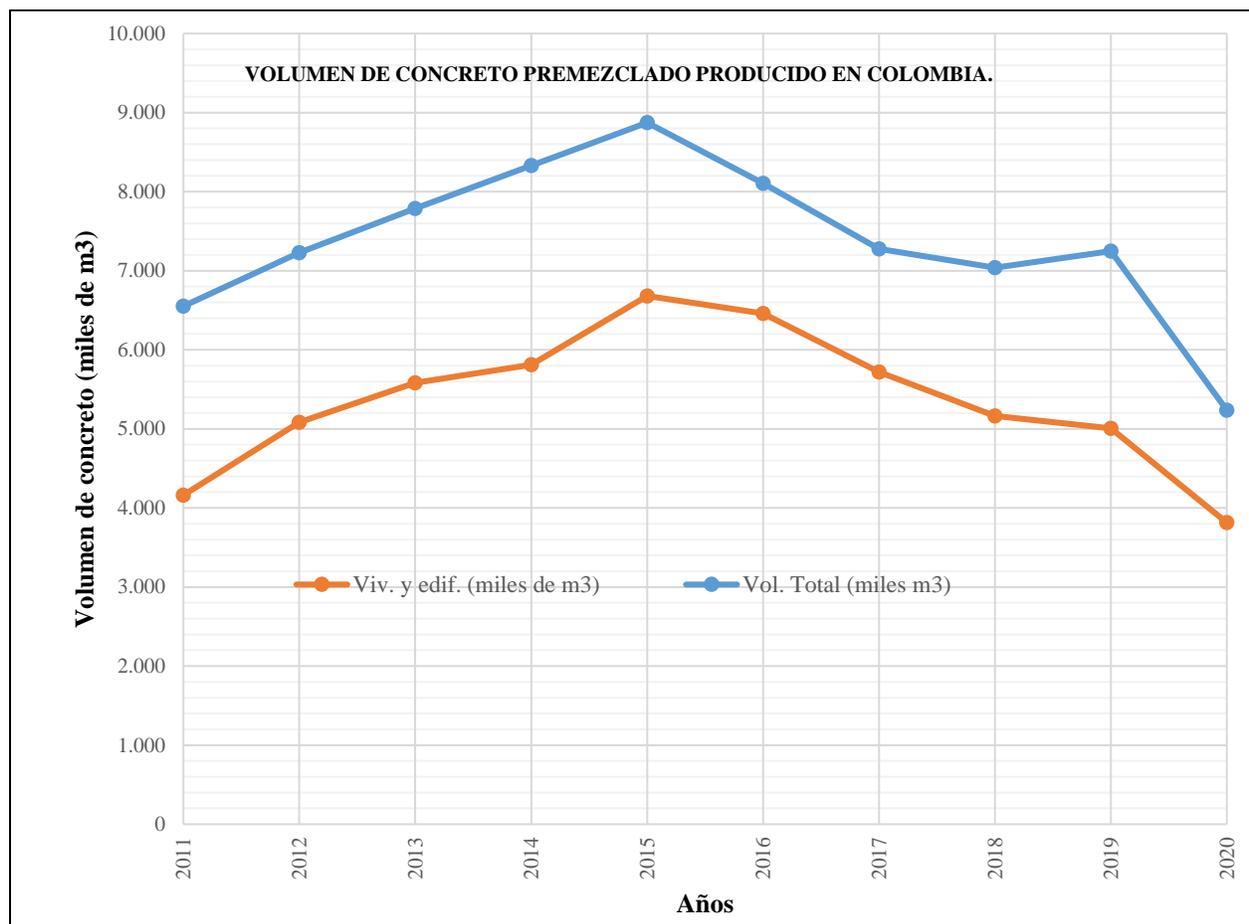
Volumen de Concreto Premezclado Producido en Colombia. Consolidado Histórico						
AÑO	Viv. (Miles m3)	Viv. %	Edific. (Miles m3)	Edific. %	Viv. y edif. (miles de m3)	Vol. Total (miles m3)
2011	2,340	35.72%	1,820	27.78%	4,161	6,551
2012	2,958	40.93%	2,126	29.43%	5,084	7,226
2013	3,480	44.69%	2,103	27.00%	5,582	7,787
2014	3,666	44.01%	2,147	25.77%	5,813	8,330
2015	4,012	45.22%	2,669	30.08%	6,681	8,873
2016	3,853	47.54%	2,608	32.18%	6,461	8,104
2017	3,514	48.29%	2,204	30.29%	5,719	7,278
2018	3,406	48.39%	1,758	24.98%	5,164	7,038
2019	3,178	43.85%	1,829	25.24%	5,007	7,247
2020	2,552	48.72%	1,262	24.10%	3,814	5,238

Nota. La tabla contiene Volumen de concreto premezclado producido en Colombia.**Consolidado histórico**

Figura 1

Volumen de concreto premezclado producido en Colombia. Consolidado histórico

Fuente: El Autor



Nota. La tabla contiene Volumen de concreto premezclado producido en Colombia. Consolidado histórico

Figura 2

Análisis del uso de tecnologías del concreto en las losas de entrepiso en los últimos 10 años.

Fuente: El autor.

ANÁLISIS DEL USO DE TECNOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS LOSAS DE ENTREPISO EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS.				
TECNOLOGÍA	TIPO DE LOSA ENTREPISO			
	MACIZAS	ALIGERADAS IN SITU	COMPUESTAS METALDECK	ALIGERADAS PRFABRICADAS CON BOVEDILLAS O BLOQUES
Colorantes	0	0	0	0
Retardantes de fraguado	2	2	2	2
Acelerantes de fraguado	4	4	4	4
Plastificante o superplastificante	1	1	1	2
Impermeabilizantes	2	2	2	2
Inclusor de aire / Reductor de peso	0	0	0	0
Alta resistencia	2	2	1	2
Fibras	1	0	0	0
Nanotecnología	0	0	0	0
Bombas y Mixer	4	4	4	5
Formaletas y apuntalamientos mejorados	5	5	0	3
Promedios / losa:	1.91	1.82	1.27	1.82
No aditivos: Materiales o sustancias no homogéneas en la matriz del concreto (poliestireno, plástico, etc...)	0	5	0	4
Criterios de ponderación del uso conocido y reportado de aditivos en el concreto para losas de entrepiso				
0	No se usa o no se encontró reporte de su uso			
1	Casi nunca es usado			
2	Se usa en casos especiales			
3	Se usa Esporádicamente			
4	Se usa frecuentemente			
5	Se usa siempre, es reportado por los fabricantes.			

Nota. La ilustración contiene el Análisis del uso de tecnologías del concreto en las losas de entrepiso en los últimos 10 años.

En la discusión de resultados obtenidos en la investigación "Estado del arte sobre la influencia de las nuevas tecnologías de producción de concreto para el mejoramiento de las características que intervienen en el desempeño físico-mecánico de las losas de entrepiso en los últimos 10 años", los resultados mostraron que las losas de entrepiso "casi nunca" o solo "en casos especiales" usan los avances de la tecnología del concreto.

A cambio, se usan materiales heterogéneos a la matriz del concreto como láminas colaborantes metálicas, bloques cerámicos, poliestireno o elementos plásticos (Bubbledeck), para lograr las condiciones más buscadas en las losas de entrepiso: la reducción de peso considerable, la rapidez y facilidad de montaje, las propiedades termo-acústicas, el acabado final en la cara visible de la losa y la resistencia requerida. Teniendo en cuenta que algunos fabricantes, diseñadores o investigadores realizando comparaciones entre diferentes tipos de losas afirman que se logran reducciones de peso propio en rangos de 35% al 40%, aunque en algunos casos las comparaciones realizadas para presentar estos valores no son fiables, ya que no tienen en cuenta las mismas condiciones a las que debe someterse una estructura en cuanto a cargas para el cálculo de los espesores.

¿Qué explicaría estos resultados? Contando ya con avances tan notorios en sustancias aditivas para el concreto, con tan variadas aplicaciones, es una temática con numerosas variables a tomar en cuenta en el análisis.

Siendo el concreto de planta el más oprobado de incluirle aditivos en su mezcla, ¿por qué se ve una tendencia de decrecimiento en la producción de concreto de planta en Colombia desde el año 2015 como lo expone el DANE? A continuación, se analizarán las respuestas más factibles a esta pregunta.

Como lo explicaba la empresa Cemex, en su informe de gestión del año 2020, (Cemex, Colombia S.A, 2021), en la caída de la producción del concreto de planta, han influido varios temas, tales como los menores consumos del producto a nivel mundial, la pandemia (COVID 19), la caída del precio del petróleo. Sin embargo, una explicación más realista podría ser el elevado costo del concreto de planta y sus aditivos, frente a la disminución del poder adquisitivo en Colombia. Siendo Cemex, el ejemplo a tomar para esta posible explicación, aún reportando caída de la producción de concreto, logró crecimiento de sus ganancias. Existe aún un número muy reducido de empresas en Colombia y en el mundo dedicadas a la investigación del concreto y producción de sus tecnologías, lo cual favorece en gran medida la posibilidad de monopolizar o influir indebidamente en los precios, tal como lo reporta el Diario La República en su apartado “Asuntos Legales”: “El Consejo de Estado confirmó las sanciones por \$923 millones y \$138 millones impuestas por la Superintendencia de Industria y Comercio a la sociedad Cemex Colombia S.A. y a su representante legal, César Constain Van Reck, por infringir el régimen legal de libre competencia” (Diario La República SAS, 2021).

Otra explicación, es la eficiencia en el desempeño de la función prestada por materiales heterogéneos al concreto, que aún no se ha investigado que se pueda alcanzar o superar con aditivos y sumado a que el costo de dichos materiales como insumo de fabricación o prefabricación de las losas, resulta quizá más bajo al de los concretos con aditivos y así podría entenderse por qué el escaso uso de los mismos aún.

Resumiendo, puede decirse que los resultados en materia el uso de tecnologías del concreto en las losas de entrepiso no tiene un nivel satisfactorio, sin embargo, es un campo abierto para futuros investigadores que busquen obtener innovaciones viables económica y ambientalmente para su producción y consumo en masa.

Como conclusiones la investigación sobre "Estado del arte sobre la influencia de las nuevas tecnologías de producción de concreto para el mejoramiento de las características que intervienen en el desempeño físico-mecánico de las losas de entrepiso en los últimos 10 años" se determinó que es necesario motivar a la investigación del tema de la innovación en nuevas tecnologías en losas de entrepiso, así mismo invertir capital en dichas investigaciones, brindar laboratorios para que los investigadores puedan contar con la posibilidad de realizar ensayos de nuevos materiales y productos; es una deuda pendiente de las empresas constructoras y demás relacionadas con esta industria, así como de las universidades, para incluir los avances llevados a cabo hasta ahora en las nuevas tecnologías del concreto, incorporándolas también a estos componentes indispensables en el desarrollo de espacios en la ciudad, en la cual expandirse horizontalmente es económicamente inviable, debiendo recurrir entonces al crecimiento vertical de las edificaciones. Si bien es cierto que actualmente se logran entrepisos con grandes luces mediante el uso de aligerantes como esferas del tipo Bubbledeck o casetones en EPS, estas losas pierden la propiedad de la rigidez transversal tan útil para resistir los esfuerzos de torsión y por tanto restringir los desplazamientos horizontales en caso de sismo, debido a que pierden la continuidad de la matriz de una losa maciza. Se tiene claro que con una losa maciza no se logran cubrir luces tan grandes, ya que por su peso se vuelve una sección de un espesor ya económicamente ineficiente, sin embargo, la misión para futuros investigadores es hallar la manera de conseguir una sección transversal monolítica, es decir haciendo uso de materiales que formen parte natural del concreto, como lo son los aditivos, pero manteniendo las condiciones bajas de peso, alta resistencia transversal, al punzonamiento y a la flexión, facilidad y rapidez de montaje, así como buena presentación de su cara visible, evitando de esta manera la

obligatoriedad de instalación de cielorraso, convirtiéndose por tanto, en productos que brindan durabilidad y sustentabilidad, las cuales son condiciones benéficas para el cuidado del planeta.

Conceptos generales sobre viabilidad económica y técnica de un proyecto

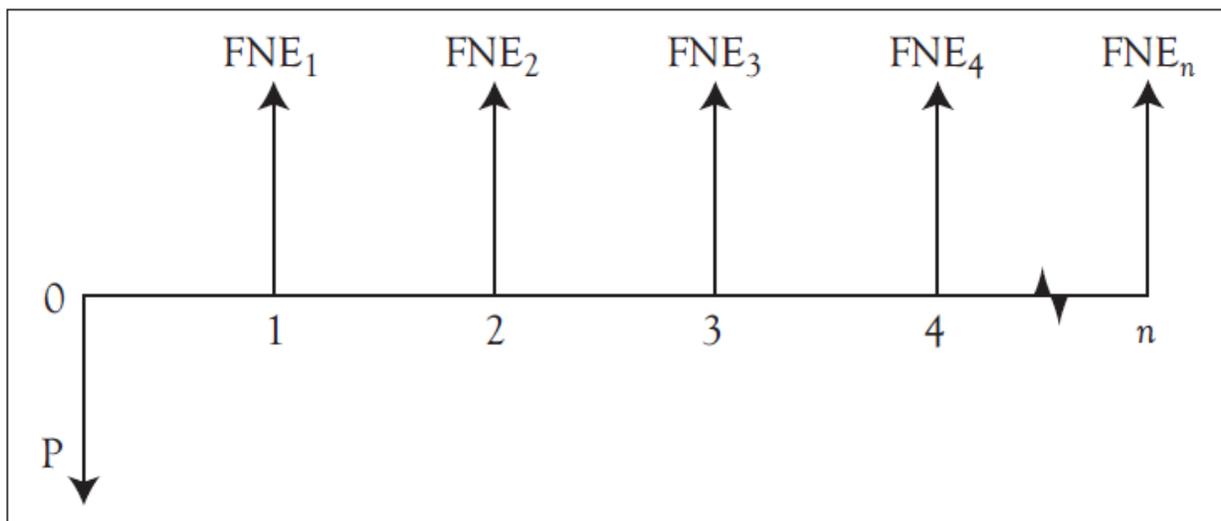
Algunos autores enmarcan la viabilidad técnica dentro de la viabilidad económica y otros las separan, sin embargo todos coinciden en darle una gran importancia a ambos análisis para determinar lo factible que es realizar o no un proyecto. Cada proyecto tiene un análisis técnico en particular, sin embargo para el análisis económico es muy común el cálculo de 3 indicadores financieros: TIR, VPN y relación beneficio – costo. (Infinitia Industrial consulting, 2021).

El VPN (Valor Presente Neto) corresponde a una cifra monetaria resultante de comparar el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos, es decir haciendo la diferencia (resta) entre estos en un mismo momento de tiempo. Las utilidades generadas por una empresa, vistas en forma aislada, no corresponden a una garantía de permanencia en el mercado y estas pueden llegar a ser engañosas al no incluir en el análisis el monto de la inversión que las originó. (Meza Orozco, 2013) La matemática financiera moderna no se limita a calcular una media estática sino que busca índices dinámicos que consideren el valor del dinero en el tiempo y que se apoyen en flujos netos de efectivo; de esta forma, si se cuenta con una inversión inicial que podría llamarse “P” y unos flujos netos de efectivo (FNE) en un lapso de años “n”, el flujo de caja sería:

Figura 3

Esquema del flujo de caja en matemática financiera moderna.

Fuente: (Meza Orozco, 2013)



Nota. En la ilustración se muestra un Esquema del flujo de caja en matemática financiera moderna.

La Tasa de Oportunidad (T.O) o tasa de descuento, se usa para trasladar los FNE del futuro al presente y corresponde a lo que hubiera ganado el inversionista si hubiese invertido en otro Proyecto. Cuando el Proyecto no se financia con recursos propios del inversionista sino de varias fuentes, la tasa de oportunidad corresponde al costo de capital y cuando se financia con pasivos, la tasa de oportunidad corresponde al costo de la deuda. En forma resumida la fórmula de cálculo que explica el VPN para una tasa de oportunidad dada sería:

$$VPN_{(T.O)} = VPI - VPE$$

En la cual el VPI es el valor presente de los ingresos y VPE es el valor presente de los egresos. En forma extendida y detallada, el cálculo del VPN puede ser realizado de la siguiente forma:

Figura 4**Fórmula extendida de cálculo el VPN.****Fuente: (Meza Orozco, 2013)**

$$VPN_{(T.O.)} = -P + \frac{FNE_1}{(1 + T.O.)^1} + \frac{FNE_2}{(1 + T.O.)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1 + T.O.)^n}$$

Nota. La ilustración muestra la Fórmula extendida de cálculo el VPN

Por otro lado, la TIR, dice hasta cuanto podría un inversionista aumentar su rendimiento solicitado, buscando una tasa que haga que el VPN se iguale a Cero o en otras palabras, que el valor presente de los flujos descontados debe ser igual a la inversión. (Meza Orozco, 2013) Su fórmula de cálculo por tanto requiere despejar la T.O (Tasa de oportunidad del denominador y puede hacerse por métodos analíticos manuales o gráficos; así mismo también puede programarse en Excel con la siguiente fórmula: TIR (rango en fila o columna)

$$0 = -P + \frac{FNE1}{(1 + T.O)^1} + \frac{FNE2}{(1 + T.O)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1 + T.O)^n}$$

Cuando se usa la TIR para evaluar proyectos de inversión, el criterio para aceptar es que la TIR sea mayor que la Tasa de oportunidad, ya que se obtiene un rendimiento mayor al esperado.

En cuanto a la relación beneficio – costo, es una técnica que se relaciona directamente con la teoría de la decisión, para seleccionar el mejor proyecto o más rentable, ya que para las organizaciones uno de los objetivos más importantes a lograr es la rentabilidad, ya que sin ella no es posible la permanencia de la organización a mediano o largo plazo. (Aguilera Diaz, 2017) Para lograr esas rentabilidades, los ingresos deben ser mayores que los egresos, por lo cual es de vital importancia la contabilidad en el cálculo y cuantificación de estos valores. Existen algunas

preguntas claves que deben realizarse en el análisis, tales como si el costo de la solución sobrepasa el del problema, si la solución es más cara pero trae mejoras que no se cuantifican en términos monetarios sino que influyen en el aspecto social. A pesar de lo diferente que puede resultar este análisis para cada proyecto específico, existe una secuencia estándar de pasos y procedimientos a seguir:

Formulación de objetivos y metas del proyecto

Determinar requisitos y limitaciones

Estimar monetariamente costos y beneficios en términos monetarios para cada opción a analizar.

Distribuir los costos y beneficios a través del tiempo

Convertir los costos futuros y beneficios futuros a valores actuales (VNA)

Calcular la relación beneficios en el numerador divididos entre los costos que corresponden al denominador.

Comparar la relación obtenida en las diferentes propuestas, siendo la mejor la que arroje un mayor valor numérico.

Conceptos a tener en cuenta sobre hormigón y losas de entepiso

El hormigón armado, nació en Francia, este se originó, hacia 1854, el industrial y muy brillante Lambot, descubrió que el hormigón aumentaba su resistencia al armarlo con hierros y hacia los años 1861 y 1867, los ingenieros Coignet y J. Monier, obtienen respectivamente patentes en este material para usarlo en algunos tipos de estructuras, consiguiendo reducir notablemente los espesores de los elementos construidos. Hacia el año de 1884, una empresa constructora de Berlín obtiene los derechos de la patente de Monier para construir en Alemania. Por la misma época el ingeniero Emperger, profesor de la universidad de Viena, estudia y aplica las leyes de la

mecánica al hormigón armado, fundando la actual teoría de cálculo, conociéndosele por ello como el “abuelo del hormigón armado”. (Goldenhorn, 1937)

En un trabajo de grado de la Universidad Piloto de Colombia, los estudiantes lograron obtener una correlación lineal directa entre el módulo de rotura (MR) y la resistencia a la compresión ($F'c$) aplicando ensayos con la metodología INVE 414-07 a los 7, 14 y 28 días de curado de las muestras de concreto; ellos confirmaron la influencia de las variables tamaño de los agregados, porosidad y diseño de la mezcla, de acuerdo a lo establecido por la normatividad del INVIAS (Instituto Nacional de Vías), ACI (American Concrete Institute) y NTC (Norma técnica Colombiana) y la ecuación obtenida es del mismo tipo que la correspondiente a la ACI en el cálculo de la resistencia a la compresión, en correlación con el módulo de rotura: $MR=K\sqrt{F'c}$. (Cárdenas Fierro & Lozano Cortés, 2019).

Los factores más importantes que influyen en la resistencia del concreto, tales como: el contenido de cemento, la relación agua – cemento y el contenido de aire, la influencia de los agregados, el tamaño máximo del agregado grueso, el fraguado, la edad del concreto, el curado y la temperatura. (Sánchez De Guzmán, 2001).

La importancia del uso de las losas aligeradas: cuando aumentan las luces, las losas macizas llegan a grandes espesores, los cuales también incrementan el peso de la edificación, por lo cual, una buena alternativa es una losa aligerada con nervaduras, la cual conserva el refuerzo a tracción en los nervios (viguetas) y elimina buena parte del concreto a tracción, el cual no es estáticamente útil. (Segura Franco, 2002).

Los bloques de hormigón tipo bovedillas, son elementos de apoyo o soporte del concreto vaciado y se apoyan entre vigueta y vigueta, constituyéndose con estas en un componente monolítico que luego del fraguado es capaz de resistir las cargas y distribuir las en toda la

superficie y debido al vacío que genera en el concreto por sus bovedillas tiene la capacidad de ser aislante térmico y acústico. (Massanella, 2021)

Los aligerantes del concreto son agregados u aditivos dedicados a la obtención de concretos livianos (Quiminet.com, 2012).

Los materiales ignífugos, “son aquellos que ofrecen resistencia al fuego y que, por tanto, evitan su propagación en caso de incendio, facilitando su extinción”. Es muy importante que los materiales de construcción tengan esta característica para que protejan el sistema estructural y se eviten daños mayores (Abellán Pintors S.L.U., 2020), así mismo para preservar la integridad y la vida de los usuarios de la edificación.

Actualmente el mercado nacional en Colombia, ofrece varias opciones para el vaciado de losas de entrepiso, siendo algunas de tipo prefabricadas y otras armadas en sitio de obra. Entre las opciones de losas prefabricadas, se pueden mencionar las siguientes: Metaldeck, Placa Fácil, Canaleta, Preplana; dentro de las opciones de losas de entrepiso armadas en sitio pueden mencionarse: el casetón con diversos tipos de aligeramiento (de guadua, de icopor o plásticos retirables), maciza, aligerada con bloque tipo Santafé.

La losa de entrepiso Procometal tiene origen en sistemas de losas tipo vigueta y bovedilla, las cuales empezaron a surgir, como lo describe el Grupo Compre, empresa multinacional Mexicana, con sede en Medellín Colombia, a inicios del siglo XX desplazando a los entrepisos en madera y posteriormente a los pisos en concreto vaciados in situ, los cuales requerían de costosas y difíciles formaletas para su realización; inicialmente se veían estas losas con un solo núcleo hueco y hacia la posguerra se encontraban ya con varios núcleos huecos. (Grupo Compre, 2020).

Según las NSR 10 - A.8. (Normas sismorresistentes Colombianas), las losas de entrepiso son elementos estructurales que no forman parte del sistema de resistencia sísmica (Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismorresistentes, 2010), sin embargo debido a que las vigas quedan embebidas en la losa, la configuración de esta, debe permitir que las vigas si cumplan la normatividad colombiana de la construcción, en cuanto a espesores mínimos de elementos para no calcular deflexiones, las cuales están establecidas en las NSR 10, título C.9.5 (a mayor distancia entre columnas o apoyos, mayor el espesor de viga o losas) y en cuanto a requerimientos de resistencia; sin embargo los requerimientos de resistencia cambian de acuerdo a la zona de amenaza sísmica de Colombia (Alta, intermedia o baja) y de acuerdo a las cargas, donde las que más inciden, son la carga muerta (peso) y la carga viva (de funcionamiento). Para cumplir requerimientos sísmicos por carga, la losa de entrepiso Procometal debe bajar su peso propio.

La losa de entrepiso Procometal, se compone de viguetas armadas en barras de acero corrugado, configuradas en celosía electro-soldada, con la base fundida en concreto y unos elementos aligerantes tipo bloque en concreto. Para luces (distancias) menores a 4,50 metros, la losa Procometal N.1 se usa viguetas con altura de 17 centímetros, que con el recubrimiento de 5 centímetros completan un espesor de losa de 22 centímetros, cumpliendo con los requerimientos de las NSR – 10; de forma similar, la placa Procometal, ofrece su producto en tipos 2 y 3, para luces entre 4,50 metros y 7 metros sin requerir diseño estructural especial. A pesar de la necesidad de bajar el peso a los bloques, estos se consideran ya aligerantes en su condición actual, en comparación con el mismo espesor de losa requerido para una misma distancia entre apoyos, si la losa fuera de tipo vaciada in situ y en concreto macizo.

Al bajar peso de los bloques de concreto de la losa, las vigas de carga, embebidas en la losa, se vuelven sísmicamente más eficientes en su desempeño estructural; el problema de querer bajar el peso de los bloques, radica en los efectos secundarios de las posibles soluciones para alcanzar esa solución. Existen materiales de tipo biodegradable, como el aserrín de madera, que ya han probado otras empresas nacional e internacionalmente para este propósito, como la empresa argentina Construir, que realiza bloques de hormigón y aserrín para muros, obteniendo elementos de bajo peso (Equipo ELE, 2019) y con una muy buena relación resistencia a la rotura /peso; sin embargo estas opciones deben ser analizadas más a fondo debido a la baja resistencia al fuego que tiene la madera por sí misma y por tanto un dudoso comportamiento de una edificación ante incendios, adicionalmente teniendo en cuenta que las sustancias de tipo orgánico no son recomendadas en la preparación de concreto, debido a su rápida degradación en el tiempo. De manera similar ocurre con el uso del poliestireno (conocido más comúnmente como icopor), el cual muy frecuentemente es usado en casetones, como lo ofrece la empresa argentina Poltech, como solución al efecto negativo del elevado peso propio de las losas (Adminpol, 2017), sin embargo, también es de evaluar detalladamente la conveniencia del uso de este material teniendo en cuenta su comportamiento frente al fuego.

Es común en mecánica de materiales, hallar una relación directa entre la densidad de un material con su resistencia a la rotura, por lo tanto, buscar reducir el peso de los bloques y a su vez aumentar la resistencia, en sí mismo ya se convierte en un reto, haciéndolo más complejo si se trata de paralelamente mejorar también su acabado superficial y mantener un comportamiento adecuado ante el fuego.

En el mercado moderno, la ingeniería estructural ya está familiarizada con gran variedad de productos para aumentar la resistencia del concreto, tales como fibras (Euclid Group

Toxement, 2019), para desmoldar, los cuales mejoran el acabado del elemento vaciado y para aligerar, sin embargo, dentro del gran abanico de opciones que brindan varias empresas como Basf, Toxement, Sika, debe encontrarse la combinación ideal de productos para las condiciones buscadas y analizarse también la viabilidad económica de su uso, como solución al problema planteado.

En su trabajo de grado, Santiago Patricio, Estela, define aditivo como los productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto (porcentaje en peso del 0.1% al 5%) para modificar alguna propiedad original, en el comportamiento del concreto en su estado fresco o en condiciones de trabajo previstas o controladas, también se define como todo material diferente al agua, los agregados y el cemento que son los componentes básicos del concreto hidráulico. La autora también hace una clasificación de los aditivos, según varias normas internacionales y según la característica buscada, es decir, de acuerdo al tipo de concreto requerido; existen concretos de relleno fluido, autocompactables, de baja contracción, estructural, lanzado, ligero, mortero estabilizado, MR, fluidos, concreto antibacteriano, permeable, anticorrosión, arquitectónico, de baja permeabilidad, de alta resistencia. (Santiago Patricio, 2011)

En el caso específico de la empresa Sika, brinda aditivos incorporadores de aire (y otros más que no son del interés del presente proyecto) los cuales sirven para alivianar el concreto del elemento requerido (para este caso el bloque de la losa de entepiso). Esta empresa expone sus aditivos incorporadores de aire para otras aplicaciones, diferentes a las buscadas por este proyecto, tales como mejorar la durabilidad del concreto frente al ataque de los ciclos hielo – deshielo, impermeabilizar y plastificar concretos (mejorar su maniobrabilidad). Explica que el aire incorporado se logra porque se forma una red de esferas de aire entre 70 y 140 micras,

disminuyendo por tanto la exudación del concreto, evitando la formación de capilares que alcancen la superficie. (Sika, 2014).

La empresa Cemex, gran multinacional de origen mexicano, pero más conocida en Colombia por suministrar concretos de planta (premezclados) también ofrece su catálogo de productos aditivos para concreto, la cual además de brindar incorporadores de aire, también ofrece aditivos para mejorar la resistencia, siendo estas dos de las características deseadas en el presente proyecto. Algunos de los aditivos ofrecidos en Colombia para el control de aire en la mezcla son: Isosphere 5200, aditivo líquido, basado en surfactantes e Isofoam 520, agente espumante, los cuales además de mejorar la manejabilidad, reducir el sangrado y segregación, también bajan las masas unitarias y permiten por tanto aligerar las estructuras; para aumentar la resistencia, Cemex ofrece fibras sintéticas tipo metálicas, vidrio o plásticas las cuales no son susceptibles a la corrosión o abrasión, proporcionando refuerzo a tensión que por sí solo el concreto nunca suministra, haciéndolo por tanto más resistente sin necesidad de incorporar refuerzo metálico (armadura para tal fin). Así mismo se encuentran en este catálogo aditivos con doble función, como es el caso de Fluidx U16 el cual mejora la resistencia del concreto, pero también ayuda a dar una finura más suave al desmoldar. (Cemex Innovation Holding AG, 2021)

Tan importante como disminuir el peso de la losa, lo es también aumentar su resistencia, ya que los operarios, a pesar de indicárseles que durante el proceso de montaje de la losa, deben transitar solo por las viguetas (elementos estructurales) y no por los bloques (los cuales no se diseñan para soportar cargas, sino para alivianar la losa, creando vacíos que no se llenarán de concreto), el riesgo de que los pisen en un descuido, rompiéndolos, cayendo el operario desde alturas variadas, lesionándose o perdiendo su vida, es muy grande, haciéndolo menos deseable por los clientes.

Observando el uso y efecto de algunos aditivos específicos para el concreto, tanto de tipo químico como tipo “fillers o rellenos”, existen variados estudios realizados en Latinoamérica. Por un lado, (Loaiza Osorio y otros, 2019), concluyen en su artículo “Nanosílice como aditivo para el concreto – caso Colombia”, lo siguiente: la trabajabilidad del concreto y el tiempo de fraguado, disminuyen, contenidos entre el 1% y el 3% de Nanosílice, aumentan la resistencia del concreto a compresión, la cascarilla de arroz es una fuente natural de sílice que cuenta con gran potencial de transformación. Otro aditivo estudiado, es la fibra de polipropileno fibromac y su influencia en la resistencia del concreto a la compresión, para la cual se concluyó que este aditivo no mejora la compresión del concreto, sin embargo, este producto es ofrecido por las casas comerciales para proporcionar pero tracción en alguna mínima proporción al concreto, ya que naturalmente este no cuenta con un valor apreciable de esta condición. (Zamora Esparza, 2014),

Para realizar una adecuada evaluación del proyecto, debe conocerse el manejo seguro de los aditivos para concreto, por ser sustancias químicas, la empresa PSI, expone: que debe evitarse su congelación, deben protegerse contra altas temperaturas (almacenarse en un ambiente templado), debe verificarse que no tengan una vida muy larga de guardados pues su efectividad disminuye y se recomienda para la dosificación usar equipos apropiados y en buen estado para conseguir los efectos deseados. (Proyectos y Servicios a la Industria y Construcción S.A de C.V., 2020).

Los aditivos químicos, en el artículo de la revista “Construcción y tecnología en concreto”, han sido vistos en cuanto a su impacto en el medio ambiente, concluyendo que su uso se ha vuelto ya tan común sobre todo en países industrializados como Estados Unidos y Alemania que casi pasan a convertirse en otro componente más de las mezclas de concreto; Este

artículo, expone que entre el 60 y el 65 % del total de los concretos a nivel mundial, se fabrican ya con empleo de aditivos químicos y hay pocos aditivos disponibles en el mercado, que tengan un único efecto sobre el concreto, siendo más general que estos productos combinen dos o más efectos y uno de ellos, corresponde casi siempre al efecto principal. La forma y momento ideales en que dichos productos deberían incorporarse a la mezcla de concreto, es una variable muy importante que debe conocerse previamente. Cuando se emplea más de un aditivo químico en una misma mezcla de concreto, es indispensable que se realicen mezclas de prueba preliminares, que demuestren su total compatibilidad. Los aditivos químicos pueden ser almacenados en toneles o cisternas, los aditivos en polvo (que son menos sensibles que los líquidos), pueden almacenarse en cajas especiales; aunque algunos vienen dispuestos en bolsas plásticas con las proporciones preestablecidas. (Vldaud Quintana & Vldaud Quintana, 2014). En cuanto a propiedades como reducir el agua de mezclado, podría considerarse benéfico para el medio ambiente, sin embargo, cada producto debe ser analizado en su ficha técnica y propiedades independientes.

Marco legal

El marco legal del presente proyecto corresponde a Las Normas Sismorresistentes Colombianas o NSR 2010, en las que se incluyen capítulos aplicables a las losas de entrepiso.

El capítulo C.9.5. Control de deflexiones: que dice que los elementos de concreto reforzado sometidos a flexión deben diseñarse para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deflexión que pudiese afectar adversamente la resistencia o el funcionamiento de la estructura. (Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismorresistentes, 2010)

El capítulo C.10.12. sobre transmisión de cargas de las columnas a través de las losas de entrepiso: “Si el $f'c$ de la columna es 1.4 veces mayor que el del sistema de entrepiso para el caso de columnas interiores o de borde, o mayor 1.2 veces para el caso de las columnas esquineras, la transmisión de la carga a través de la losa de entrepiso debe hacerse de acuerdo con C.10.12.1 ó C.10.12.2”. (Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismorresistentes, 2010)

El capítulo D.4.7. que habla sobre requisitos constructivos para losas de entrepiso: dice que si las losas se instalan en construcciones de mampostería estructural, deben cumplir los requisitos como diafragma según A.3.6.8 y C.21.11. de las mismas NSR 10; debe considerarse además el apoyo de los elementos de entrepiso, el volcamiento de la hilada de apoyo y las consideraciones específicas para las losas de entrepiso prefabricadas; finalmente el capítulo E.5. que explica sobre las losas de entrepiso, cubiertas, muros divisorios y parapetos. El entrepiso debe diseñarse para para las cargas verticales establecidas en el título B de las NSR 10 y debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma. (Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismorresistentes, 2010)

Desarrollo metodológico

Teniendo en cuenta el desarrollo del proyecto enmarcado siempre por los objetivos establecidos, se estructuró la presentación de resultados para lograr identificar los aditivos, realizar la preselección y análisis según las fichas preseleccionadas, realizar el estudio económico con los diseños de mezcla resultantes de la preselección de aditivos y finalmente realizar un análisis de la relación costo / beneficio. Como el objetivo general del presente proyecto es: “Determinar la viabilidad técnica y económica de aditivos que permitan al concreto de los bloques prefabricados de la losa de entrepiso prefabricada y aligerada Procometal, aumentar su calidad”, se anexa toda la información requerida para que esta investigación cumpla los requisitos que debe contener un estudio de viabilidad.

El estudio de viabilidad, también se conoce como estudio de factibilidad o preinversión y se desarrolla para determinar el éxito o rentabilidad de una idea de proyecto, mediante su evaluación técnica y económica. (Cámara de Comercio de Oviedo, 2020) Para el presente trabajo de grado, el estudio de factibilidad se ha desarrollado en el capítulo de resultados y discusión, estructurándolo de la siguiente manera:

Viabilidad técnica

Investigación técnica para mejoramiento de la calidad del producto

Recursos e infraestructura con los que se cuenta para poner en marcha el proyecto.

Maquinaria y Tecnologías

Materias primas

Procesos industriales

Control de calidad

Recursos humanos, formación requerida, capacitación, aptitudes y experiencia necesaria para el proyecto.

Viabilidad legal y medioambiental

Normativa relacionada con el proyecto

Normativa laboral

Derecho mercantil

Contabilidad

Normativa medioambiental

Estudio de mercado

Propuesta de valor ofrecida, descripción del producto o servicio

Producto ofrecido respecto a la necesidad real del mercado

Público interesado en comprar el producto ofrecido: mercado presente y futuro, predicciones de ventas, perspectivas de crecimiento

Capacidad adquisitiva de los clientes potenciales a los que se dirige el proyecto

Competencia en el sector actual y futuro

Análisis de la tendencia de la industria

Estudio financiero

Capacidad económica para poner en marcha y mantener en funcionamiento el proyecto

Inversión inicial requerida

Identificación de costos

Relación calidad - precio

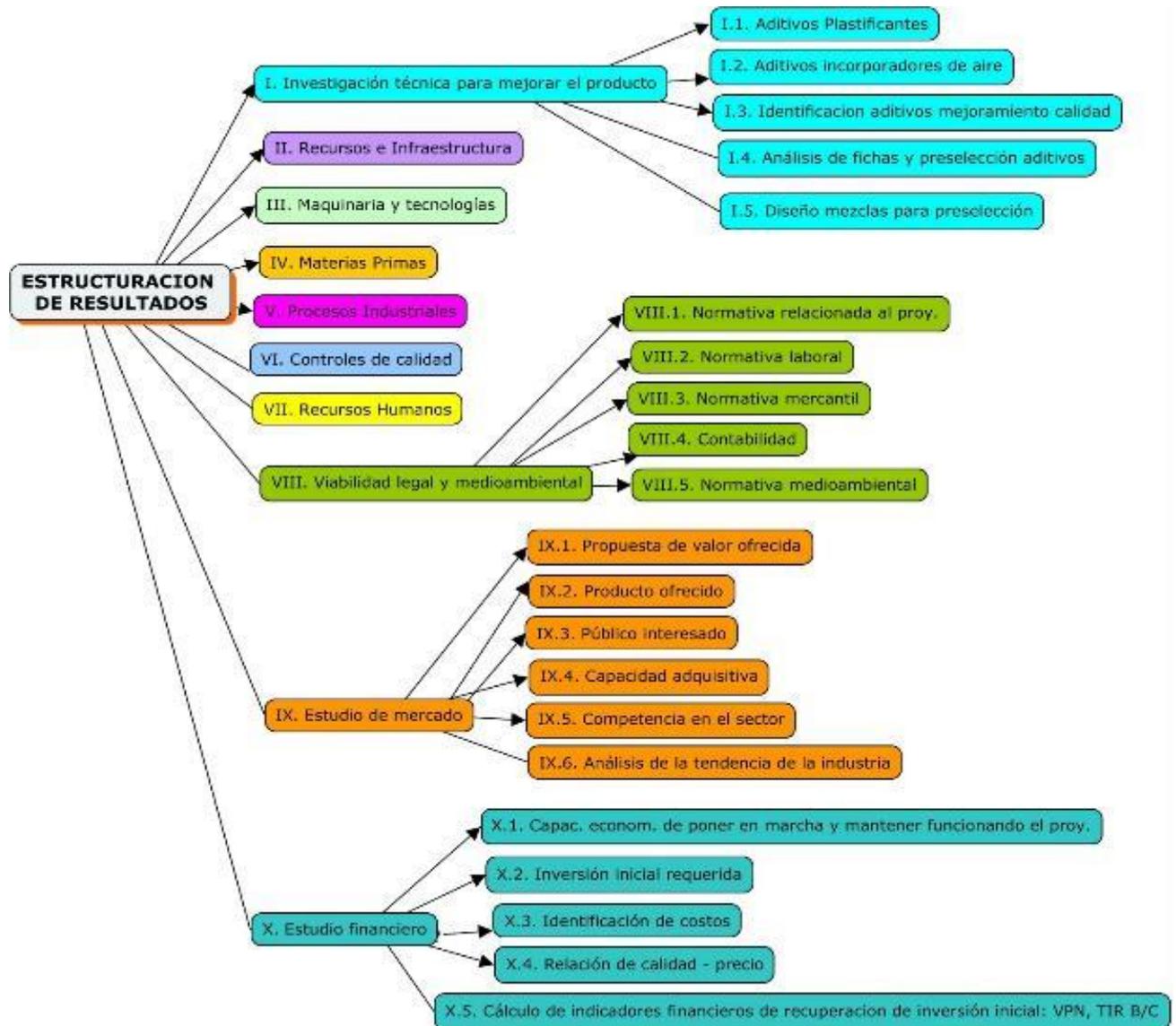
Cálculo de beneficios esperados

Indicadores financieros de recuperación de la inversión inicial VPN y TIR

Figura 5

Estructuración del capítulo de resultados.

Fuente: El Autor.



Nota. El gráfico muestra la Estructuración del capítulo de resultados

El primer paso dado fue la realización de la investigación técnica, que inició en la revisión de los catálogos en físico y online ofrecidos por las casas productoras de aditivos y

presentes en Colombia (Sika, Basf del cual se separó el área encargada de producir aditivos para la construcción, quedando como: Master Builder Solutions, Toxement y Cemex). Cada casa productora ofrece por encima de 600 aditivos para muy diversas aplicaciones en el concreto deseado. No se ha visto conveniente realizar estudio de mercado de aditivos, ya que todo esta amplia gama de aditivos ofrecidos no son distribuidos de forma estándar, siendo solo un mínimo de productos los que tienen ya mercado abierto en el país y son requeridos por los distribuidores mayoristas para luego ser comprados por el usuario final. Los demás productos son producidos por las casa matrices solo por encargos especiales de clientes que lo requieran luego de buscar en los respectivos catálogos, sin embargo es exigencia de las casas productoras que el volumen de compra del producto sea del orden de los 200 kilogramos en adelante. Para el caso de ensayos particulares o investigaciones como la presente en desarrollo, debe gestionarse con estas empresas la entrega de muestras de dichos productos.

En la revisión preliminar de los catálogos de productos aditivos para el concreto, se evidenció que dos grupos de productos con características generales similares cumplían con las características buscadas para mejorar la calidad de los bloques de la losa de entrepiso Procometal. Estos grupos de aditivos son los plastificantes y los incorporadores de aire. A partir de dicho hallazgo, se procedió a revisar los plastificantes e incorporadores de aire ofrecidos por cada casa matriz, (los cuales son bastante numerosos). Para preseleccionar los aditivos de cada uno se tuvieron en cuenta parámetros como mayores porcentajes de aumento de la resistencia esperados, menor afectación de los tiempos de fraguado del concreto (descartando los retardantes, ya que al ser usados para bloques prefabricados deben secar a un ritmo normal o acelerado), mayores porcentajes de pérdida de peso del concreto, mayores porcentajes de reducción de agua de mezclado (pues según el proceso constructivo de los bloques la mezcla a

usarse debe ser semiseca) y priorizando aquellos aditivos especialmente recomendados para prefabricados, como el caso del Fluix U16 de Cemex. Luego de revisar este voluminoso número de productos aditivos e ir descartando según los criterios anteriormente mencionados, logró obtenerse un conjunto preseleccionado, para el cual se procedió a realizar un diseño de mezcla con cada uno.

Ya concluyendo esta investigación técnica, se procedió a exponer los demás puntos requeridos del estudio de factibilidad. Cuando se llegó al estudio financiero, ya eran requeridos datos puntuales de la investigación técnica, por lo cual se procedió a cotizar los productos aditivos preseleccionados, realizar las muestras de concreto para cada uno de ellos y obtener unos resultados finales de calidad, para proceder a calcular la inversión inicial requerida, identificar claramente los costos y establecer relaciones de calidad y precio para escoger la alternativa más opcionada y a continuación aplicar un análisis de los indicadores financieros de recuperación de la inversión inicial como lo son VPN, TIR y Relación Beneficio/Costo.

Para el análisis de estos indicadores financieros se modelaron varios escenarios, partiendo de uno en el que se aplicaban los aditivos escogidos para los bloques pero manteniendo las condiciones originales de funcionamiento de la empresa. En los siguientes escenarios se propuso mejorar las condiciones actuales de funcionamiento, entre ellas, la contraprestación recibida por los empleados de la empresa, llevándola al cumplimiento de toda la normatividad aquí expuesta. En todos los casos se partió del volumen de ventas mensual mínimo requerido para lograr equilibrio económico y se modularon otras variables del proceso para obtener unas conclusiones.

Resultados y discusión

En este capítulo se desarrollará la viabilidad técnica, legal y medio ambiental, el estudio de mercado y el estudio financiero, como componentes primordiales en un estudio de viabilidad de un proyecto. En el estudio de viabilidad técnica, se desarrolla toda la investigación para el mejoramiento de la calidad del producto, para lo cual, se identificarán aditivos para reducir el peso del concreto (aligerantes), aditivos para aumentar la resistencia del concreto y aditivos para mejorar el acabado de los bloques, preseleccionando solo aquellos que presenten un comportamiento aceptable al fuego, se evaluarán y analizarán las fichas técnicas de los aditivos preseleccionados, se plantearán unos diseños de mezcla de concreto a partir de la inicial, teniendo en cuenta las dosificaciones mínimas requeridas según las características buscadas de calidad para los bloques de acuerdo a cada ficha técnica; para validar los resultados hallados se utilizarán 2 indicadores técnicos: % estimado de aumento de resistencia a la rotura con la aplicación de aditivo y el % estimado de disminución del peso del bloque por aplicación de aditivo.

A continuación, se llevará a cabo la viabilidad legal y medio ambiental, teniendo en cuenta la normativa, laboral, mercantil, contable y en general relacionada con el proyecto.

Se presenta después el estudio de mercado y se finaliza con el estudio financiero, para el cual se realizará un presupuesto estimado de producción de los bloques prefabricados de la losa de entrepiso Procometal, con los diseños de mezcla resultantes del uso de los aditivos seleccionados en la presente investigación. Se tendrán en cuenta 3 indicadores indispensables para conocer el tiempo de recuperación de la inversión inicial: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación costo / beneficio del uso de cada diseño de mezcla con los aditivos seleccionados, para evaluar su viabilidad económica.

Investigación técnica para mejoramiento de la calidad del producto

Aditivos Plastificantes

El mercado ofrecido para aditivos actualmente es ofertado solo por 4 empresas: Sika, Toxement, Basf y Cemex. Los plastificantes optimizan los concretos disminuyendo su necesidad de agua para lograr las propiedades exigidas por la construcción, siendo su efecto directo disminuir la viscosidad de la mezcla o hacer que se comporte más líquida y fluya más rápido. A nivel molecular, los plastificantes, constituidos por compuestos orgánicos como carbohidratos, aminas y otros compuestos, logran ese resultado recubriendo las partículas de cemento y provocando una repulsión entre estas, haciendo que exista menos resistencia o fricción al flujo en conjunto, al tiempo que permite la eliminación de microflóculos (de pasta de cemento) para que se libere y distribuya mejor el agua. Al fluir mejor el concreto, permite disminuir la cantidad de agua usada para su preparación y consecuentemente al tener menos agua, puede aumentar su resistencia en estado endurecido. Al reducirse también la cantidad de agua en la mezcla, se disminuye la retracción del concreto, el calor generado en su reacción exotérmica normal de fraguado, aumenta la impermeabilidad a líquidos, aumenta como se dijo la resistencia a la abrasión y en menor proporción, aumenta también el módulo de elasticidad y la durabilidad del material. Según la norma ASTM C494, los aditivos plastificantes se clasifican como Tipo A. Reductores de agua y los superplastificantes se clasifican como Tipo F, reductores de agua de alto rango, sin embargo no es común que se usen en forma pura, siendo más frecuente usar los Tipo D con retardantes y como Tipo E con Acelerantes. (Sika, 2014)

Aditivos plastificantes de Sika

Plastiment TM y Plastiment AD son las principales variedades de la línea plastificante de Sika y se dosifican del 0,2% al 0,7% del peso cementante. Desde la lectura de la amplia gama de

productos ofrecidos por Sika como plastificantes, se hace la primera preselección, descartando aquellos que tengan propiedades retardantes, ya que no convienen para el proceso de producción de los bloques en estudio.

Plastiment TM 8: extrayendo la principal información de su hoja de datos, puede decirse que es un plastificante reductor de agua, no incrementa notablemente el tiempo de fraguado, logra reducir hasta un 14% de agua de amasado incrementando resistencias mecánicas en todas las edades; en el concreto endurecido mejora el acabado del mismo a la vista. Viene en tambor de 230 kg o a granel, su color es café oscuro y tiene 1 año de vida útil. Su presentación es líquida, se recomienda almacenarlo en sitio fresco, bajo techo, en su envase original bien cerrado, puede presentar sedimentación si se deja mucho tiempo sin uso, por ello debe homogeneizarse antes de emplearlo; presenta una densidad de 1,26 kg/litro y su dosificación recomendada es 0,25 al 1% del peso del cemento de la mezcla. Para su manipulación debe usarse guantes de caucho, gafas de protección durante su manipulación. (Sika, 2017). En su ficha de datos de seguridad, muestra los siguientes componentes: cloruro de calcio, hidróxido de sodio, 4-cloro-3-metilfenol, sustancias que usándolas en las concentraciones aplicables no están clasificados como de riesgo para la salud o el medio ambiente. No es un producto inflamable o explosivo. (Sika, 2018).

Plastiment AD 60: de la hoja de datos del producto, puede decirse que es un aditivo plastificante de mediano rango, reductor de agua, el cual no incrementa notablemente los tiempos de fraguado, logra reducir hasta un 20% del agua de amasado sin variar el asentamiento normal, obteniéndose un incremento de las resistencias mecánicas en todas las edades; al igual que todos los plastificantes, mejora el acabado del concreto a la vista. El producto es un líquido de color café oscuro que viene en una presentación de 230 kg o a granel, con una vida útil de 1

año y de igual forma que el TM 8 se recomienda guardarlo en un lugar fresco bajo techo y homogeneizarlo si se ha demorado almacenado previamente a usarlo ya que se puede sedimentar. Su densidad es 1,21 kg/ litro y su dosificación recomendada es de 0,3 al 1% del peso del cemento de la mezcla. (Sika, 2017). En la ficha de datos de seguridad del producto muestra que sus componentes son Cloruro de calcio y 4-cloro-3-metilfenol, que usándolos en las concentraciones aplicables no se considera como riesgo para la salud o el medio ambiente, así como tampoco se observa que sea inflamable, inestable o explosivo. (Sika, 2018)

Aditivos plastificantes de Toxement

Eucon 35 F según su ficha técnica es un aditivo líquido reductor de agua de alto poder fluidificante que cumple con la norma ASTM C – 494 o Icontec 1299; es de color café y tiene una densidad de 1,21 kg /litro y viene en presentación de 230 kg o a granel. Su dosificación varía entre 0,5% al 1% del peso del cemento es decir 250 kg a 500 gr de aditivo por cada bulto de cemento de 50 kg. Para su aplicación se debe mezclar 1 minuto adicional por cada metro cúbico de mezcla preparado. El Eucon 35 F permite reducir el agua de amasado entre un 10 y 15% incrementando resistencias mecánicas iniciales y finales. Cuando se trabaja junto a otros aditivos es recomendable dosificarlos por separado. (Euclid Chemical Toxement, 2020)

Eucon 37 según su ficha técnica es un aditivo líquido de color café reductor de alto poder que cumple con la norma ASTM C – 494 o ICONTEC 1299, con una densidad de 1,185 kg/ litro y viene en presentaciones de garrafa plástica de 20 kg, tambor de 230 kg o a granel. Su dosificación recomendada para producir concreto de alta resistencia está entre 0,9 y 1,5% del peso de cemento usado en la mezcla es decir de 450 a 750 gr por cada saco de 50 kg de cemento. Se recomienda luego de adicionarlo mezclar un minuto más por cada metro cúbico de mezcla. Eucon 37 permite reducir agua de amasado entre 20 y 30% incrementando resistencias

mecánicas iniciales y finales así como reduciendo la permeabilidad del concreto.

(Euclid chemical Toxement, 2020)

Plastol Precast HS es según su ficha técnica un aditivo líquido color ambar y reductor de agua de alto rango o superplastificante, reduce el agua de amasado entre 20% y 40%, recomendado para elaboración de elementos prefabricados como en el caso de este proyecto ya que proporciona una alta fluidez en mezclas secas,; Plastol Precast Hs es a base de resinas sintéticas y polímeros de última generación el cual permite emplear menores dosis que con otros aditivos similares y viene en presentaciones de garrafa de 20 kg, tambor de 230 kg o a granel. Cumple con norma ASTM C – 494 Tipo A y tipo F; tiene una densidad de 1,1 kg /litro y su dosificación recomendada es de 0,15 a 0,8% del peso del cemento. Luego de la colocación del aditivo en el agua de amasado, debe mezclarse 5 minutos más todo el conjunto. (Euclid Chemical Toxement, 2020)

Aditivos plastificantes de Basf

Master Glenium 3400 según el catálogo de BASF es un aditivo reductor de agua de alto rango para concreto prefabricado basado en la última tecnología de policarboxilato y tiene una densidad de 1,06 kg/litro. Este aditivo logra reducir agua de 5 a 40%, recomendado para prefabricados y para concretos autocompactantes. Cumple con norma ASTM C 494 tipo A y tipo F. Desarrolla una resistencia inicial extremadamente alta y la final es mejorada también. Es compatible con inclusores de aire y mejora el acabado final de la superficie. Su presentación viene en tambores de 208 litros (55 galones) o a granel; su dosificación recomendada esta entre 195 a 360 ml por cada 100 kg de cemento para un alto desempeño. La vida útil del producto en almacenamiento adecuado es de 6 meses. (BASF, 2017)

Master Polyheed 853 según el catálogo de BASF, es un aditivo líquido plastificante reductor de agua de rango medio tipo D (entre el 5 y el 15% del agua de amasado), destacándose que logra acabados superiores y mejora las resistencias en todas las edades del concreto. Cumple con la norma ASTM C 494 tipo D y tiene una densidad de 1,13 kg / litro. Puede usarse con aditivos inclusores de aire. Viene en presentaciones de tambor de 208 litros o a granel y su dosificación recomendada es de 250 a 900 ml por cada 100 kg de cemento (0,28 a 1,02%). El producto tiene una vida útil en almacenamiento adecuado de 12 meses. (BASF, 2017)

Aditivos plastificantes de Cemex

Fluidx U16 según su ficha técnica es un aditivo líquido de color café oscuro plastificante y mejorador de resistencias para mezclas secas (De requerirlo reduce el agua de amasado en 29%). Es muy recomendado para mezclas donde se requiera mejorar y acelerar el llenado de moldes. Tiene una densidad de 1,19 a 1,21 gr/ml, su dosificación recomendada es de 4 a 7 ml por kg de cemento (0,48 a 0,84%). Su presentación viene a granel y su tiempo de almacenamiento en condiciones adecuadas es de 6 meses. (Cemex Innovation Holding, 2020)

Aditivos incorporadores de aire

Los aditivos incorporadores de agua aumentan la durabilidad del concreto, especialmente en los climas donde hay hielo / deshielo y siendo muy notorio en estructuras que tienen una relación superficie / volumen alta, tales como pavimentos y pisos, teniendo en cuenta que cuando el agua se congela aumenta su volumen en un 9% lo cual al ocurrir dentro de la matriz del concreto endurecido causa incremento en los esfuerzos internos microfisurando el material y contribuyendo por tanto a su desintegración gradual. Sin embargo este comportamiento cambia sustancialmente por el tamaño de las esferas de aire y su distanciamiento. Se definió por ello una distancia mínima entre burbujas de aire, densidad volumétrica mínima denominada como factor

de espaciamiento la cual se recomienda cercana a 250 micras. El diseño, empleo y uso de un concreto con aire incorporado requiere de especial cuidado y un trabajo previo de laboratorio. Las características de las esferas de aire son función de todos los componentes del concreto y dependen también de sus condiciones de puesta en obra (temperatura, vibración, fricción de la superficie, vibración, cantidad de mezclado), así como del tipo de incorporador de aire empleado. Actualmente se usan resinas, sales sulfonadas, aceites grasos, detergentes sintéticos y el aire incorporado varía entre 3% y 7% del volumen total del concreto pero puede perderse con los procesos de transporte, bombeo o lanzado. Es de especial cuidado que puede afectar la resistencia mecánica del material, por lo cual debe analizarse seriamente durante el proceso de diseño. (Sika, 2014).

Aditivos incorporadores de aire de Sika

Sika Aer D según su hoja de datos es un incorporador de aire, en estado líquido y no contiene cloruros. Es un líquido de color ámbar que viene en presentación de 200 kg y a granel, con un 1 año de vida útil en recipiente. Su densidad es de 1 kg/litro y su dosificación recomendada es de 0,1 al 0,6% del peso del cemento de la mezcla. Se usa en diferentes tipos de prefabricados, disminuye la permeabilidad y aumenta la fluidez del concreto, disminuye la exudación de la mezcla, mejora notablemente la apariencia y consistencia de las mezclas ásperas elaboradas con agregados de trituración (como es el caso de los bloques de la losa prefabricada Procometal) o con deficiencia de finos, además no afecta el tiempo de fraguado. Se recomienda adicionarlo a la mezcla disuelto en la última porción de agua de amasado o directamente al agua de amasado siendo preferible hacerlo antes del cemento y los agregados; en todos los casos “debe” usarse con reductores de agua como Plastiment dosificados en recipientes diferentes. De igual forma, debe tenerse un intenso control sobre la granulometría de la mezcla. Debe ajustarse

la dosis de aditivo de manera que el contenido de aire obtenido no sobrepase el 6% y así mismo el tiempo de mezclado debe incrementarse en un 25%. (Sika, 2017)

Aditivos incorporadores de aire de Toxement

Airtoc D es según su ficha técnica es un aditivo líquido de color ámbar, incorporador de aire a base de resinas neutralizadas, que cumple con las normas ASTM C-260 y tiene una densidad de 1 kg/litro y viene en presentación de 200 kg o a granel con una vida útil de almacenamiento de 1 año. La empresa Toxement recomienda usarlo en estructuras expuestas a la acción de aguas agresivas y grandes fluctuaciones de temperatura y en prefabricados tales como bloques (como en este proyecto), tubos y postes. La ficha del producto también recalca que Airtoc no es tóxico ni inflamable, no afecta el tiempo de fraguado, aumenta la plasticidad y la impermeabilidad del concreto. La dosificación recomendada es del 0,25 al 0,5% del peso del cemento, es decir que por saco de 50 kg se necesita de 125 ml a 250 ml, logrando incorporar del 3 al 6% de aire en el concreto. Para aplicarlo se debe hacer en el agua de amasado manteniendo la mezcla en movimiento por 5 minutos. Si se usa con otros productos, deben dosificarse por separado. Este producto es compatible con Eucon N (plastificante) (Euclid Chemical Toxement, 2020).

Eucon Air Mac 12D según su ficha técnica es un aditivo líquido color traslúcido incorporador de aire apropiado para su utilización en todo tipo de concreto que viene en presentaciones de garrafa de 19 kg, tambor de 200 kg o a granel; no contiene cloruros u otros materiales que puedan favorecer la corrosión del acero y cumple con las normas ASTM C – 260. Tiene una densidad de 1,01 kg/litro y su dosificación recomendada es de 40 ml a 800 ml por cada 100 kg (2 bultos de cemento) según la inclusión de aire esperada. Debe adicionarse al agua de amasado o a la arena pero nunca directo al cemento y si se usa con otros aditivos, deben

dosificarse por separado, siendo recomendable que luego de aplicado se mezcle durante 5 a 10 minutos más. Debe tenerse especial cuidado de no incorporar aire excesivo para no reducir la resistencia del concreto. (Euclid chemical Toxement, 2020)

Aditivos incorporadores de aire de Basf

Master air 920 según el catálogo de productos de BASF es un aditivo inclusor de aire estabilizado para el concreto, recomendado para estructuras expuestas a congelamiento y deshielo, así como para concretos de peso ligero. Su presentación viene en tambores de 208 litros (55 galones) o a granel, su densidad es de 1 gr /cm³. Para determinarse el contenido de aire se recomienda usar el Método de Prueba Estándar de ASTM C 173 / C 173 M. Su dosificación puede estar entre 0,02 y 0,05% en volumen por cada 100 kg de peso del cemento, aunque se recomienda hacer en obra el chequeo del volumen de aire ocluido en la mezcla según el método estándar y hacer los ajustes requeridos. La vida útil del producto en condiciones de almacenamiento adecuadas son de 18 meses. (BASF, 2017)

Aditivos incorporadores de aire de Cemex

Isosfere 5200 según su hoja de datos, es un aditivo líquido transparente a base de componentes tensoactivos, para incluir una cantidad controlada de aire en el concreto, mejorando la fluidez de este, obteniendo masas unitarias más bajas y por tanto aliviando las estructuras. Tiene una densidad e 0,98 a 1,02 gr/ml y su dosificación recomendada es de 0,05 a 0,5% en función del cemento. Su presentación es a granel y su tiempo de almacenamiento en condiciones adecuadas es de 12 meses. (Cemex Innovation Holding, 2020)

Isofoam 520 según su ficha técnica, es un agente espumante de color amarillo que permite la formación de aire controlada, especialmente recomendada en los sistemas de

construcción de peso ligero. Tiene una densidad de 1,02 a 1,06 gr/ml y su dosificación va del 0,2 al 1% en función del material cementante. Bajo condiciones adecuadas de almacenamiento puede durar 12 meses el producto. (Cemex Innovation Holding, 2020)

Identificación de aditivos para aumentar la resistencia del concreto, mejorar el acabado de los bloques y para reducir el peso del concreto

A continuación se presenta una tabla resumen de los aditivos preseleccionados según su aporte en las características de calidad buscadas y su casa matriz:

Tabla 2

Relación de aditivos preseleccionados.

Fuente: El autor.

Ítem	Productor	Aditivo	Aumenta Resistencia	Mejora Acabado	Reduce Peso
1	Sika	Plastiment TM8	X	X	
2	Sika	Plastiment AD60	X	X	
3	Sika	Sika Aer D		X	X
4	Toxement	Eucon 35F	X	X	
5	Toxement	Eucon 37	X	X	
6	Toxement	Plastol Precast HS	X	X	
7	Toxement	Airtoc D		X	X
8	Toxement	Eucon Air Mac 12D		X	X
9	BASF	Master Glenium 3400	X	X	
10	BASF	Master Polyheed 853	X	X	

11	BASF	Master Air 920		X	X
12	Cemex	Fluidx U16	X	X	
13	Cemex	Isosfere 5200	X	X	
14	Cemex	Isofoam 520		X	X

Nota. La tabla muestra la Relación de aditivos preseleccionados

Análisis de fichas técnicas y preselección de aditivos

Luego de revisar las fichas técnicas de los aditivos hallados, se hace un nuevo filtro obteniendo los siguientes:

Del productor Sika, se elige Plastiment AD 60 el cual es un plastificante de mediano rango, capaz de reducir un 20% de agua (más que Plastiment TM8), incrementando la resistencia mecánica en todas las edades y mejorando el acabado del concreto a la vista. Su dosificación es de 0,3 – 1% del peso del cemento; como opción reductor de aire se elige Sika Aer D, aditivo líquido usado para prefabricados, que mejora la apariencia especialmente en mezclas ásperas y recomiendan usarla en conjunto con reductores de agua justo como Plastiment; la dosis recomendada de este es 0,1 – 0,6% del peso del cemento. Se recomienda no sobrepasar el 6% de volumen de aire incluido en la mezcla.

Del productor Toxement se elige Plastol Precast HS como reductor de agua de alto rango o superplastificante recomendado para la elaboración de prefabricados, especialmente cuando manejan mezclas muy secas; la dosificación es menor que en las otras dos opciones ofrecidas, además que es un producto especializado para prefabricados, siendo de 0,15 – 0,8% del peso del cemento. Como aditivo incorporador de aire se elige uno líquido, el Airtoc D, recomendado para prefabricados como bloques el cual logra del 3 al 6% de aire incorporado con una dosificación de 125 – 250 ml por cada saco de 50 kg de cemento.

Del productor Basf se toma Master Polyheed 853 el cual es un plastificante reductor de agua de medio rango que logra disminuir el agua requerida entre el 5 y 15%; la ficha del producto enfatiza que puede usarse con inclusores de aire y la dosificación recomendada es de 250 a 900 ml por cada 100 kg de peso de cemento (2 bultos). Para aditivo inclusor de aire se toma Master Air 920 el cual es recomendado para hacer concretos de peso ligero y su dosificación está entre 0,02 y 0,05% por cada 100 kg de peso de cemento.

Del productor Cemex se toma el aditivo Fluidx U16 plastificante y mejorador de resistencia para mezclas secas, recomendado para prefabricados, con una dosificación entre 4 – 7 ml por cada kg de cemento. Como inclusores de aire, Cemex ofrece 2 aditivos aptos pero se selecciona Isosfere 5200 por su menor dosificación requerida: 0,05 – 0,5% del peso de cemento.

En resumen, resultan los siguientes diseños de mezcla a realizar:

Diseño 1 con Plastiment AD60 y Sika Aer D (Sika)

Diseño 2 con Plastol Precast HS y Airtoc D (Toxement)

Diseño 3 con Master Polyheed 853 y Master Air 920 (BASF)

Diseño 4 con Fluidx U16 y Isosfere 5200 (Cemex)

Diseños de mezclas de concreto para los aditivos preseleccionados

Mezcla de control usada en el concreto convencional de los bloques Procometal

La mezcla de control será la de hacer comparación posteriormente; fue realizado por el laboratorio Ingequality de Villavicencio, un diseño de mezcla de control sin aditivos, de la siguiente forma:

Figura 6

Diseño de mezcla de control

Fuente: (Ingequality S.A.S, 2022)

Resistencia $f'c$ (p.s.i)	PROPORCIONES		
	EN PESO		
	CEMENTO	ARENA	GRAVA
3000	1	2.34	2.01
Resistencia $f'c$ (p.s.i)	PROPORCIONES		
	EN VOLUMEN		
	CEMENTO	ARENA	GRAVA
3000	1	1.82	1.86
PROPORCIONES EN BALDES DE 10 LTS			
PARA 1 BULTO DE CEMENTO (50Kg)			
$f'c$ (PSI)	ARENA	GRAVA	AGUA
3000	7.3	7.4	2.8
PROPORCIONES EN BALDES DE 8 LTS			
PARA 1 BULTO DE CEMENTO (50Kg)			
$f'c$ (PSI)	ARENA	GRAVA	AGUA
3000	9.1	9.3	3.5
$f'c$ (p.s.i)	CEMENTO (Btos/m ³)		
3000	7.6		

Nota. La figura muestra el Diseño de mezcla de control

Para el presente estudio no se pretende disminuir la cantidad de cemento sino el aumentar la Resistencia con el uso de los plastificantes. Teniendo en cuenta este parámetro, se procede a plantear los siguientes diseños de mezcla con cada conjunto de aditivos.

*Diseños de mezcla con cada casa productora***Tabla 3**

Diseños de mezcla con aditivos de cada casa productora en Colombia con dosificaciones mínimas de cada uno.

Fuente: El Autor.

Cantidades requeridas para preparación de mezcla de 3000 psi con 1 bulto de cemento de 50 kg (según diseño patrón)						
Mezcla	Cemento (bulto de 50 kg)	Arena (balde de 8 lt)	Grava 1/2" (balde de 8 lt)	Agua reducida (baldes de 8 lt)	Plastificante (lt)	Incorporador de aire (lt)
Sika (diseño 1 de mezcla)	1	9,1	9,3	2,8	0,12	0,05
Toxement (diseño 2 de mezcla)	1	9,1	9,3	2,45	0,07	0,13
Basf (diseño 3 de mezcla)	1	9,1	9,3	3,15	0,12	0,01
Cemex (diseño 4 de mezcla)	1	9,1	9,3	2,8	0,20	0,03
Cantidades requeridas para preparación de 1 m3 de mezcla (según diseño patrón) (7,6 bultos /m3 de mezcla de concreto de 3000 psi)						
Mezcla	Cemento (bulto de 50 kg)	Arena (balde de 8 lt)	Grava 1/2" (balde de 8 lt)	Agua reducida (baldes de 8 lt)	Plastificante (lt)	Incorporador de aire (lt)
Sika (diseño 1 de mezcla)	7,6	69,16	70,68	21,28	0,94	0,38
Toxement (diseño 2 de mezcla)	7,6	69,16	70,68	18,62	0,52	0,95
Basf (diseño 3 de mezcla)	7,6	69,16	70,68	23,94	0,94	0,08
Cemex (diseño 4 de mezcla)	7,6	69,16	70,68	21,28	1,52	0,19

Nota. La presente tabla muestra los diseños de mezcla con aditivos de cada casa productora en Colombia con dosificaciones mínimas de cada uno.

Recursos e infraestructura disponibles

Figura 7

Patio de disposición de agregados pétreos para preparación de concreto.

Fuente: El autor.



Nota. La Ilustración muestra el patio de operaciones de Procometal

Figura 8

Rieles en lámina metálica para fundir viguetas prefabricadas al armar la celosía de las mismas.

Fuente: El Autor.



Nota. En la imagen se observan los rieles de las viguetas.

Figura 9**Patio de almacenamiento de bloques de la losa de entrepiso.****Fuente: El Autor.**

Nota. Se observa el patio de almacenamiento.

Actualmente, se cuenta con un lote de 1500 m² en arriendo en el barrio Villa Juliana de Villavicencio, localizado en la carrera 41 N. 85 – 55 con una infraestructura básica compuesta de una estructura metálica de cubierta para área de armado y fundida de viguetas, así como para prensado de bloques de hormigón. El área no cubierta se distribuye para almacenamiento de los bloques y viguetas en proceso de curado, el almacenamiento de agregados pétreos como materia prima del concreto y área de acceso y cargue de vehículos. Adicionalmente se dispone de una oficina sencilla para atención del cliente.

Figura 10

Localización de la planta actual de Procometal.

Fuente: El autor.



Nota. Se observa la localización de la empresa actualmente.

Maquinaria y Tecnologías

La empresa actualmente cuenta con maquinaria y tecnologías muy básicas, consistentes en solamente formaletas metálicas para los bloques N.1, N.2, N.3, equipos comunes de soldadura en arco para trabajo pesado y formaletas metálicas para las viguetas. La empresa opta por la elaboración manual del concreto ya que se trata de mezclas secas que serían de muy difícil manejo en mezcladoras tradicionales de tambor.

Figura 11

Llenado de la formaleta para realizar bloque.

Fuente: El autor.



Nota.: Se observa el operador llenando la formaleta

Figura 12

Apisonado manual de la mezcla en la formaleta de bloque.

Fuente: El autor.



Nota. El operador está compactando manualmente el bloque.

Materias primas

Se tomaron muestras de las materias primas tipo agregado, procedentes de la mina Gravicón, cuya fuente es el río Guayuriba en Villavicencio, para realizar su correspondiente análisis granulométrico. A partir de las curvas granulométricas, se puede una descripción técnica de los materiales usados en la preparación del concreto de bloques y viguetas en la empresa Procometal.

Por otra parte, el cemento usado es Gris Portlant tipo I de uso general, que cumple con norma técnica colombiana NTC 121 (Tipo UG), trabajando con un peso específico es de 2,83 gr/cm³. La arena de planta (agregado fino) y el triturado de ½" son de la planta Gravicón de Villavicencio, para lo cual se realizó un muestreo de los materiales de dicha planta, arrojando los siguientes resultados:

Figura 13

Granulometría de agregados.

Fuente: (Inequality S.A.S, 2022)

Granulometría de los Agregados.

TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	% PASA GRAVA	% PASA ARENA
1 1/2"	38.10	100.0	100.0
1"	25.40	100.0	100.0
3/4"	19.00	100.0	100.0
1/2"	12.70	96.8	100.0
3/8"	9.51	76.0	100.0
Nº4	4.76	6.5	100.0
Nº8	2.38	0.4	82.4
Nº 16	1.19	0.1	62.3
Nº 30	0.595	0.0	37.9
Nº 50	0.297	0.0	20.5
Nº 100	0.149	0.0	10.5

Nota. Granulometría de los agregados

Figura 14

Características de los agregados.

Fuente: (Inequality S.A.S, 2022)

CARACTERÍSTICAS	ARENA
A. Modulo de Finura (MF)	2.13
B. Tamaño máximo (TM)	3/8"
C. Tamaño Máx. Nominal (TN)	Nº4
D. Cont. Materia Orgánica (MO)	1
E. Absorción (%)	0.73
F. Peso específico aparente seco (Kg/m ³)	2677
G. Peso Unitario seco suelto (Kg/m ³)	1608
H. Peso Unitario seco compactado (Kg/m ³)	1875
I. Humedad (%)	7.59%

CARACTERÍSTICAS	GRAVA
A. Tamaño máximo (TM)	3/4"
B. Tamaño Máx. Nominal (TN)	1/2"
C. Cont. Materia Orgánica (MO)	-
D. Absorción (%)	0.91
E. Peso específico aparente seco (Kg/m ³)	2594
F. Peso Unitario seco suelto (Kg/m ³)	1355
G. Peso Unitario seco compactado (Kg/m ³)	1517
H. Humedad (%)	0.47%

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
A. Peso específico (gr/cm ³)	2.83

Nota.: Se pueden observar las características de los agregados

Procesos industriales

Para la realización de los bloques se lleva a cabo inicialmente la adquisición de materias primas (cemento Portland tipo 1, arena lavada y gravilla triturada de ½ pulgada de fuente Gravicón); el cemento debe ser almacenado sobre estibas protegido de todo tipo de humedad y los agregados pétreos pueden ser dispuestos al descubierto. Los operarios proceden a realizar una mezcla semiseca de tipo totalmente manual, la cual depositan con palustres a las formaletas, que previamente se apoyaron en tablas provisionales, que su vez se sientan en mesas vibratorias eléctricas; el un vibrado mecánico por las mesas metálicas se intercala con el apisonado manual del operario en tres capas. Luego de quedar correctamente vibrado y apisonado, se levanta cuidadosamente la formaleta metálica del bloque y se retira el bloque armado y fresco cuidadosamente hacia el área de secado y curado (bajo cubierta), transportándolos con ayuda de la tabla. Luego de 4 horas, todos los bloques de la jornada deben entrar a proceso de curado con agua por mínimo 7 días antes de salir de la fábrica hacia las diferentes obras.

Para la realización de las viguetas se procede cortar con una cizalla metálica las barras corrugadas en los diámetros según el diseño estructural revisado para los intervalos preestablecidos de losa tipo 1, 2 y 3 de acuerdo a las luces (distancias entre columnas) y cargas de cada obra; a continuación se procede a soldar (con soldadura 6013) cada vigueta en la longitud correspondiente, como se registra en las órdenes de producción, las cuales son elaboradas posteriores al plano de cada losa de entrepiso de cada obra en específico; luego de su armado, deben ser fundidas en su base (con ayuda de los rieles de lámina metálica, localizados bajo cubierta), para lo cual, se procede a mezclar concreto con un 15% de agua que la mezcla de los bloques. Al igual que los bloques, las viguetas deben ser curadas con agua desde sus primeras 4 horas de fundidas y a continuación por 7 días más.

Figura 15

Apariencia final de los bloques y las viguetas terminados de fabricar y forma de montaje en obra.

Fuente: El autor.



Nota. Vista de montaje de placa Procometal

Controles de calidad

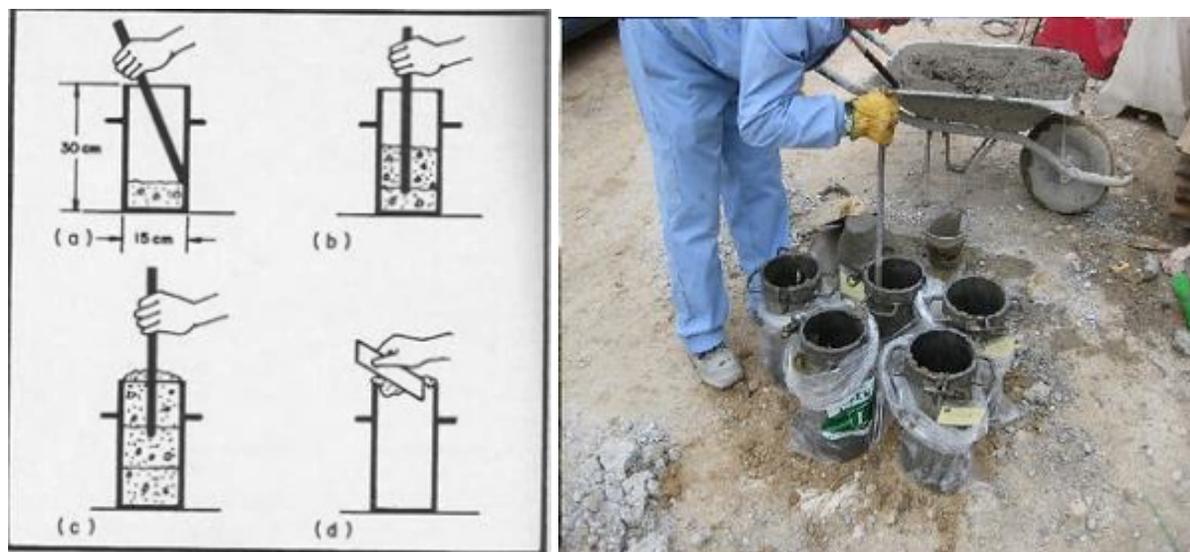
Actualmente los controles de calidad aplicados a los bloques y viguetas son de tipo visual, para lo cual se requiere de un ojo experto para revisar soldaduras de las viguetas, las cuales no deben presentar descascaramientos ni escoria en los puntos soldados de las barras corrugadas y unidas en celosía; en el caso de los bloques, no deben mostrar ningún tipo de fisura

y su coloración debe ser oscura al fraguar, indicando que está siendo constantemente hidratado para que el concreto de los bloques y viguetas no detenga su capacidad de reacción y se afecte por el fenómeno de retracción de fraguado, que en el lenguaje de los operarios se menciona como bloques o viguetas quemadas. En el desarrollo de este proyecto se recomienda adicionarle controles de calidad a la mezcla, tomando muestras aleatorias en formaletas para cilindros de prueba como lo indica la norma NTS 454:

Figura 16

Proceso de toma de muestras de concreto.

Fuente: (DiPaz, 2020)



Nota. Procedimiento de toma de muestra para ensayo a la compresión

Recursos humanos

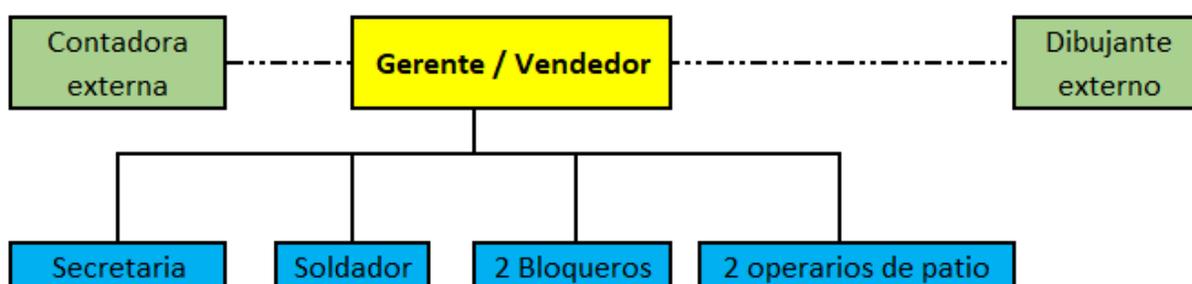
Actualmente la empresa pasa por un punto crítico en el cual su infraestructura ya o es propia, por el contrario debió tomarse en arriendo un terreno y adecuarlo parcialmente para desarrollar las funciones propias de la empresa, el creador, ingeniero civil estructural y

propietario falleció, quedando varios hijos en discordia por el manejo de la empresa, a manos de un gerente que delegó el mismo creador, muy hábil en captación de clientes pero sin el conocimiento técnico que requiere el producto para continuar y mejorar. Esta autora busca mejorar aún más el producto con el apoyo de conocimiento científico y gerencial, para posicionar el producto en el lugar que debería tener en el mercado nacional e internacional. A continuación se presenta la actual planta de personal de la empresa:

Figura 17

Organigrama actual de la empresa.

Fuente: El autor.



Nota.. Organigrama de Procometal

Formación requerida, capacitación, aptitudes y experiencia necesaria para el proyecto.

Actualmente la empresa no cuenta con ningún recurso humano de apoyo técnico, lo cual hace que la fabricación del producto sea realizada solo de manera empírica y sin ningún tipo de comprobación o diseño estructural, lo cual es necesario para dar atención especial que cada obra, ya que cada una requiere por sus cargas particulares y condiciones de apoyo distintas un tratamiento diferenciado de la configuración de los elementos que forman la losa de entrespaño: bloques, viguetas, vigas de carga y de requerirlo, diseño de capiteles o vigas con sobre-espesor, para garantizar la estabilidad de la losa. El presente trabajo de grado no se centra en la estructura

organizacional de la organización sino en el mejoramiento de su producto, por lo tanto, este tema puede quedar pendiente para una próxima investigación.

En términos generales, la empresa ha logrado apenas subsistir con un gerente vendedor sin formación empresarial, pero con una muy buena aptitud y habilidad hacia la captación de clientes, un dibujante técnico y una contadora como apoyo externo, contratados solo puntualmente para momentos específicos, una secretaria que realiza todas las funciones de manejo básico de archivo, papelería contable, publicidad, administración del recurso humano, gestión de materiales y proveedores. Así mismo, se cuenta con un soldador empírico sin formación técnica pero con 10 años de experiencia, dos bloqueros y 2 operarios de patio, quienes deben tener fuerza física y conocimiento básico en la preparación de concreto.

Viabilidad legal y medioambiental

A continuación, se relaciona la normativa relacionada con el proyecto para realizar el respectivo análisis de su viabilidad general en este aspecto, ya que forma parte de la viabilidad técnica.

Normativa relacionada con el Proyecto

De acuerdo a lo mencionado en el marco legal del presente documento, este proyecto es congruente con las Normas Sismoresistentes Colombianas o NSR 10, específicamente con los capítulos: C.9.5 Control de deflexiones, C.10.12. Trasmisión de cargas de las columnas a través de las losas de entrepiso, D.4.7. Requisitos constructivos para losas de entrepiso, E.5. Losas de entrepiso, cubiertas, muros divisorios y parapetos.

Normativa laboral

En Colombia, las disposiciones oficiales en materia laboral, se tienen mediante el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, el decreto 1072 de 2015, actualizado al 2022,

(Ministerio del Trabajo. República de Colombia., 2022) el cual hace una compilación de todos los demás decretos puntuales relacionados con el tema. La empresa para la cual se lleva a cabo el presente proyecto, al igual que el 44,7% de la población de las 23 ciudades y áreas metropolitanas analizadas en Colombia por el (Dane. Información para todos., 2022) da empleo de manera informal a algunas personas. Al soldador, bloqueros y operarios de patio se les paga por labor realizada pero sin mantenerles un salario básico o reconocerles seguridad social o prestaciones de ley, lo cual significa que cuando no se tienen ventas los empleados operativos no tienen ningún tipo de ingreso; así mismo implica un grado de vulnerabilidad y desprotección extremos ante cualquier eventualidad, accidente laboral o no.

Derecho mercantil

Para Colombia, el derecho mercantil gira alrededor de la aplicación del Código de Comercio, el cual dispone todo lo relacionado con la creación y funcionamiento legal de una empresa en Colombia, teniendo en cuenta que en cada ciudad o municipio también deben cumplirse las disposiciones locales de Industria y Comercio. (Secretaría del Senado. Colombia., 2022). Por lo anterior, puede decirse que la empresa bajo análisis cumple con lo dispuesto en el Código de comercio en cuanto a creación, pago periódico de impuestos, (aunque con una contabilidad poco organizada e informal), emisión de facturas a los clientes y cumplimiento general con la entrega de productos y plazos estipulados.

Contabilidad

En la organización para la cual se está realizando la investigación de mejora de su producto, reina la informalidad en la facturación, es decir que se genera la factura de venta solo a aquellos clientes que declaran renta y requieren un pago de IVA de 19% que luego actuará a su

favor. Por lo tanto, la contabilidad es llevada de forma básica para el cumplimiento periódico de liquidación de renta, IVA, información Exógena, Retención en la fuente.

Normativa medioambiental

En Colombia rige la Ley 99 de 1993. «Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. (Red por la Justicia ambiental en Colombia, 2018).

Para el caso específico de la producción de losas de entrapiso de este proyecto, aplicarían las normas relacionadas con generación de residuos sólidos de construcción tipo escombros y la manipulación y desecho de residuos líquidos tipo combustibles, grasas no orgánicas y a futuro al ser implementado el proceso de mejora de los bloques, se introduciría el manejo en pequeñas cantidades de aditivos con fichas técnicas debidamente identificadas y manipulación controlada. Teniendo en cuenta lo anterior, la normatividad aplicable se enmarcaría en las resoluciones 541 de 1994 y en la 2309 de 1986.

La resolución 541 de 1994, la cual expide la reglamentación frente al cargue, descargue, transporte almacenamiento y disposición final de los escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de la industria de la construcción, de demolición y capa orgánica del subsuelo de excavación en Colombia. (Ministerio del Medio Ambiente, 1994)

La resolución 2309 de 1986, la cual reglamenta la denominación de residuos especiales, los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que sean patógenos, tóxicos, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivos o volatilizables y los empaques y envases que tengan contenido, lodos, cenizas y similares. (Alcaldía mayor de Bogotá, 1986).

Estudio de mercado

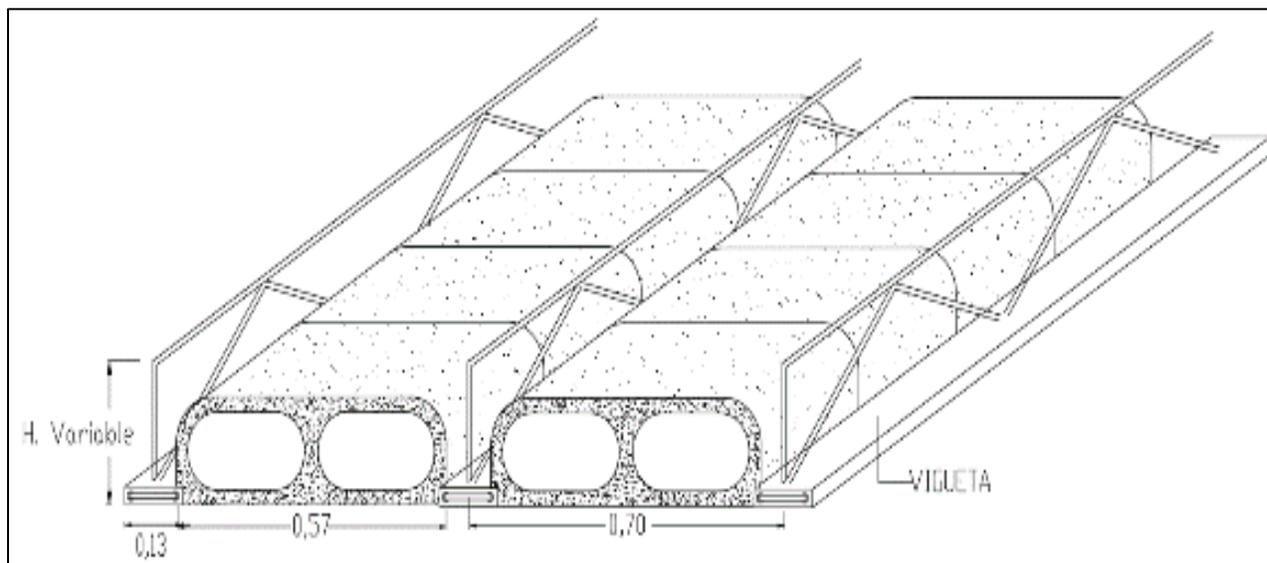
Propuesta de valor ofrecida, descripción del producto o servicio

Manteniendo el producto original, ofreciéndose mejoras tales como una mayor resistencia a los bloques durante su proceso de manipulación e instalación, acabado del bloque con menor rugosidad y peso del mismo menor, para aumentar su eficiencia en el comportamiento estructural.

Figura 18

Montaje de bloques y viguetas de la losa Procometal.

Fuente: El autor.



Nota.. Esquema isométrico del armado de la losa de entrepiso Procometal

Figura 19.

Necesidad de transitar sobre la losa de entrepiso durante el proceso de montaje.

Fuente: El autor.



Nota.. Tránsito de personal sobre la losa durante el armado.

Figura 20

Acabado inferior sin vigas a la vista.

Fuente: El autor.



Nota. Vista inferior de la losa armada

De mejorar la apariencia del bloque disminuyéndole su rugosidad, la losa podría competir con otras que siendo de unas resistencias finales muy bajas tienen mayor popularidad y reconocimiento, solamente por no requerir de aplicación de pañete en su cara inferior.

Figura 21

Vista de inferior de losa de entrepiso para grandes luces, con gran rigidez transversal y sin vigas a la vista.

Fuente: El autor.



Nota. Vista inferior de losa de gran distancia entre columnas

Actualmente en Colombia de acuerdo a las distancias entre columnas, se calculan los espesores de las mismas, pero al ser de muy poca resistencia las prefabricadas ofrecidas y más reconocidas, los diseñadores optan por el uso de casetones para armar en obra la losa de entrepiso, requiriendo de formaleta inferior, mayor tiempo de instalación, mayor cantidad de acero y mano de obra requeridos y mayores cantidades de concreto a instalar, adicional al trabajo posterior requerido de desencofre e instalación de pañete o cielorraso para una presentación agradable de la cara inferior de la losa. Tanto la losa prefabricada Procometal como la losa tipo

Casetón funcionan con el mismo principio del reticular celular en cuanto a proveer de un espesor mayor pero con aligeramientos de elementos huecos en la losa, sin embargo, la diferencia entre ambos sistemas radica primero en las ventajas de la prefabricación y en el material de los casetones. Actualmente existen ya en el mercado colombiano una amplia variedad de casetones: de esterilla (los más antiguos) de madera, de EPS (Poliestireno Expandido, conocido en Colombia como Icopor), de lona y marco en madera, y hasta metálicos retirables. Siendo el concreto el material que históricamente ha sido reconocido como más económico y versátil, es ideal para dichos elementos que toman el papel de los casetones, pero brindando de una vez un acabado final aceptado. Los vacíos de los casetones (bloques para el caso en estudio de la losa Procometal) son importantes no solo para el alivianamiento de la losa sino también para la instalación de ductos de electricidad o sanitarios.

Producto ofrecido respecto a la necesidad real del mercado

En las obras residenciales, que tradicionalmente manejan una cargas pequeñas y unas luces entre columnas muy cortas, los clientes no han dado tanta importancia a la alta rigidez y resistencia que ofrece la losa de entrepiso Procometal porque no comprenden el significado que conlleva en el ahorro de tiempo y recursos económicos, así como la libertad de diseñar arquitectónicamente con libertad sobre la losa, sin tener que restringirse a localizar muros en los mismos ejes del primer piso o sobre vigas, como en el caso de otras losas de entrepiso más reconocidas, las cuales son preferidas por los clientes por no requerir de pañete inferior pero que su resistencia de 180 kg/m² no es suficiente para cargar ni el peso de 1 m² de muro pañetado (250 kg/m²) frente a la resistencia ofrecida por la losa Procometal fundida y en funcionamiento de 1000 kg/m². Según proceso constructivo para otras losas de entrepiso de menor resistencia, deben levantarse los muros del primer nivel, confinarse con las columnas y coronarse con vigas

aéreas que cargarán el entrepiso a instalarse. Para el proceso constructivo de la losa de entrepiso Procometal, solamente deben construirse las columnas y si se quiere también los muros, procediendo luego a realizar el montaje de la losa de entrepiso compuesta por viguetas y sobre estas los bloques, amarrándolas en el sentido de carga con vigas que quedan embebidas en el mismo cuerpo de la losa y en el sentido perpendicular a estas van solo unas riostras, ahorrando por tanto casi un 50% del acero tradicional para la misma tarea y evitando que se vean las vigas por debajo de la losa al fundirla.

Figura 22

Acabado inferior de la losa de casetón de madera.

Fuente: El Autor.



Nota. Vista inferior de losa tipo casetón de guadua

Figura 23**Vigas requeridas para el montaje de losas como Placafácil o Metaldeck.**

Fuente: El Autor.



Nota. Construcción con vigas de entrepiso para sobreponer losas de la competencia de Procometal

Público interesado en comprar el producto ofrecido

El público interesado en comprar la losa de entrepiso Procometal está conformado por:

Constructores de urbanizaciones horizontales o verticales.

Constructores particulares de viviendas y comercios

Contratistas estatales para obras públicas.

Mercado presente y futuro

El año 2021 terminaría con 239.000 viviendas comercializadas, es decir que el 80% de los mercados regionales ya superaron los niveles de ventas prepandemia, demostrando que dicho

sector fue en este año el principal de inversión de los colombianos; el 64,7% de ese número de viviendas correspondió a viviendas de interés social, adicionalmente se conoce que hay 18.000 proyectos constructivos nuevos de edificaciones en más de 90 municipios. (Camacol. Cámara Colombiana de la Construcción., 2021) Para Villavicencio, se adjudicaron licencias de construcción para 189.000 metros cuadrados, de los cuales el 67% era para construcción de vivienda, para Restrepo, 84.000 m² de construcción de vivienda y así mismo en Acacías 49.000 metros cuadrados para este mismo destino. (Camacol. Camara colombiana de la Construcción., 2019). No se han encontrado estadísticas precisas del porcentaje de mercado que tienen actualmente Acesco como fabricante de la losa de entrepiso Metaldeck y Colmena aliada con ladrillera Santafé para producir la losa Placa Fácil, sin embargo son las más utilizadas en el medio regional y nacional. La losa Procometal podría tomar una gran proporción del mercado de estos dos productores cuando consiga reducir significativamente el peso de sus bloques y cuando mejore la superficie de su cara inferior para no requerir aplicación de pañete.

Predicciones de ventas, perspectivas de crecimiento

En el entendido de que el proyecto actual se enfoca no en el estudio de factibilidad de la losa de entrepiso sino en la factibilidad de usar aditivos para el concreto para mejorar las propiedades de los bloques, no se realizará predicción de ventas, lo cual requeriría de un estudio mucho más amplio y detallado.

Capacidad adquisitiva de los clientes potenciales a los que se dirige el Proyecto

Aplicando el mismo análisis del numeral anterior, ya que no se está realizando estudio de factibilidad a la losa de entrepiso sino al proyecto de mejorar las propiedades de los bloques de las losas de entrepiso, no se realizarán análisis más detallados al respecto; adicionalmente, el precio unitario inicial de la losa de entrepiso Procometal siempre se ha encontrado en el

promedio de los demás competidores, por lo tanto, es una variable que no afecta los resultados del presente análisis.

Competencia en el sector actual y futuro

La losa Metaldeck, requiere de realización de vigas previas al montaje de los perfiles en lámina delgada sencillas, compuesto, perlines o perfiles de alma llena (dependiendo de las cargas de cada obra particular) y sobre ellos la lámina colaborante. Los perfiles necesitan ser instalados con equipo de soldadura y debe haber quedado previamente anclajes o puntos de conexión metálicos embebidos en las vigas de concreto, pues de lo contrario se necesitaría romper las vigas en los puntos de conexión hasta encontrar los aceros para soldar los perfiles a ellos. Debido a la superficie relativamente lisa de la lámina colaborante, deben ser instalados conectores de cortante para que al flectarse la lámina bajo el efecto normal de las cargas pueda trabajar verdaderamente en conjunto con la capa de concreto y esta última no se deslice bajo las cargas horizontales o de cortante. La empresa cuenta con un software avanzado de diseño que brinda facilidad a los ingenieros estructurales o a los proyectistas para elegir los perfiles, tipo de lámina colaborante y espesor de concreto requeridos de acuerdo a las cargas que deben ser aplicadas. Otra ventaja que presenta es que no requiere formaleta inferior y es fácil transitar sobre ella durante el montaje, sin embargo, para la instalación de ductos sanitarios se debe decidir entre dos opciones para ocultar estos elementos: uno es dejarlos descolgados bajo la losa y ocultarlos instalando cielorraso y la otra es generando un sobreepesor o escalón en los sitios que requieren su instalación como baños, cocinas o patios, lo cual no es tan conveniente. Para lograr diseños acústicos, en los cuales el grado de vibración de las cargas de servicio sobre la losa de entrepiso no sea molesto para quienes estén bajo la placa se puede obtener seleccionando perfiles de mayor sección, pero ello conduce a incrementar los costos de manera muy significativa. La losa de

concreto que va sobre la lámina colaborante debe llevar malla electrosoldada calculada según las cargas también.

Figura 24

Acabado inferior de losa Metaldeck .

Fuente: (Acesco SA, 2022)

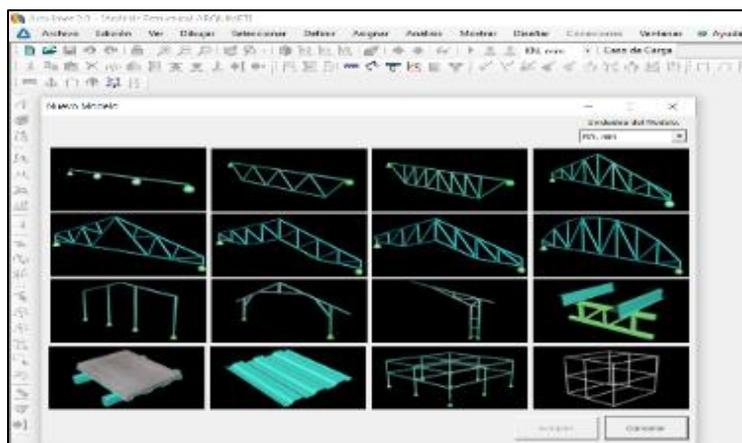


Nota. Vista inferior de la losa Metaldeck

Figura 25

Pantallazo de software Arquimet para su cálculo.

Fuente: El Autor.



Nota. Imagen del software de Metaldeck

La Placa fácil, requiere también de vigas previas a la instalación de la losa de la misma manera que la Metaldeck y por ser perfiles de lámina delgada requieren también de equipo de soldadura y conexión previamente instalada de las vigas de concreto o puntear esas hasta alcanzar sus aceros para realizar las soldaduras a este refuerzo. En clima tropical como el Colombia y especialmente en zonas costeras, las viguetas o perfiles sufren una extrema corrosión que aunque sean pintados de forma externa, desde su superficie interna se deterioran rápidamente con vidas útiles que pueden no superar los 10 años dependiendo de la agresividad del ambiente y por tanto poniendo en grave riesgo la estabilidad de la obra y la seguridad de sus habitantes. No requiere de pañete inferior pero si no se quiere realizar sobreespesores de concreto para ocultar lo ductos sanitarios puede instalársele cielorraso. Una ventaja que tiene es que tiene un bajo peso por área, pero su resistencia es tan baja que no soporta ni siquiera el peso de 1 metro cuadrado de muro pañetado, por lo cual sus fabricantes exigen que para los muros en el piso superior deben ser sobrepuestos o iguales a los del piso inferior o en su defecto ser apoyados directamente sobre vigas y nunca sobre la losa. No requiere de formaleta inferior tampoco, lo cual es una ventaja. Este entrepiso requiere de instalación de malla electrosoldada también y su proceso de montaje suele ser variado por los constructores dejándola solo sobrepuesta sobre las vigas de concreto y por tanto solo apoyándose verticalmente pero no soportando ningún tipo de carga horizontal como en el caso de sismos.

Figura 26**Vista de acabado inferior de losa Placa Fácil.****Fuente: (Ladrillera Santafé, 2018)**

Nota. Vista inferior de la losa Placa Fácil.

Los casetones, existen en gran variedad en el país, tales como esterilla, madera, marco de madera y lona, icopor, retirables metálicos. Este tipo de losa no es prefabricado sino instalado en sitio y requiere de gran mano de obra, formaleta inferior para su armado y durante el fraguado de al menos 14 o 28 días según la resistencia mínima requerida. Cada losa de este tipo es personalizada ya que obedece al diseño específico para las cargas de la obra. Requiere de una torta inferior, pañete o en su defecto de instalación de cielorraso con excepción de los casetones retirables cuyo acabado final es muy estético.

Figura 27**Instalación de bloques de icopor en losa de casetón.****Fuente: (Materiales y recubrimientos, 2020)**

Nota. Aligeramiento de losa con bloques de icopor.

Análisis de la tendencia de la industria

Como lo muestran las estadísticas del Dane y Camacol, la tendencia de la industria de la construcción en Colombia es creciente y corresponde al sector más importante del PIB en el país, aportando empleos directos e indirectos y contribuyendo por tanto de forma muy importante a la economía del país.

Estudio financiero***Capacidad económica para poner en marcha y mantener en funcionamiento el Proyecto***

Actualmente la empresa no cuenta con recursos financieros para implementar los cambios necesarios para mejorar los bloques de acuerdo a lo concluido en el presente estudio, pero el alcance de este proyecto no incluye la puesta en marcha de la fase de implementación del mismo, sino que corresponde a una fase de investigación requerida para luego dar ese siguiente paso.

Inversión inicial requerida

La inversión inicial requerida correspondería a la compra de los aditivos para ser incorporados al concreto como elemento nuevo en el proceso de fabricación de acuerdo a los resultados obtenidos preliminarmente en esta investigación y llevados más a detalle tras la realización de los respectivos ensayos de laboratorio. La logística del proceso no se ve afectada respecto de la inicial, pero se tiene inconvenientes en cuanto a los volúmenes de compra ya que son requeridos volúmenes pequeños a usar, pero que los fabricantes y distribuidores actualmente no venden en cantidades pequeñas. Esta dificultad podría ser tratada a nivel gerencial con acuerdos de alianzas estratégicas y convenios especiales.

Identificación de costos

Para la identificación de costos, se realizó un diseño de mezcla patrón y se incorporó preliminarmente una dosificación mínima de cada producto a ella. A continuación se presentan las dosificaciones y densidades de cada producto usadas para las respectivas conversiones en los cálculos realizados:

Tabla 4

Densidades y dosificaciones de cada producto.

Fuente: El autor a partir de las fichas técnicas de cada producto.

DENSIDADES Y DOSIFICACIONES SEGÚN FICHAS TÉCNICAS.			
Casa matriz	Criterio	Plastificante	Incorporador de aire
SIKA (diseño 1 de mezcla)		Plastiment AD60	Sika Aer D
	Dosif. Min. (% del cemento)	0,30%	0,10%
	Dosif. Max. (% del cemento)	1%	0,60%
	Dosificación media(% del cemento)	0,65%	0,35%
	Reduccion media de agua de amasado (%)	20,00%	
	Densidad (Kg/lt)	1,21	1
TOXEMENT (diseño 2 de mezcla)		Plastol Precast HS	Airtoc D
	Dosif. Min. (% del cemento)	0,15%	0,25%
	Dosif. Max. (% del cemento)	0,80%	0,50%
	Dosificación media(% del cemento)	0,48%	0,38%
	Reducción media de agua de amasado (%)	30,00%	
	Densidad (Kg/lt)	1,1	1
BASF (diseño 3 de mezcla)		Master Polyheed 853	Master Air 920
	Dosif. Min. (% del cemento)	0,28%	0,02%
	Dosif. Max. (% del cemento)	1,02%	0,05%
	Dosificación media(% del cemento)	0,65%	0,04%
	Reducción media de agua de amasado (%)	10,00%	
	Densidad (Kg/lt)	1,13	1
CEMEX (diseño 4 de mezcla)		Fluidx U16	Isosfere 5200
	Dosif. Min. (% del cemento)	0,48%	0,05%
	Dosif. Max. (% del cemento)	0,84%	0,50%
	Dosificación media(% del cemento)	0,66%	0,28%
	Reduccion media de agua de amasado (%)	20,00%	
	Densidad (Kg/lt)	1,2	1

Nota. Densidades y dosificaciones de cada aditivo preseleccionado

Para la realización de las cotizaciones el proceso fue arduo ya que no es común en el país el uso de aditivos por particulares. Algunos productos fueron muy difíciles de hallar proveedores y otros fueron totalmente descontinuados por falta de comercialización según indicaron las

mismas casa productoras. A continuación se presenta la investigación de campo para los precios de cada producto:

Tabla 5

Obtención de cotizaciones de aditivos.

Fuente: El Autor a partir de Investigación de campo realizada.

			Proveedor / contacto	Observaciones	Proveedor / contacto	Observaciones	Densidad (kg/lt)	Valor unit. Lt.
SIKA	Plastiment AD60	2 lt	Juan Pablo Coval (Bogotá) 315 4798755	No lo tienen				
	Sika Aer D	1,5 lt		Lo entregan en 6 días hábiles luego de pago el pedido. Presentación mínima de 200 kg	Homecenter Villavicencio	Venta por 1 kg		
TOXEMENT	Plastol Precast HS	2 lt	Soluciones y aplicaciones ASA (Bogotá)	Lo entregan en 3 días hábiles después del pago.			1,10	\$ 18.647
	Airtoc D	1,5 lt	3212022699		Homecenter Villavicencio	Venta por 20 kg	1,00	\$ 4.784
BASF	Master Polyheed 853	2 lt	Francisco Rueda, Coordinador de aditivos (3174334888)	La empresa Master Buiden Solutions encargada de los aditivos para la construcción se separó de BASF Chemical.			1,13	\$ 9.459
	Master Air 920	0,5 lt	y Angy Torres , Asesora de ventas (3174334897)				1,00	\$ 4.063
CEMEX	Fluidx U16	2 lt	Julian Mancipe (Cemex Villavicencio)	Muestras gratis Muestra gratis para realización de ensayos de laboratorio			1,20	\$ 3.802
	Isosfere 5200	1 lt	Gerente de aditivos Cemex Maria Andrea Martinez (311 220 98				1,00	\$ 3.284

06) y Maria
Carolina,
Asesora
comercial
Cemex en
Prefabricados
(311 220 91
56)

Nota. Explicación de proceso de obtención de cotizaciones.

Tabla 6

Valor unitario de cada mezcla.

Fuente: El Autor.

Proyección de presupuesto de materiales para 1 m3 de mezclas de concreto de 3000 psi con aditivos		Mezcla			
		Sika (diseño 1 de mezcla)	Toxement (diseño 2 de mezcla)	Basf (diseño 3 de mezcla)	Cemex (diseño 4 de mezcla)
Cemento	Valor unitario	\$ 27.500,00	\$ 27.500,00	\$ 27.500,00	\$ 27.500,00
	Unidad	Bulto de 50kg	Bulto de 50kg	Bulto de 50kg	Bulto de 50kg
	Cantidad requerida	7,6	7,6	7,6	7,6
	Subtotal	\$ 209.000,00	\$ 209.000,00	\$ 209.000,00	\$ 209.000,00
Arena	Valor unitario	\$ 288,00	\$ 288,00	\$ 288,00	\$ 288,00
	Unidad	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)
	Cantidad requerida	69,16	69,16	69,16	69,16
	Subtotal	\$ 19.918,08	\$ 19.918,08	\$ 19.918,08	\$ 19.918,08
Grava 1/2"	Valor unitario	\$ 272,00	\$ 272,00	\$ 272,00	\$ 272,00
	Unidad	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)
	Cantidad requerida	70,68	70,68	70,68	70,68
	Subtotal	\$ 19.224,96	\$ 19.224,96	\$ 19.224,96	\$ 19.224,96
Agua	Valor unitario	\$ 50,82	\$ 50,82	\$ 50,82	\$ 50,82
	Unidad	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)	(balde de 8 lt)
	Cantidad requerida	21,28	18,62	23,94	21,28
	Subtotal	\$ 1.081,45	\$ 946,27	\$ 1.216,63	\$ 1.081,45
Plastificante	Valor unitario	Descontinuados para mezclas semisecas	\$18.647,00	\$ 9.459,00	\$ 3.802,00
	Unidad	Lt	Lt	Lt	Lt

Incorporador aire	Cantidad requerida	0,94	0,52	0,94	1,52
	Subtotal		\$ 9.662,54	\$	\$
	Valor unitario	\$ 3.200	\$ 4.784	8.906,53 \$ 4.063	5.779,04 \$ 3.284
	Unidad	Lt	Lt	Lt	Lt
	Cantidad requerida	0,38	0,95	0,08	0,19
	Subtotal	\$	\$ 4.544,80	\$ 308,79	\$ 623,96
		1.216,00			
	Valor total / m3:		\$ 263.296,64	\$ 258.574,99	\$ 255.627,49

Nota. Presupuesto unitario de cada mezcla de concreto.

Relación calidad – precio

Para el cálculo de la relación calidad – precio se procedió a fallar a compresión primero dos bloques N.1 Procometal, previo pesaje de cada uno como patrones de comparación para los resultados a obtener en la investigación. Así mismo se procedió a realizar 20 muestras de concreto, siendo la muestra 1 la mezcla usada actualmente para fabricar los bloques, la muestra 2 es la mezcla diseñada en el laboratorio con los materiales provenientes de las mismas fuentes de materiales pétreos usadas por la fábrica (2 A y 2 B para fallar en distintas fechas). Las muestras de Toxement, Basf y Cemex, se agruparon en parejas idénticas para fallarse en dos fechas distintas, para posibilitar la creación de curvas de compresión más ajustadas (3 y 4, 5 y 6, 7 y 8 y así sucesivamente hasta la muestra 20) variando la dosificación del plastificante desde la mínima hasta la máxima y en el caso del incorporador de aire, usando la dosificación mínima recomendada por el productor, de tal forma que la inclusión de aire no fuese tan significativa como para afectar el aumento de resistencia debido al plastificante, es decir para no contrarrestar el efecto deseado.

Tabla 7

Diseño de muestras de concreto.**Fuente: El Autor.**

Diseño de muestras de concreto							
Muestra	Arena (lt)	Grava (lt)	Cemento (lt)	Agua (lt)	Plastificante (ml)	Incorporador aire (ml)	Observación
A					0	0	Bloque 1
B					0	0	Bloque 2
1	1,5	1,5	0,52	0,23	0	0	Mezcla usada actual
2	1,5	1,53	0,72	0,37	0	0	Diseño de mezcla realizado
3	1,5	1,53	0,72	0,37	1,1	0,36	Toxement:
4	1,5	1,53	0,72	0,37	1,1	0,36	Plastol Precast hs / airtoc d.
5	1,5	1,53	0,72	0,37	2,9	0,36	Disminución de agua por agregados húmedos
6	1,5	1,53	0,72	0,37	2,9	0,36	
7	1,5	1,53	0,72	0,37	5,7	0,36	
8	1,5	1,53	0,72	0,37	5,7	0,36	
9	1,5	1,53	0,72	0,52	2	0,36	Master Buidier
10	1,5	1,53	0,72	0,52	2	0,36	Solutions: Master
11	1,5	1,53	0,72	0,52	4	0,36	Polyheed 853 /
12	1,5	1,53	0,72	0,52	4	0,36	Master Air 920.
13	1,5	1,53	0,72	0,52	7,3	0,36	Agregados secos
14	1,5	1,53	0,72	0,52	7,3	0,36	
15	1,5	1,53	0,72	0,37	3,4	3,6	Cemex: Fluidx
16	1,5	1,53	0,72	0,37	3,4	3,6	U16 / Isosfere 5200.
17	1,5	1,53	0,72	0,37	4	3,6	Disminución de agua por agregados húmedos
18	1,5	1,53	0,72	0,37	4	3,6	
19	1,5	1,53	0,72	0,37	5	3,6	
20	1,5	1,53	0,72	0,37	5	3,6	

Nota. Diseño de muestras de concreto

El proceso de elaboración de las muestras se llevó a cabo en la vivienda del investigador y el fallado a compresión de las muestras en el laboratorio Ingequality, siendo registrado fotográficamente por la presente investigación como se muestra en los anexos.

Tabla 8

Consolidación de resultados obtenidos en la investigación.

Fuente: El Autor.

Consolidación de resultados obtenidos en la investigación									
Muestra	Resistencia (psi)				% de aumento resistencia respecto mezcla actual	Resistencia esperada de los bloques (psi)	Peso (kg)	Variación de peso (%) respecto a mezcla actual	Peso esperado de los bloques (kg)
	7 días	14 días	21 días	28 días					
A				51,95			19,59		
B				58,20			19,59		
1	781,34			1333			4,079		
2	1799,83		2001,67	2341,95	75,7%	96,762	4,085	0,15%	19,619
3	3011,96			4411,2	230,9%	182,256	3,852	-5,57%	18,500
4			4094,37	4790,41	259,4%	197,924	3,906	-4,24%	18,759
5	4244,06			6111,5	358,5%	252,507	3,973	-2,60%	19,081
6			5060,57	5920,87	344,2%	244,631	4,002	-1,89%	19,220
7	4043,65			5834,9	337,7%	241,079	4,085	0,15%	19,619
8			4523,1	5292,03	297,0%	218,649	3,968	-2,72%	19,057
9	4100,06			5912,8	343,6%	244,297	4,009	-1,72%	19,254
10			4682,5	5478,53	311,0%	226,355	4,013	-1,62%	19,273
11	3179,9			4643	248,3%	191,833	4,065	-0,34%	19,523
12			2252,2	2635,07	97,7%	108,873	4,053	-0,64%	19,465
13	2020,4			3042,9	128,3%	125,723	4,014	-1,59%	19,278
14			2924,01	3421,09	156,6%	141,348	4,024	-1,35%	19,326
15	2721,27			4010,1	200,8%	165,684	3,928	-3,70%	18,865
16			3818,09	4467,17	235,1%	184,569	3,989	-2,21%	19,158
17	2252,2			3362,7	152,3%	138,936	3,925	-3,78%	18,850
18			3143,66	3678,08	175,9%	151,966	3,981	-2,40%	19,119
19	2596,49			3837,9	187,9%	158,569	3,992	-2,13%	19,172
20			3310,27	3873,02	190,5%	160,020	3,984	-2,33%	19,134

Nota. Consolidación de los resultados obtenidos en la investigación

Tabla 9

Análisis de resistencia con cada aditivo.

Fuente: El Autor.

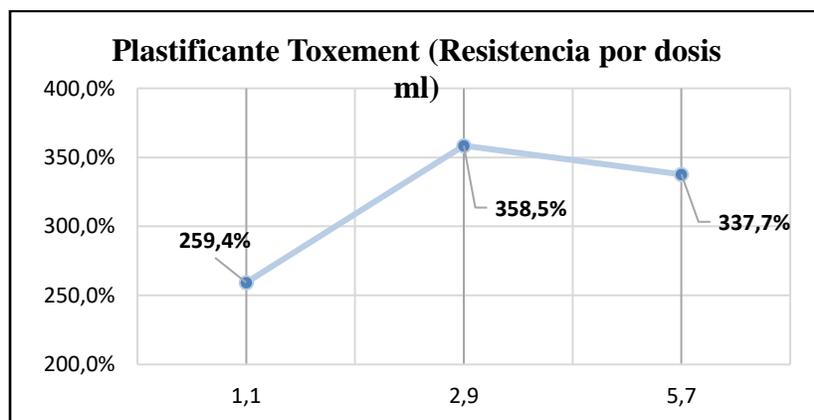
Análisis de resistencia con cada aditivo					
Análisis de resistencia con plastificante de Toxement		Análisis de resistencia con plastificante de Master Builder Solutions		Análisis de resistencia con plastificante de Cemex	
Dosis (ml)	% aumento de resistencia respecto de la muestra actual	Dosis (ml)	% aumento de resistencia respecto de la muestra actual	Dosis (ml)	% aumento de resistencia respecto de la muestra actual
1,1	259,4%	2	343,6%	3,4	235,1%
2,9	358,5%	4	248,3%	4	175,9%
5,7	337,7%	7,3	156,6%	5	190,5%

Nota. Análisis de resistencia con cada aditivo.

Figura 28

Variación de la resistencia según la dosis de plastificante Toxement.

Fuente: El Autor.

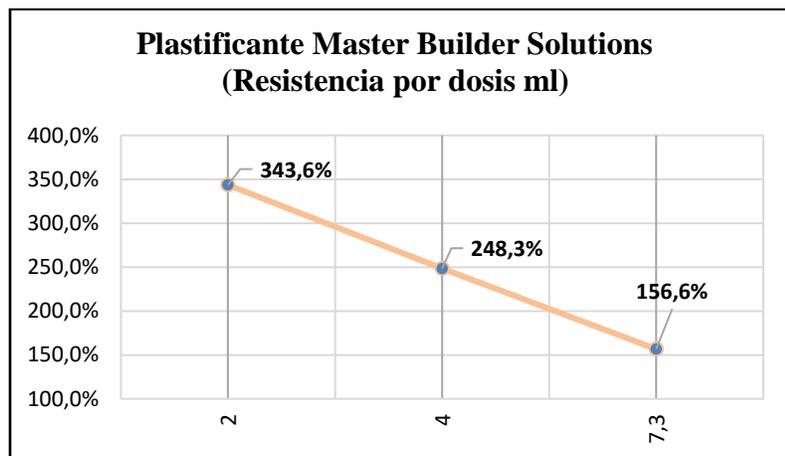


Nota. Resistencia por dosis usada en Toxement

Figura 29

Variación de la resistencia según la dosis de plastificante Master Builder Solutions.

Fuente: El Autor.

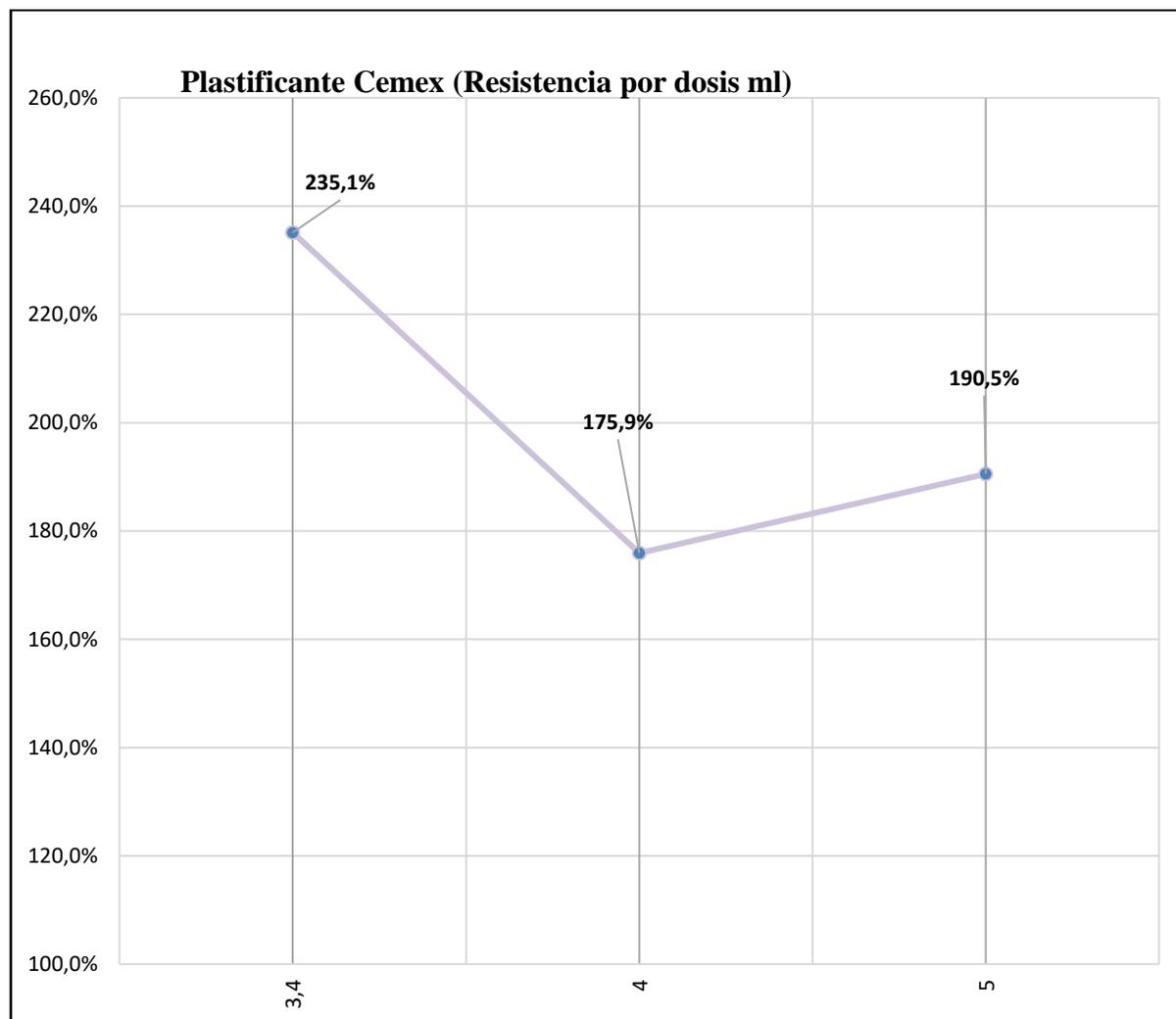


Nota. Resistencia por dosis en Master Builder Solutions

Figura 30

Variación resistencia según dosis plastificante Cemex.

Fuente: El Autor.



Nota. Resistencia por dosis usada en Cemex

Tabla 10

Cálculo de la eficiencia resistencia / precio según la dosis.

Fuente: El Autor.

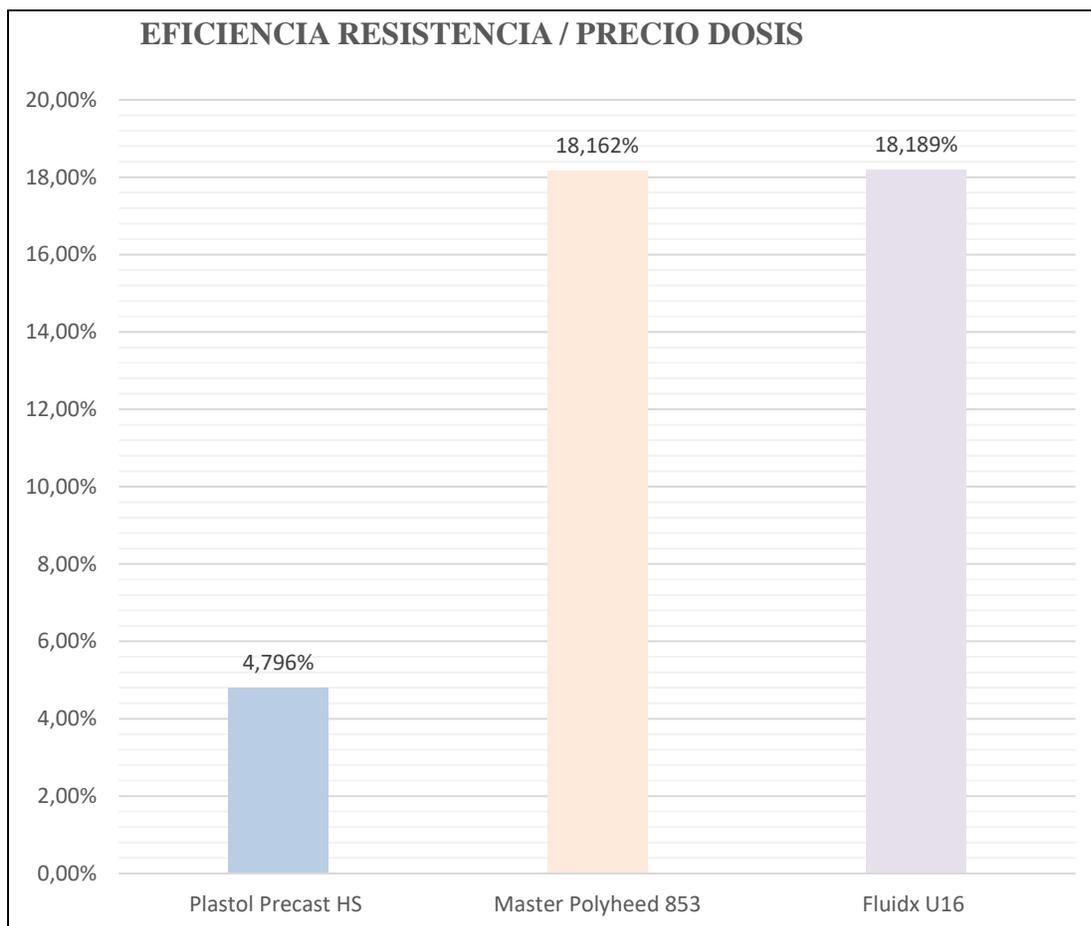
Eficiencia resistencia / precio dosis					
Eficiencia resistencia / precio dosis con plastificante de Toxement (Plastol Precast HS)		Eficiencia resistencia / precio dosis con plastificante de Master Builder SolutionS Master Polyheed 853)		Eficiencia resistencia / precio dosis con plastificante de Cemex (Fluidx U16)	
Dosis más favorable hallada	Índice eficiencia = % aumento de resistencia respecto de la muestra actual / \$ valor dosis	Dosis más favorable hallada	Índice eficiencia = % aumento de resistencia respecto de la muestra actual / \$ valor dosis	Dosis más favorable hallada	Índice eficiencia = % aumento de resistencia respecto de la muestra actual / \$ valor dosis
2,9	4,796%	2	18,162%	3,4	18,189%

Nota. En esta tabla se muestra el Cálculo de la eficiencia resistencia / precio según la dosis

Figura 31

Análisis de eficiencia / precio por dosis.

Fuente: El Autor.



Nota. En este gráfico se refleja el Análisis de eficiencia / precio por dosis

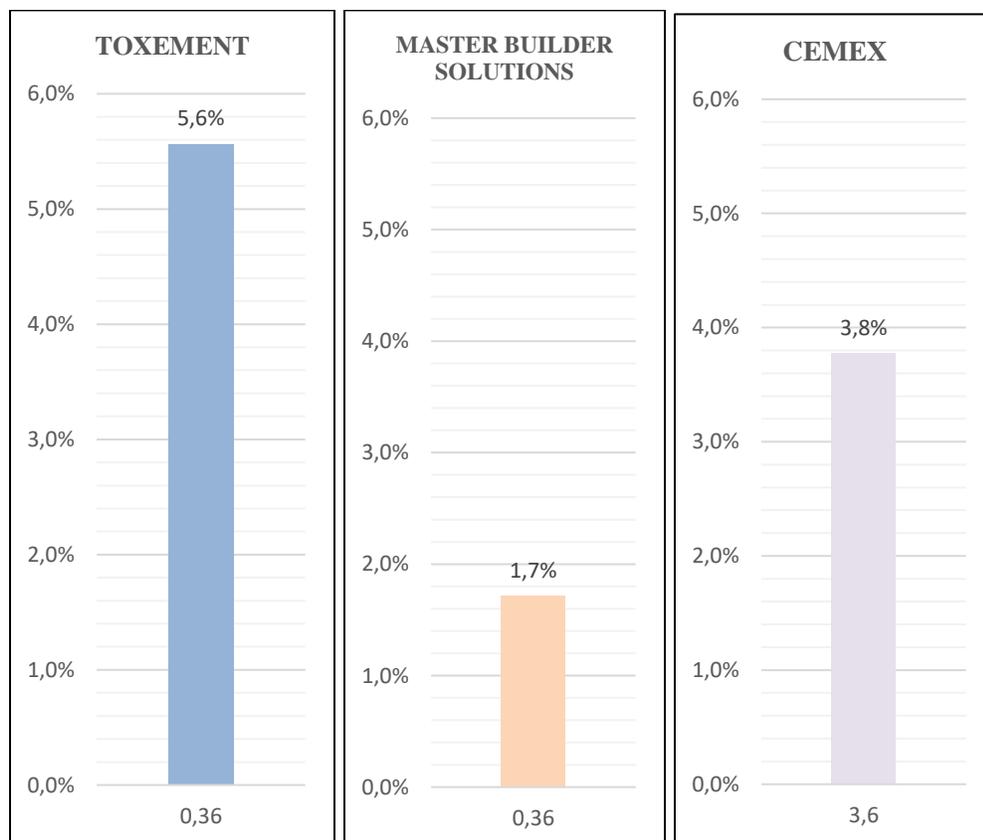
Tabla 11

Análisis de disminución de peso con cada aditivo.

Fuente: El Autor.

Análisis de disminución de peso con cada aditivo					
Análisis de disminución de peso con incorporador de aire de Toxement		Análisis de disminución de peso con incorporador de aire de Master Builder Solutions		Análisis de disminución de peso con incorporador de aire de Cemex	
Dosis (ml)	% mayor disminución de peso respecto de la muestra actual	Dosis (ml)	% disminución de peso respecto de la muestra actual	Dosis (ml)	% disminución de peso respecto de la muestra actual
0,36	5,6%	0,36	1,7%	3,6	3,8%

Nota. En esta tabla se observa el análisis de disminución de peso con cada aditivo

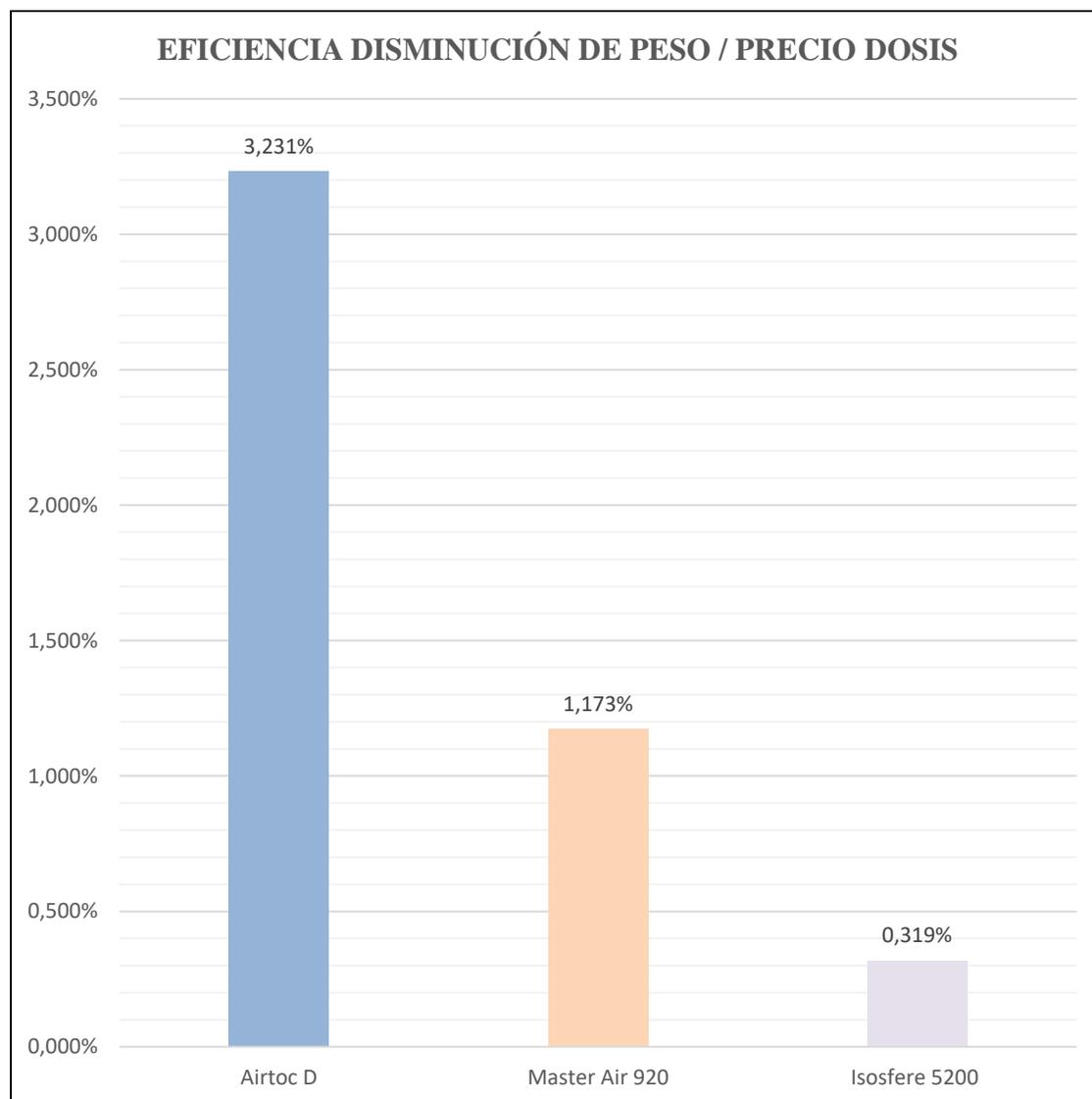
Figura 32.**Resultados de disminución de peso con los tres aditivos usados.****Fuente: El Autor.**

Nota. En este grafico se observan los resultados de disminuci3n de peso con los tres aditivos usados

Figura 33

Eficiencia reducción de peso/ precio.

Fuente: El Autor.



Nota. En este gráfico se observa como disminuye el peso respecto del precio por dosis

Tabla 12

Suma de eficiencias entre aditivos de la misma casa productora.

Fuente: El Autor.

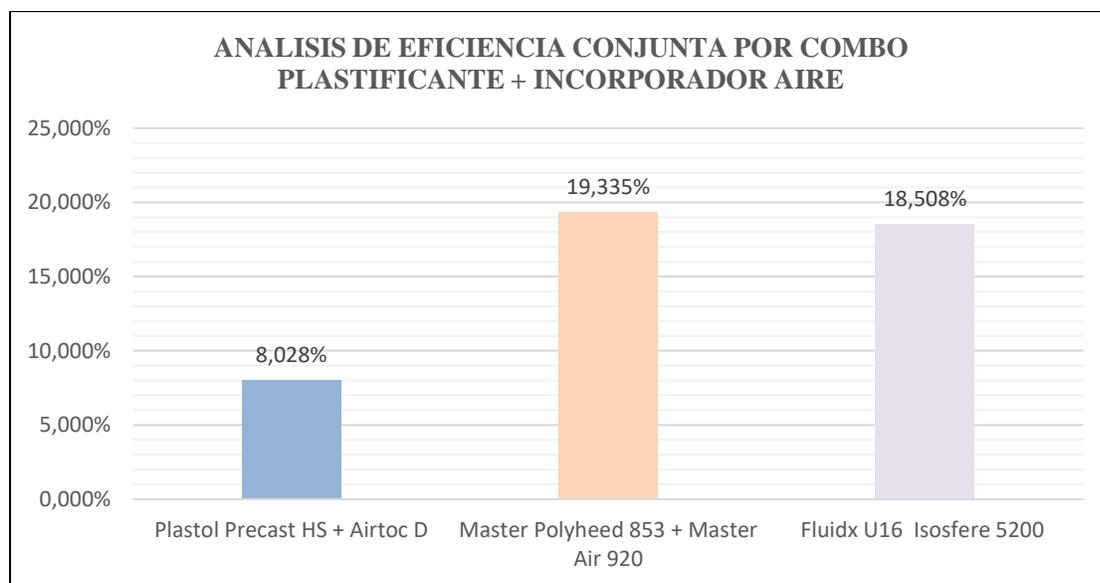
Suma de eficiencias entre aditivos de la misma casa productora.	
Plastol Precast HS + Airtoc D	8,028%
Master Polyheed 853 + Master Air 920	19,335%
Fluidx U16 Isosfere 5200	18,508%

Nota. Tabla comparativa de la suma de las eficiencias conjuntas de aditivos de las mismas casas.

Figura 34

Análisis de eficiencia conjunta entre aditivos de la misma casa productora.

Fuente: El Autor



Nota. En el gráfico se observa el análisis de la eficiencia conjunta por combo de plastificante más incorporador de aire.

De acuerdo a los cálculos anteriores puede deducirse por tanto, que las dosis óptimas halladas según los ensayos realizados con los diferentes aditivos aquí usados, fueron de 0,278% de aditivo plastificante (Master Polyheed) y 0,05% de aditivo incorporador de aire (Master Air 920), respecto de la cantidad de cemento. Estos datos se usarán para calcular también el valor del metro cúbico de concreto a preparar para los bloques teniendo en cuenta a hora estos productos.

*Cálculo de beneficios esperados***Tabla 13***Cálculo del valor del metro cúbico del concreto con aditivos seleccionados.**Fuente: El Autor.*

Proyección de presupuesto de materiales para 1 m ³ de mezclas de concreto de 3000 psi con aditivos		Mezcla (Ajustada) BASF (diseño 3 de mezcla)
Cemento	Valor unitario	\$ 27.500,00
	Unidad	BULTO DE 50KG
	Cantidad requerida	7,6
	Subtotal	\$ 209.000,00
Arena	Valor unitario	\$ 288,00
	Unidad	(BALDE DE 8 LT)
	Cantidad requerida	69,16
	Subtotal	\$ 19.918,08
Grava 1/2"	Valor unitario	\$ 272,00
	Unidad	(BALDE DE 8 LT)
	Cantidad requerida	70,68
	Subtotal	\$ 19.224,96
Agua	Valor unitario	\$ 50,82
	Unidad	(BALDE DE 8 LT)
	Cantidad requerida	23,94
	Subtotal	\$ 1.216,63
Plastificante	Valor unitario	\$ 9.458,69
	Unidad	LT
	Cantidad requerida	0,73
	Subtotal	\$ 6.933,45
Incorporador aire	Valor unitario	\$ 4.063,02
	Unidad	LT
	Cantidad requerida	0,13
	Subtotal	\$ 536,09
Valor total / m³:		\$ 256.829,22

Nota. En la tabla se observa el cálculo del valor del metro cúbico del concreto con aditivos seleccionados.

Para calcular los beneficios esperados, primero debe calcularse el valor del metro cúbico de concreto incluyendo los aditivos seleccionados de acuerdo a los resultados de los ensayos aplicados, por lo cual se consolidó el presupuesto de la mezcla seleccionada con la tabla anterior.

Para efectos de conversión de proporciones del cemento se usó una densidad de 1,44 gr/cm³ o 1,44 kg/Lt.

El siguiente paso es conocer cuántos bloques pueden fabricarse con 1 metro cúbico de esta mezcla, para lo cual se tiene en cuenta como punto de partida el dato empírico de rendimiento de 1 bulto de cemento actualmente (según los bloqueros de la fábrica) es de 25 unidades de bloque N.1. Según el diseño de mezcla realizado, el cemento debería incrementar su proporción en la mezcla en un 38,46% para obtener los resultados equivalentes en los ensayos realizados en esta investigación, respecto de la mezcla usada actualmente, por tanto, si se hace la conversión, de un bulto saldrían solo 18 bloques N.1. Es un descenso grave del rendimiento de la materia prima principal, por tanto, es muy relevante realizar el análisis financiero cuidadosamente para obtener unos datos acertados.

Como para el metro cúbico se requieren 7,6 bultos de cemento de 50 kg y de cada uno se espera obtener 18 unidades de bloque N.1, se calcula que de 1 metro cúbico salen 137 unidades N.1.

Si el valor calculado de 1 metro cúbico es de \$ 256.829,22 puede fácilmente calcularse el valor mínimo de materia prima que tendría 1 bloque N.1, siendo de \$ 1.864,67.

Actualmente a un bloquero se le pagan \$1.090 por fabricar, sacar a patio y cargar a camión 1 bloque N.1, por lo cual debe sumársele este valor al de la materia prima, tanto un subtotal de \$ 2.964,67. De acuerdo a la contabilidad que lleva la empresa actualmente, esta destina el 16% del valor de venta de 1 bloque a su producción. De acuerdo a dichas proporciones, puede usarse una tabla de proporción de cada elemento inmerso en un metro cuadrado de losa para determinar el precio de venta de cada elemento desde las condiciones actuales así:

Tabla 14

Relación de elementos por área de losa de entrepiso.

Fuente: El Autor.

Relación de elementos por área de losa de entrepiso		
Elemento	Cantidad requerida /m2 de losa	Valor actual Venta
Metro lineal de vigueta N.1	1,5	\$ 47.618,65
Bloque N.1	5	\$ 27.618,72
Valor metro cuadrado actual de losa N.1:		\$ 75.000,00

Nota. En la tabla se expone la relación de elementos por área de losa de entrepiso.

Calculando el precio de producción de 1 bloque con aditivos, por regla de proporcionalidad se tiene que el precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos sería de \$ 6.817,67 y conservando la proporción entre el valor de producción y el valor de venta de estos. Sin variar el precio de producción de las viguetas (ya que estas continuarían iguales), se proyecta un valor de precio mínimo de venta así:

Tabla 15

Subtotal proyectado de venta de la losa para Margen cero de beneficio.

Fuente: El Autor

Subtotal proyectado de venta de la losa para Margen cero de beneficio			
Elemento	Cantidad requerida /m2 de losa	Valor unitario proyectado Venta	Subtotal proyectado Venta
Metro lineal de vigueta N.1	1,5	\$ 31.587,52	\$ 47.381,28
Bloque N.1	5	\$ 6.817,67	\$ 34.088,37
Valor metro cuadrado de losa N.1 para venta con aditivos:			\$ 81.469,65

Nota. En la tabla se observa el subtotal proyectado de venta de la losa para Margen cero de beneficio

Según (García Abad, 2020) el Margen de beneficio puede entenderse como la cantidad que se pretende ganar en cada operación y puede expresarse matemáticamente como:

$MB=(P-C)/P$, siendo: MB el margen de ganancias, P el precio de venta, C el costo de producción. Tomando C como el costo de producción total de 1 metro cuadrado de losa de entrapiso y aplicando la fórmula anterior, se podría deducir que el precio de venta para obtener un $MB = 0$ debe ser igual al valor de C, es decir \$ 81.469,7/m². Para averiguar que margen de beneficios podría proyectarse, primero debe realizarse un sondeo de los precios de venta del metro cuadrado de losas de entrapiso de los competidores, como punto inicial de comparación.

Usando como base de datos nacional a Homecenter (Bogotá, On line) se tomaron los precios de venta de las dos losas de entrapiso que constituyen la competencia más directa de la losa Procometal actualmente en el mercado colombiano, siendo también de tipo prefabricado.

Consolidando las cotizaciones realizadas se obtiene el valor del metro cuadrado de los competidores directos de la losa Procometal así:

Tabla 16

Cálculo del valor /m² de las losas de entrapiso de la competencia directa de Procometal.

Fuente: El Autor.

Losa Entrapiso	Cant. Bloque o lamina/m²	Valor Unit Bloque/ lámina	Cant. Perfil/m²	Valor Unit. Perfil	Valor Malla /m²	Subtotal m² de losa
Placa fácil	5	\$ 4.700,00	1,5	\$ 43.633,33	\$ 7.297,87	\$ 96.247,87
Metaldeck	1	\$ 67.180,85	1,5	\$ 56.966,67	\$ 7.297,87	\$ 159.928,72

Nota. En la tabla se observa el cálculo del valor /m² de las losas de entrapiso de la competencia directa de Procometal.

Si se toma en cuenta que para montar la losa de entrepiso no se requieren vigas previamente construidas, a diferencia de las dos losas de entrepiso que son competencia directa de la Procometal, se evidencia que un precio de venta de \$ 94.720,40 como punto de partida con margen de beneficio igual a cero, brinda grandes posibilidades financieras de competir con el producto. Para calcular el Margen de Beneficio definitivo, se analizaran diversos escenarios incluyendo paralelamente el VPN, la TIR y la Relación Beneficio / Costo.

Cálculo de Indicadores financieros de recuperación de la inversión inicial VPN, TIR y Relación Beneficio/Costo

El cálculo de todos los parámetros requeridos para el análisis financiero, se desarrolló teniendo en cuenta 11 escenarios, siendo el primero uno en el cuál se incorporan los aditivos a los bloques N.1 de la losa de entrepiso pero continúan las condiciones administrativas actuales en la empresa y los demás escenarios presentando cambio en las variables de interés para el proyecto. Se presentan a continuación todos los escenarios analizados, haciendo un resumen final para el respectivo análisis y conclusiones.

Cálculo de VPN, TIR y Relación Beneficio /Costo para proyecto de mejoramiento de la calidad de los bloques en la losa de entrepiso Procometal.

Figura 35

Escenario 1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Equipos, mobiliario y enseres (1 Computador con impresora, 1 equipo de soldadura, con 5 años de vida útil y 6 carretillas, palas, palustres (consumibles en 6 meses):	\$	20.000.000	Escenario 1: Aumentando el precio de venta para la losa de entrepiso con los bloques mejorados con aditivos pero continuando con las condiciones actuales de la empresa.			
Capital de trabajo	\$	12.000.000				
Inversión inicial total Alquilando las instalaciones (En efectivo, en poder del inversionista):	\$	32.000.000				
Ingresos Grabables (Ventas):						
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:			1,0%			
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):			123,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
1.476	1491	1506	1521	1536	1551	
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:						
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente					
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente					
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente					
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos				
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque				
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque				
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos				
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos				
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta				
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta				
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2				
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)				
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:						
(%) MB = 100* (P-C)/P	C (Costo de producción) =	\$	81.469,7	(%) MB =	1,0%	
				P =	\$ 82.292,58	
Inflación uniforme: 8%						
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 82.293	\$ 88.876	\$ 95.986	\$ 103.665	\$ 111.958	\$ 120.915	
Incremento anual ventas:						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 121.463.847	\$ 132.514.116	\$ 144.554.916	\$ 157.674.465	\$ 171.967.488	\$ 187.539.165	
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):						
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$	1.550				
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$	1.090				
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$	2.325				
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$	5.450				
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$	7.775				
Personal actual						
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año	
Administrador	\$ 2.000.000			\$ 2.000.000	\$ 24.000.000	
Secretaria	\$ 1.000.000			\$ 1.000.000	\$ 12.000.000	
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 956.325			\$ 956.325	\$ 11.475.900	
1 vigilante	\$ 1.000.000			\$ -	\$ -	
				Total:	\$ 47.475.900	
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.						

Nota. Escenario 1 planteado.

Figura 36

Escenario 1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 239.081	\$ 253.426	\$ 268.632	\$ 284.750	\$ 301.835	\$ 319.945	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		0%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 47.475.900	\$ 51.280.779	\$ 54.357.626	\$ 57.619.084	\$ 61.076.229	\$ 64.740.803	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
	Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo		Valor./m2 año 1	
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)	\$ 37.752		\$ 40.617			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 55.722.075	\$ 60.559.574	\$ 65.404.340	\$ 70.636.687	\$ 76.287.622	\$ 82.390.632	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 132.514.116	\$ 144.554.916	\$ 157.674.465	\$ 171.967.488	\$ 187.539.165
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 66.115.659	\$ 70.379.297	\$ 74.922.489	\$ 79.763.907	\$ 84.923.495
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 60.559.574	\$ 65.404.340	\$ 70.636.687	\$ 76.287.622	\$ 82.390.632
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		\$ 1.838.883	\$ 771.279	\$ 115.289	\$ 84.041	\$ 225.038
Impuestos causados		\$ 643.609	\$ 269.948	\$ 40.351	\$ -	\$ 78.763
(-) Impuestos pagados		\$ 643.609	\$ 269.948	\$ 40.351	\$ 40.351	\$ -
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 5.838.883	\$ 8.127.670	\$ 11.845.341	\$ 15.875.608	\$ 20.225.038
Valor del VPN	\$ 1.148.944	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		20,0%
Valor de la TIR	21,31%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 460.360.221	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 427.211.277					
B/C =	1,08	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 1 planteado (continuación)

Figura 37

Escenario 2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		1,0%	Escenario 2: Aumentando el precio de venta para la losa de entepiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.		
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		203,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.436	2460	2485	2510	2535	2560
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(%) MB = 100* (P-C)/P	C (Costo de producción) = \$	81.469,7	(%) MB =	15%	
			P = \$	95.846,65	
Inflación uniforme:		8%			
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 233.482.442	\$ 254.644.440	\$ 277.810.575	\$ 303.054.890	\$ 330.558.930	\$ 360.524.800
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$	1.550			
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$	1.090			
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$	2.325			
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$	5.450			
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$	7.775			
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaria	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.578.325	\$ 1.180.000		\$ 2.758.325	\$ 33.099.900
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 127.329.900
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 2 analizado

Figura 38

Escenario 2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.006.182	\$ 1.066.553	\$ 1.130.546	\$ 1.198.379	\$ 1.270.282	\$ 1.346.499	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 127.329.900	\$ 138.994.423	\$ 147.334.088	\$ 156.174.133	\$ 165.544.581	\$ 175.477.256	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Utiles, consumibles y Papeleria):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
	Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1		
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)	\$ 37.752		\$ 40.617			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 91.964.075	\$ 99.917.205	\$ 107.910.581	\$ 116.543.427	\$ 125.866.902	\$ 135.936.254	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 254.644.440	\$ 277.810.575	\$ 303.054.890	\$ 330.558.930	\$ 360.524.800
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 153.829.303	\$ 163.355.759	\$ 173.477.538	\$ 184.232.259	\$ 195.659.948
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 99.917.205	\$ 107.910.581	\$ 116.543.427	\$ 125.866.902	\$ 135.936.254
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)	-\$ 3.102.068	-\$ 1.455.765	\$ 1.033.925	\$ 4.459.769	\$ 8.928.598	
Impuestos causados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 361.874	\$ 1.560.919	\$ 3.125.009
(-) Impuestos pagados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 361.874	\$ 1.560.919
(+) Depreciación	\$ -	\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 897.932	\$ 6.544.235	\$ 13.033.925	\$ 20.097.896	\$ 27.367.679
Valor del VPN	\$ 1.526.394	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		20%
Valor de la TIR	21,50%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 884.806.593	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 851.280.199					
B/C =	1,04	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 2 (Continuación)

Figura 39

Escenario 2-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		2,0%		Escenario 2-1: Aumentando el precio de venta para la losa de entepiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		203,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.436	2485	2535	2586	2638	2691
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(% MB = 100* (P-C)/P		C (Costo de producción) = \$		81.469,7	(% MB = 15%
					P = \$ 95.846,65
Inflación uniforme: 8%					
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 233.482.442	\$ 257.232.290	\$ 283.400.325	\$ 312.231.054	\$ 343.989.924	\$ 378.973.530
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$ 1.550				
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$ 1.090				
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$ 2.325				
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$ 5.450				
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$ 7.775				
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaría	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.578.325	\$ 1.180.000		\$ 2.758.325	\$ 33.099.900
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 127.329.900
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 2-1 analizado

Figura 40

Escenario 2-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.006.182	\$ 1.066.553	\$ 1.130.546	\$ 1.198.379	\$ 1.270.282	\$ 1.346.499	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 127.329.900	\$ 138.994.423	\$ 147.334.088	\$ 156.174.133	\$ 165.544.581	\$ 175.477.256	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
	Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo		Valor./m2 año 1	
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$	\$ 32.375	
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$	\$ 8.242	
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)	\$	\$	\$ 37.752	\$	\$ 40.617	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 91.964.075	\$ 100.932.623	\$ 109.007.233	\$ 117.727.812	\$ 127.146.037	\$ 137.317.720	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 257.232.290	\$ 283.400.325	\$ 312.231.054	\$ 343.989.924	\$ 378.973.530
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 153.829.303	\$ 163.355.759	\$ 173.477.538	\$ 184.232.259	\$ 195.659.948
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 100.932.623	\$ 109.007.233	\$ 117.727.812	\$ 127.146.037	\$ 137.317.720
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		-\$ 1.529.636	\$ 3.037.333	\$ 9.025.704	\$ 16.611.628	\$ 25.995.862
Impuestos causados		\$ -	\$ 1.063.066	\$ 3.158.996	\$ 5.814.070	\$ 9.098.552
(-) Impuestos pagados		\$ -	\$ -	\$ 1.063.066	\$ 3.158.996	\$ 5.814.070
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 2.470.364	\$ 11.037.333	\$ 19.962.638	\$ 29.452.632	\$ 40.181.792
Valor del VPN	\$ 19.627.687	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		20%
Valor de la TIR	37,16%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 910.046.455	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 858.418.768					
B/C =	1,06	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 2-1 (Continuación)

Figura 41

Escenario 2-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		3,0%		Escenario 2-2: Aumentando el precio de venta para la losa de entripiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		203,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.436	2509	2584	2662	2742	2824
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(%) MB = 100* (P-C)/P	C (Costo de producción) = \$	81.469,7	(%) MB =	15%	
			P = \$	95.846,65	
Inflación uniforme:		8%			
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 233.482.442	\$ 259.716.626	\$ 288.878.280	\$ 321.407.218	\$ 357.551.316	\$ 397.703.920
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$ 1.550				
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$ 1.090				
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$ 2.325				
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$ 5.450				
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$ 7.775				
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaría	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.578.325	\$ 1.180.000		\$ 2.758.325	\$ 33.099.900
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 127.329.900
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 2-2 analizado

Figura 42

Escenario 2-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.006.182	\$ 1.066.553	\$ 1.130.546	\$ 1.198.379	\$ 1.270.282	\$ 1.346.499	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 127.329.900	\$ 138.994.423	\$ 147.334.088	\$ 156.174.133	\$ 165.544.581	\$ 175.477.256	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Utiles, consumibles y Papeleria):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
Por bloque		Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1		
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)		\$ 37.752	\$ 40.617			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 91.964.075	\$ 101.907.425	\$ 110.060.019	\$ 118.864.821	\$ 128.374.007	\$ 138.643.927	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 259.716.626	\$ 288.878.280	\$ 321.407.218	\$ 357.551.316	\$ 397.703.920
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 153.829.303	\$ 163.355.759	\$ 173.477.538	\$ 184.232.259	\$ 195.659.948
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 101.907.425	\$ 110.060.019	\$ 118.864.821	\$ 128.374.007	\$ 138.643.927
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		-\$ 20.102	\$ 7.462.502	\$ 17.064.859	\$ 28.945.050	\$ 43.400.045
Impuestos causados		\$ -	\$ 2.611.876	\$ 5.972.701	\$ 10.130.768	\$ 15.190.016
(-) Impuestos pagados		\$ -	\$ -	\$ 2.611.876	\$ 5.972.701	\$ 10.130.768
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 3.979.898	\$ 15.462.502	\$ 26.452.984	\$ 38.972.350	\$ 53.269.277
Valor del VPN	\$ 37.565.133	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		
Valor de la TIR	50,11%	Se acepta el proyecto		20%		
Valor presente de ingresos:	\$ 935.298.497	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 865.733.364					
B/C =	1,08	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 2-2 analizado (continuación)

Figura 43

Escenario 3, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		1,0%		Escenario 3: Aumentando el precio de venta para la losa de entepiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		220,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.640	2666	2693	2720	2747	2774
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(% MB = 100* (P-C)/P		C (Costo de producción) = \$		81.469,7	(% MB =
					15%
				P = \$	95.846,65
Inflación uniforme:		8%			
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 253.035.159	\$ 275.968.324	\$ 301.063.935	\$ 328.410.080	\$ 358.203.306	\$ 390.662.420
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$ 1.550				
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$ 1.090				
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$ 2.325				
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$ 5.450				
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$ 7.775				
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaria	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.710.500	\$ 1.180.000		\$ 2.890.500	\$ 34.686.000
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 128.916.000
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 3 analizado.

Figura 44

Escenario 3, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.090.444	\$ 1.155.870	\$ 1.225.223	\$ 1.298.736	\$ 1.376.660	\$ 1.459.260	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 128.916.000	\$ 141.012.735	\$ 149.473.499	\$ 158.441.909	\$ 167.948.424	\$ 178.025.329	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
		Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1	
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)	\$ 37.752					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 99.665.500	\$ 108.284.255	\$ 116.946.995	\$ 126.302.755	\$ 136.406.976	\$ 147.319.534	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 275.968.324	\$ 301.063.935	\$ 328.410.080	\$ 358.203.306	\$ 390.662.420
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 155.847.615	\$ 165.495.170	\$ 175.745.314	\$ 186.636.102	\$ 198.208.021
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 108.284.255	\$ 116.946.995	\$ 126.302.755	\$ 136.406.976	\$ 147.319.534
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		\$ 7.836.454	\$ 10.621.770	\$ 14.362.011	\$ 19.160.228	\$ 25.134.865
Impuestos causados		\$ 2.742.759	\$ 3.717.619	\$ 5.026.704	\$ 6.706.080	\$ 8.797.203
(-) Impuestos pagados		\$ 2.742.759	\$ 2.742.759	\$ 3.717.619	\$ 5.026.704	\$ 6.706.080
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 11.836.454	\$ 15.879.011	\$ 22.644.392	\$ 30.133.525	\$ 38.428.785
Valor del VPN	\$ 31.970.848	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida: 20%		
Valor de la TIR	51,12%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 958.841.025	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 894.870.177					
B/C =	1,07	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 3 analizado (continuación)

Figura 45

Escenario 3-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		2,0%		Escenario 3-1: Aumentando el precio de venta para la losa de entrespiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		220,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.640	2693	2747	2802	2858	2915
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(% MB = 100* (P-C)/P		C (Costo de producción) = \$		81.469,7	(%) MB = 15%
				P = \$	95.846,65
Inflación uniforme: 8%					
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 253.035.159	\$ 278.763.202	\$ 307.100.865	\$ 338.310.678	\$ 372.677.484	\$ 410.519.450
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$ 1.550				
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$ 1.090				
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$ 2.325				
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$ 5.450				
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$ 7.775				
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaria	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.710.500	\$ 1.180.000		\$ 2.890.500	\$ 34.686.000
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 128.916.000
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 3-1 analizado (Continuación)

Figura 46

Escenario 3-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.090.444	\$ 1.155.870	\$ 1.225.223	\$ 1.298.736	\$ 1.376.660	\$ 1.459.260	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 128.916.000	\$ 141.012.735	\$ 149.473.499	\$ 158.441.909	\$ 167.948.424	\$ 178.025.329	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
	Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1		
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)	\$ 37.752		\$ 40.617			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 99.665.500	\$ 109.380.907	\$ 118.131.380	\$ 127.581.890	\$ 137.788.442	\$ 148.811.517	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 278.763.202	\$ 307.100.865	\$ 338.310.678	\$ 372.677.484	\$ 410.519.450
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 155.847.615	\$ 165.495.170	\$ 175.745.314	\$ 186.636.102	\$ 198.208.021
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 109.380.907	\$ 118.131.380	\$ 127.581.890	\$ 137.788.442	\$ 148.811.517
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		\$ 9.534.680	\$ 15.474.315	\$ 22.983.474	\$ 32.252.940	\$ 43.499.912
Impuestos causados		\$ 3.337.138	\$ 5.416.010	\$ 8.044.216	\$ 11.288.529	\$ 15.224.969
(-) Impuestos pagados		\$ 3.337.138	\$ 5.416.010	\$ 8.044.216	\$ 11.288.529	\$ 15.224.969
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 13.534.680	\$ 20.137.177	\$ 29.567.463	\$ 40.208.725	\$ 52.211.383
Valor del VPN	\$ 50.747.217	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		20%
Valor de la TIR	64,76%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 986.052.227	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 903.305.010					
B/C =	1,09	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 3-1 analizado (continuación)

Figura 47

Escenario 3-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		3,0%		Escenario 3-2: Aumentando el precio de venta para la losa de entepiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		220,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.640	2719	2801	2885	2972	3061
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(% MB = 100* (P-C)/P		C (Costo de producción) = \$		81.469,7	(%) MB = 15%
					P = \$ 95.846,65
Inflación uniforme: 8%					
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 253.035.159	\$ 281.454.566	\$ 313.137.795	\$ 348.332.015	\$ 387.542.856	\$ 431.080.630
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$	1.550			
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$	1.090			
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$	2.325			
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$	5.450			
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$	7.775			
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaria	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.710.500	\$ 1.180.000		\$ 2.890.500	\$ 34.686.000
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 128.916.000
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 3-2 analizado

Figura 48

Escenario 3-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.090.444	\$ 1.155.870	\$ 1.225.223	\$ 1.298.736	\$ 1.376.660	\$ 1.459.260	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 128.916.000	\$ 141.012.735	\$ 149.473.499	\$ 158.441.909	\$ 167.948.424	\$ 178.025.329	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
	Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1		
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)	\$ 37.752		\$ 40.617			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 99.665.500	\$ 110.436.943	\$ 119.271.898	\$ 128.813.650	\$ 139.118.742	\$ 150.248.241	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 281.454.566	\$ 313.137.795	\$ 348.332.015	\$ 387.542.856	\$ 431.080.630
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 155.847.615	\$ 165.495.170	\$ 175.745.314	\$ 186.636.102	\$ 198.208.021
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 110.436.943	\$ 119.271.898	\$ 128.813.650	\$ 139.118.742	\$ 150.248.241
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		\$ 11.170.008	\$ 20.370.727	\$ 31.773.051	\$ 45.788.012	\$ 62.624.368
Impuestos causados		\$ 3.909.503	\$ 7.129.754	\$ 11.120.568	\$ 16.025.804	\$ 21.918.529
(-) Impuestos pagados		\$ 3.909.503	\$ 3.909.503	\$ 7.129.754	\$ 11.120.568	\$ 16.025.804
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 15.170.008	\$ 24.461.224	\$ 36.643.297	\$ 50.667.444	\$ 66.598.563
Valor del VPN	\$ 70.033.246	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		20%
Valor de la TIR	76,96%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 1.013.718.676	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 911.685.430					
B/C =	1,11	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 3-2 analizado (continuación)

Figura 49

Escenario 4, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		1,0%		Escenario 4: Aumentando el precio de venta para la losa de entepiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		240,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.880	2909	2938	2967	2997	3027
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(% MB = 100* (P-C)/P		C (Costo de producción) = \$		81.469,7	(%) MB = 15%
				P = \$	95.846,65
Inflación uniforme: 8%					
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 276.038.355	\$ 301.122.226	\$ 328.453.710	\$ 358.232.613	\$ 390.802.806	\$ 426.292.410
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$	1.550			
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$	1.090			
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$	2.325			
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$	5.450			
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$	7.775			
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaria	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.866.000	\$ 1.180.000		\$ 3.046.000	\$ 36.552.000
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 130.782.000
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 4 analizado

Figura 50

Escenario 4, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.189.575	\$ 1.260.950	\$ 1.336.606	\$ 1.416.803	\$ 1.501.811	\$ 1.591.920	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 130.782.000	\$ 143.387.220	\$ 151.990.453	\$ 161.109.880	\$ 170.776.473	\$ 181.023.061	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
	Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1		
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)			\$ 37.752	\$ 40.617		
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 108.726.000	\$ 118.154.125	\$ 127.606.455	\$ 137.814.972	\$ 148.840.169	\$ 160.747.383	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 301.122.226	\$ 328.453.710	\$ 358.232.613	\$ 390.802.806	\$ 426.292.410
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 158.222.100	\$ 168.012.124	\$ 178.413.285	\$ 189.464.151	\$ 201.205.753
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 118.154.125	\$ 127.606.455	\$ 137.814.972	\$ 148.840.169	\$ 160.747.383
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		\$ 20.746.001	\$ 24.835.131	\$ 30.004.356	\$ 36.498.486	\$ 44.339.274
Impuestos causados		\$ 7.261.100	\$ 8.692.296	\$ 10.501.525	\$ 12.774.470	\$ 15.518.746
(-) Impuestos pagados		\$ 7.261.100	\$ 8.692.296	\$ 10.501.525	\$ 12.774.470	\$ 15.518.746
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 24.746.001	\$ 25.574.030	\$ 33.312.061	\$ 41.996.961	\$ 51.564.804
Valor del VPN	\$ 66.635.126	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		20%
Valor de la TIR	85,20%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 1.046.121.801	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 947.486.675					
B/C =	1,10	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 4 analizado (Continuación)

Figura 51

Escenario 4-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		2,0%		Escenario 4-1: Aumentando el precio de venta para la losa de entripiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		240,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.880	2938	2997	3057	3118	3180
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	proyección de precio de partida con margen cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (675.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(%) MB = 100* (P-C)/P	C (Costo de producción) = \$	81.469,7	(%) MB =	15%	
			P = \$	95.846,65	
Inflación uniforme:		8%			
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 276.038.355	\$ 304.124.132	\$ 335.049.615	\$ 369.099.123	\$ 406.580.964	\$ 447.839.400
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$ 1.550				
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$ 1.090				
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$ 2.325				
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$ 5.450				
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$ 7.775				
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaria	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.866.000	\$ 1.180.000		\$ 3.046.000	\$ 36.552.000
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 130.782.000
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 4-1 analizado

Figura 52

Escenario 4-1, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.189.575	\$ 1.260.950	\$ 1.336.606	\$ 1.416.803	\$ 1.501.811	\$ 1.591.920	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 130.782.000	\$ 143.387.220	\$ 151.990.453	\$ 161.109.880	\$ 170.776.473	\$ 181.023.061	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
		Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1	
Valor materia prima	\$	1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375	
Valor mano de obra	\$	1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242	
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)				\$ 37.752	\$ 40.617	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 108.726.000	\$ 119.332.011	\$ 128.878.572	\$ 139.188.858	\$ 150.323.966	\$ 162.349.884	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 304.124.132	\$ 335.049.615	\$ 369.099.123	\$ 406.580.964	\$ 447.839.400
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 158.222.100	\$ 168.012.124	\$ 178.413.285	\$ 189.464.151	\$ 201.205.753
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 119.332.011	\$ 128.878.572	\$ 139.188.858	\$ 150.323.966	\$ 162.349.884
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		\$ 22.570.021	\$ 30.158.919	\$ 39.496.980	\$ 50.792.847	\$ 64.283.763
Impuestos causados		\$ 7.899.507	\$ 10.555.622	\$ 13.823.943	\$ 17.777.496	\$ 22.499.317
(-) Impuestos pagados		\$ -	\$ 7.899.507	\$ 10.555.622	\$ 13.823.943	\$ 17.777.496
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 26.570.021	\$ 30.259.412	\$ 40.941.359	\$ 52.968.904	\$ 66.506.267
Valor del VPN	\$ 87.119.875	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida: 20%		
Valor de la TIR	98,13%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 1.075.760.685	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 956.640.811					
B/C =	1,12	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota. Escenario 4-1 analizado (continuación)

Figura 53

Escenario 4-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 1.

Fuente: El Autor.

Ingresos Grabables (Ventas):					
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:		3,0%		Escenario 4-2: Aumentando el precio de venta para la losa de entepiso con los bloques mejorados con aditivos pero mejorando las condiciones de los operarios y pagando seguridad social y prestaciones sociales a los empleados en general.	
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):		240,0			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
2.880	2966	3055	3147	3241	3338
Usando la contabilidad actual que lleva la empresa actualmente para tomar como punto de partida de los escenarios las condiciones actuales reales, ajustándolas a los resultados obtenidos en los ensayos (añadiendo aditivos a los bloques, se tiene:					
57%	Valor tomado de la venta/m2 para administración actualmente				
27%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de viguetas actualmente				
16%	Valor tomado de la venta/m2 para la producción de bloques actualmente				
\$	1.874,67	Valor materia prima de fabricar 1 bloque N.1 con aditivos			
\$	1.090,00	Valor mano de obra por 1 bloque			
\$	2.964,67	Subtotal de producción de 1 bloque			
\$	6.817,67	Precio mínimo proyectado de venta de 1 bloque con aditivos			
\$	34.088,37	Precio mínimo de venta de 5 bloques /m2 con aditivos			
\$	13.735,84	Valor de producción de 1 ml de vigueta			
\$	31.587,52	Valor de venta de 1 ml de vigueta según las proporciones actuales de producción respecto al precio de venta			
\$	47.381,28	Valor de venta proyectado de 1,5 ml de vigueta/m2			
\$	81.469,65	Proyección de precio de partida con Margen Cero de beneficio, tomando en cuenta la participación actual del costo de producción en el precio de venta actual (\$75.000 /m2)			
Para la proyección del precio unitario del metro cuadrado se variará usando la fórmula del margen de beneficio, así:					
(% MB = 100* (P-C)/P		C (Costo de producción) = \$		81.469,7	(%) MB = 15%
				P = \$	95.846,65
Inflación uniforme:		8%			
Incremento de precio unitario de venta con la inflación:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 95.847	\$ 103.514	\$ 111.795	\$ 120.739	\$ 130.398	\$ 140.830
Incremento anual ventas:					
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 276.038.355	\$ 307.022.524	\$ 341.533.725	\$ 379.965.633	\$ 422.619.918	\$ 470.090.540
Gastos de Operacionales (de administración, en este caso Sueldos de directivos y empleados):					
Valor de mano de obra de 1 ml de vigueta N.1:	\$ 1.550				
Valor de mano de obra de 1 bloque N.1:	\$ 1.090				
Valor de mano de obra viguetas en 1 m2 de losa:	\$ 2.325				
Valor de mano de obra bloques 1 m2 de losa:	\$ 5.450				
Valor de mano de obra de 1 m2 de losa:	\$ 7.775				
Personal actual					
Cargo	Sueldo/mes	Seg. Social/mes	Sueldo con Factor prestacional	Subtotal/mes	Subtotal/ año
Administrador	\$ 2.500.000	\$ 737.500	\$ 3.625.000	\$ 4.362.500	\$ 52.350.000
Secretaria	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
4 operarios (Pago por unidad fabricada, trabajando a tiempo parcial)	\$ 1.866.000	\$ 1.180.000		\$ 3.046.000	\$ 36.552.000
1 vigilante	\$ 1.000.000	\$ 295.000	\$ 1.450.000	\$ 1.745.000	\$ 20.940.000
				Total:	\$ 130.782.000
Por justicia social, se busca mejorar los ingresos de los operarios proyectándolo hacia un salario mínimo /mes aprox, pero trabajando por unidad fabricada.					

Nota. Escenario 4-2 analizado

Figura 54

Escenario 4-2, captura de pantalla de procedimiento de cálculo parte 2.

Fuente: El Autor.

Proyección anual prestación servicios de mano de obra por operario / mes cada año:						
Sueldo mes (Año 0)	Sueldo mes Año 1	Sueldo mes Año 2	Sueldo mes Año 3	Sueldo mes Año 4	Sueldo mes Año 5	
\$ 1.189.575	\$ 1.260.950	\$ 1.336.606	\$ 1.416.803	\$ 1.501.811	\$ 1.591.920	
Incremento del salario mínimo:		6%	Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):		155%	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 130.782.000	\$ 143.387.220	\$ 151.990.453	\$ 161.109.880	\$ 170.776.473	\$ 181.023.061	
Gastos de administración (Servicios públicos):						
Servicio público		Valor mes	Valor año			
Luz:		\$ 800.000	\$ 9.600.000			
Agua:		\$ 50.000	\$ 600.000			
Aseo:		\$ 36.000	\$ 432.000			
2 Planes de voz y datos:		\$ 90.000	\$ 1.080.000			
Total:		\$ 976.000	\$ 11.712.000			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 11.712.000	\$ 12.648.960	\$ 13.660.877	\$ 14.753.747	\$ 15.934.047	\$ 17.208.771	
Gastos de administración (Arriendo):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 750.000	\$ 810.000	\$ 874.800	\$ 944.784	\$ 1.020.367	\$ 1.101.996	
Gastos de administración (Útiles, consumibles y Papelería):						
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 1.274.000	\$ 1.375.920	\$ 1.485.994	\$ 1.604.874	\$ 1.733.264	\$ 1.871.925	
Egresos deducibles (Costos de producción)						
Resumen de costos de producción de 1 m2 de losa N.1 Con aditivo						
		Por bloque	Por ml de vigueta	Valor./m2 con aditivo	Valor./m2 año 1	
Valor materia prima	\$ 1.875	\$ 13.736	\$ 29.977	\$ 32.375		
Valor mano de obra	\$ 1.090	\$ 1.550	\$ 7.775	\$ 8.242		
Valor de producción de 1 m2 de losa (sin administración)		\$ 37.752	\$ 40.617			
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
\$ 108.726.000	\$ 120.469.280	\$ 130.106.822	\$ 140.515.368	\$ 151.756.598	\$ 163.897.125	
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (A PRECIOS CORRIENTES) sin solicitar credito.						
ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos gravables (Ventas)		\$ 307.022.524	\$ 341.533.725	\$ 379.965.633	\$ 422.619.918	\$ 470.090.540
(+) Otros ingresos gravables						
(-) Egresos deducibles (Gastos operacionales)		\$ 158.222.100	\$ 168.012.124	\$ 178.413.285	\$ 189.464.151	\$ 201.205.753
(-) Egresos deducibles (Costos de producción)		\$ 120.469.280	\$ 130.106.822	\$ 140.515.368	\$ 151.756.598	\$ 163.897.125
(-) Egresos deducibles Depreciación activos fijos		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(-) Egresos deducibles (Amortización si la hubiera)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Otros egresos deducibles		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
UAI (UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS)		\$ 24.331.144	\$ 35.414.779	\$ 49.036.980	\$ 65.399.169	\$ 84.987.662
Impuestos causados		\$ 8.515.900	\$ 12.395.173	\$ 17.162.943	\$ 22.889.709	\$ 29.745.682
(-) Impuestos pagados		\$ 8.515.900	\$ 8.515.900	\$ 12.395.173	\$ 17.162.943	\$ 22.889.709
(+) Depreciación		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000	\$ 12.000.000	\$ 16.000.000	\$ 20.000.000
(+) Amortización (si la hubiera)						
(+) Valor de rescate						
(-) Otros egresos no deducibles						
Flujo neto de efectivo	-\$ 32.000.000	\$ 28.331.144	\$ 34.898.878	\$ 48.641.807	\$ 64.236.226	\$ 82.097.952
Valor del VPN	\$ 107.965.257	Se acepta el proyecto		Tasa de oportunidad elegida:		20%
Valor de la TIR	109,91%	Se acepta el proyecto				
Valor presente de ingresos:	\$ 1.105.644.425	B/C = Valor presente de ingresos/valor presente de egresos				
Valor Presente de egresos:	\$ 965.679.168					
B/C =	1,14	B/C >1, Si es viable el proyecto				

Nota.. Escenario 4-2 analizado (continuación)

Resumen de resultados calculados para las variables de interés.

Figura 55

Resumen de resultados de los escenarios financieros analizados.

Fuente: El Autor.

Resumen de los escenarios financieros analizados										
Variable	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 2-1	Escenario 2-2	Escenario 3	Escenario 3-1	Escenario 3-2	Escenario 4	Escenario 4-1	Escenario 4-2
Incremento unidades (m2) vendidos anualmente:	1%	1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
Promedio de ventas mensual actualmente (m2):	123	203	203	203	220	220	220	240	240	240
(%) MB =	1%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Inflación uniforme:	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
Incremento del salario mínimo:	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Ajuste mano de obra operarios (solo año 1):	0%	155%	155%	155%	155%	155%	155%	155%	155%	155%
Tasa de oportunidad elegida:	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Valor del VPN	\$ 1.148.944	\$ 1.526.394	\$ 19.627.687	\$ 37.565.133	\$ 31.970.848	\$ 50.747.217	\$ 70.033.246	\$ 66.635.126	\$ 87.119.875	\$ 107.965.257
Valor de la TIR	21,31%	21,50%	37,16%	50,11%	51,12%	64,76%	76,96%	85,20%	98,13%	109,91%
B/C =	1,08	1,04	1,06	1,08	1,07	1,09	1,11	1,10	1,12	1,14

Nota. En este gráfico se muestra el resumen de los resultados de los escenarios financieros analizados.

Figura 56

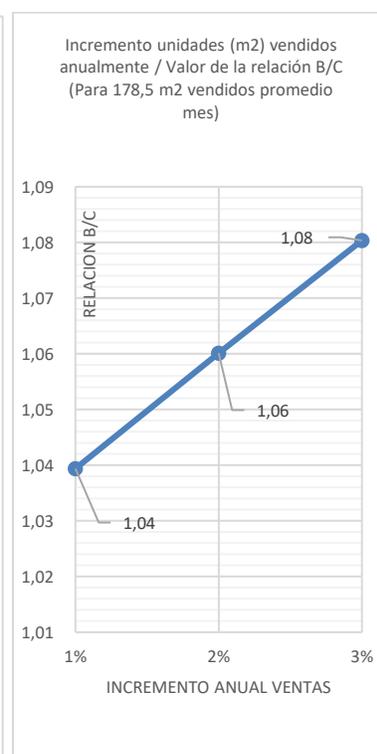
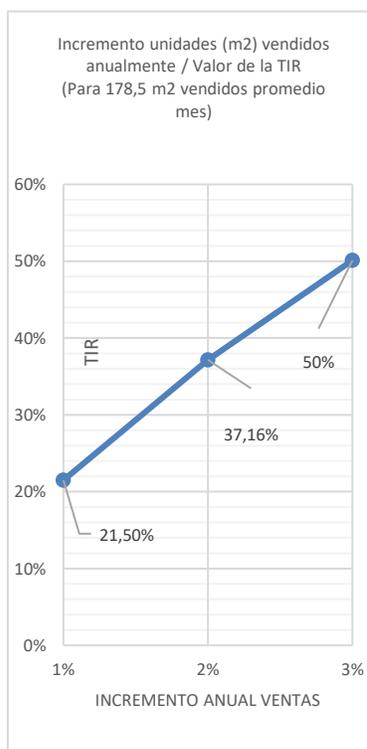
Comparación de resultados para escenarios 2, 2-1 y 2-2.

Fuente: El Autor.

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente / Valor del VPN (Para 178,5 m2 vendidos promedio mes)	
1%	\$ 1.526.394
2%	\$ 19.627.687
3%	\$ 37.565.133

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente / Valor de la TIR (Para 178,5 m2 vendidos promedio mes)	
1%	21,50%
2%	37,16%
3%	50,11%

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente / Valor de la relación B/C (Para 178,5 m2 vendidos promedio mes)	
1%	1,04
2%	1,06
3%	1,08



Nota. En este gráfico se muestra la comparación de resultados para escenarios 2, 2-1 y 2-2

Figura 57

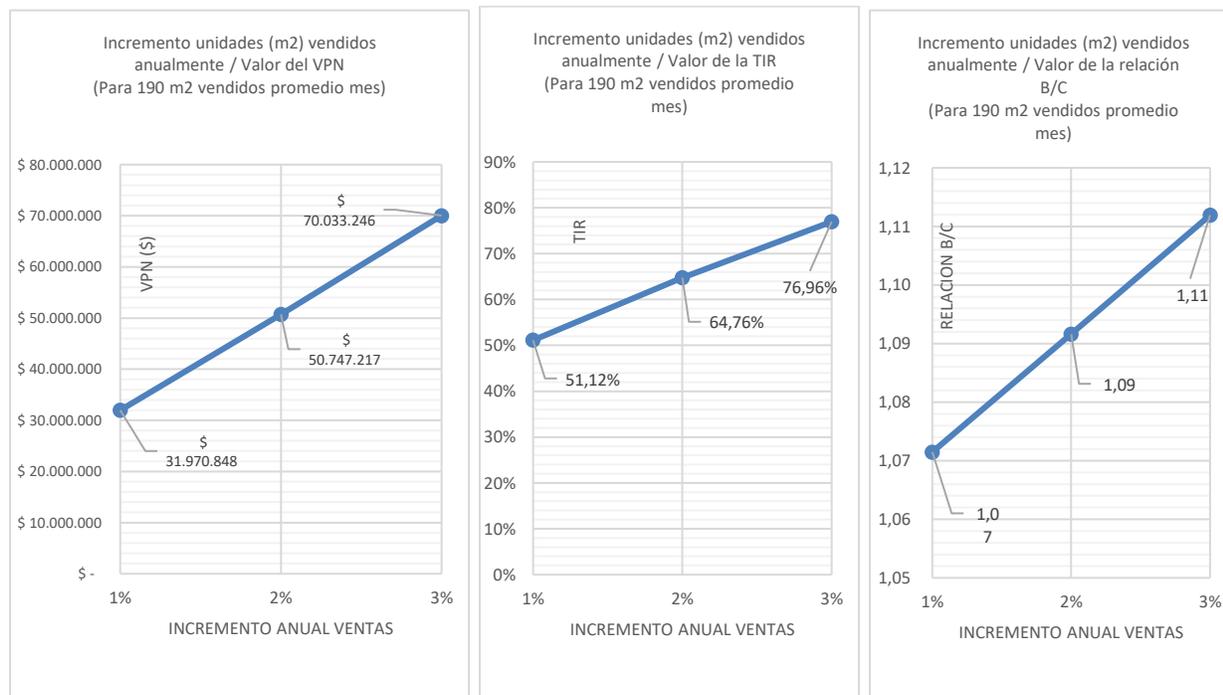
Comparación de resultados de escenarios 3, 3-1 y 3-2.

Fuente: El Autor.

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente / Valor del VPN (Para 190 m2 vendidos promedio mes)	
1%	\$ 31.970.848
2%	\$ 50.747.217
3%	\$ 70.033.246

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente / Valor de la TIR (Para 190 m2 vendidos promedio mes)	
1%	51,12%
2%	64,76%
3%	76,96%

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente / Valor de la relación B/C (Para 190 m2 vendidos promedio mes)	
1%	1,07
2%	1,09
3%	1,11



Nota. En este gráfico se muestra la comparación de resultados de escenarios 3, 3-1 y 3-2

Figura 58

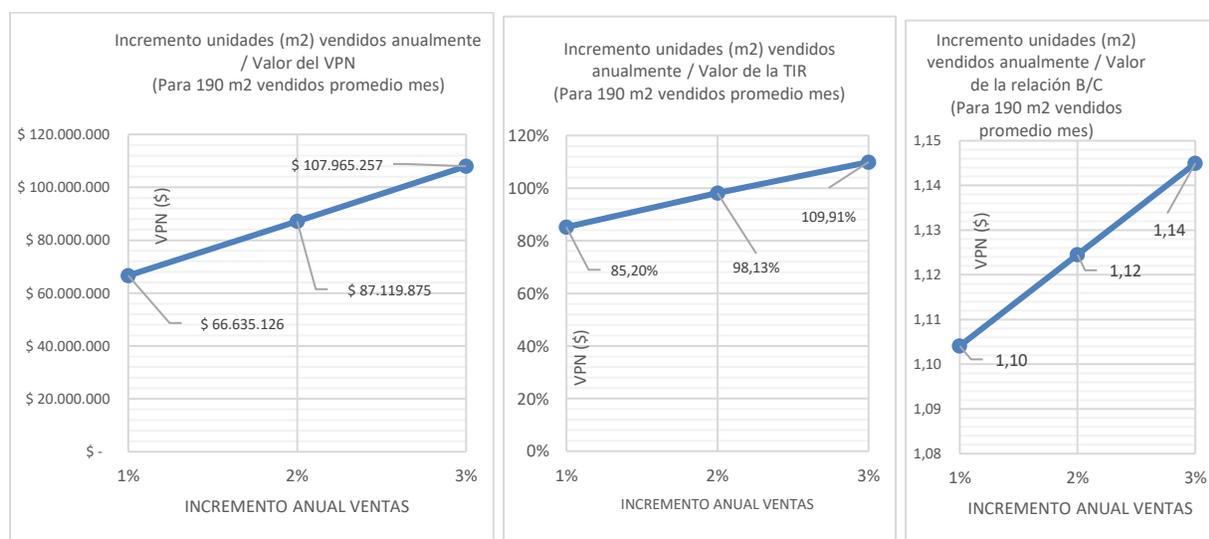
Comparación de resultados de escenarios 4, 4-1 y 4-2.

Fuente: El Autor.

Incremento unidades (m2) vendidos anualmente / Valor del VPN (Para 190 m2 vendidos promedio mes)	
1%	\$ 66.635.126
2%	\$ 87.119.875
3%	\$ 107.965.257

vendidos anualmente / Valor de la TIR (Para 190 m2 vendidos promedio mes)	
1%	85,20%
2%	98,13%
3%	109,91%

vendidos anualmente / Valor de la relación B/C (Para 190 m2 vendidos promedio mes)	
1%	1,10
2%	1,12
3%	1,14



Nota. El gráfico muestra la comparación de resultados de escenarios 4, 4-1 y 4-2

Análisis de los resultados obtenidos en el cálculo de las variables financieras.

En el escenario 1 se continúa con las condiciones actuales de la empresa, pero aumentando el precio de venta para la losa de entrapiso con los bloques mejorados con aditivos desde el precio actual de \$ 75.000/m² hasta \$ 81.469,65/m² con margen cero de beneficio y con tan solo 123 metros cuadrados en promedio de losa vendida mensualmente. Aplicándole luego un valor mínimo de margen de beneficio (1%) se logran obtener valores positivos para el VPN (\$1.148.944,04) y de 21,31% para la TIR, haciendo que el proyecto sea viable al superar la tasa

de oportunidad establecida del 20%, así como una relación B/C de 1.08, también favorable al ser superior a 1; en este escenario se parte del promedio mensual de ventas actualmente y se incrementa tan solo 1% de volumen de ventas cada año, lo cual es un valor muy bajo respecto de las expectativas realmente esperadas. Como se observa, en este escenario 1 se continúa con el pago actual de los operarios de la empresa, quienes trabajan a tiempo parcial y no alcanzan a ganar sino una quinta o cuarta parte del salario mínimo legal vigente, ya que se les paga por unidad producida de acuerdo a los pedidos que tenga la empresa. Al tener un volumen muy bajo de ventas, la empresa es capaz de seguir funcionando sin perder, pero los trabajadores son perjudicados.

En el escenario 2 se mejoran las condiciones actuales de la empresa, aumentando el valor pagado por mano de obra de la unidad fabricada por cada bloquero de tal forma que al proyectarse al mes sea equivalente a un salario mínimo, pagando la seguridad social y prestaciones sociales de todos los empleados, pero aumentando el precio de venta para la losa de entepiso con los bloques mejorados con aditivos desde el precio actual de \$ 75.000/m² hasta \$ 81.469,65/m² con margen cero de beneficio. Aplicándole luego un valor de margen de beneficio (15%) se logran obtener valores positivos para el VPN (\$1.526.394) y de 21,5% para la TIR, haciendo que el proyecto sea viable al superar la tasa de oportunidad establecida del 20%; así como una relación B/C de 1.04, también favorable al ser superior a 1; en este escenario se parte del promedio mensual de ventas actualmente y se incrementa tan solo 1% de volumen de ventas cada año, lo cual es un valor muy bajo respecto de las expectativas realmente esperadas. El aspecto más destacado en este escenario es el cálculo del porcentaje que debía aumentarse en el año cero el valor pagado por unidad a los operarios (155%) para que tengan un salario mínimo legal cuando la producción sea baja, sin embargo, al esperarse un mayor volumen de ventas, el

volumen de producción también aumenta y proporcionalmente el ingreso percibido

por los operarios, contribuyendo así con la equidad y justicia social la empresa Procometal, sin afectar negativamente las proyecciones financieras del proyecto.

En los escenarios 2-1 y 2-2 se mantienen las mismas condiciones del escenario 2 original, variando únicamente el porcentaje anual de ventas, siendo de 2% y 3% respectivamente y obteniendo para el escenario 2-1 valores de VPN (\$19.627.687), TIR (37,16%) y R/C (1,06) para el escenario 2-2 valores de VPN (\$37.565.133), TIR (50,11%) y R/C (1,08). Se deduce entonces que con incrementos de tan solo 1% se obtienen aumentos muy significativos de las variables de mayor interés para el análisis de viabilidad del proyecto.

En el escenario 3, se mantiene la postura de mejorar las condiciones de seguridad social y prestaciones de los empleados, así como el incremento de la mano de obra por unidad para brindarles un ingreso más justo, asemejándolo a un salario mínimo cuando los volúmenes de ventas sean bajos; en este escenario se aumentan los metros de losa de entrepiso vendidos en el año 0 desde 203 m² hasta 220 m², con sus bloques mejorados luego de aplicar la investigación técnica realizada. Como punto de partida se suponen incrementos de 1% anual en dichas ventas. Se obtienen valores de VPN (\$31.970.848), TIR (51,12%) y R/C (1,07), los cuales son todos valores que corroboran la viabilidad del proyecto.

En el escenario 3-1 y 3-2, se mantuvieron idénticas condiciones del escenario 3 pero se incrementó el porcentaje de ventas anual con 2% y 3% respectivamente. Se obtuvieron para el escenario 3-1 valores de VPN (\$50.747.217), TIR (64,76%) y R/C (1,09) para el escenario 3-2 valores de VPN (\$70.033.246), TIR (76,96%) y R/C (1,11). En este conjunto de escenarios también se deduce que con incrementos de tan solo 1% se obtienen aumentos muy significativos de las variables de mayor interés para el análisis de viabilidad del proyecto.

En el escenario 4 se continúa manteniendo la postura de mejorar las condiciones de seguridad social y prestaciones de los empleados, así como el incremento de la mano de obra por unidad para brindarles un ingreso más justo, asemejándolo a un salario mínimo cuando los volúmenes de ventas sean bajos; en este escenario se aumentan los metros de losa de entrepiso vendidos en el año 0 desde 203 m² (escenario 2), 220 m² (escenario 3) y finalmente 240 m² (escenario 4), con sus bloques mejorados luego de aplicar la investigación técnica realizada. Como punto de partida se suponen incrementos de 1% anual en dichas ventas. Se obtienen valores de VPN (\$66.635.126), TIR (85,20%) y R/C (1,10), los cuales son todos valores que corroboran la viabilidad del proyecto.

En el escenario 4-1 y 4-2, se mantuvieron idénticas condiciones del escenario 4 pero se incrementó el porcentaje de ventas anual con 2% y 3% respectivamente. Se obtuvieron para el escenario 4-1 valores de VPN (\$87.119.875), TIR (98,13%) y R/C (1,12) para el escenario 4-2 valores de VPN (\$107.965.257), TIR (109,91%) y R/C (1,14). En este conjunto de escenarios también se deduce que con incrementos de tan solo 1% se obtienen aumentos muy significativos de las variables de mayor interés para el análisis de viabilidad del proyecto.

Para aplicar los resultados obtenidos con este proyecto, mejorando los bloques, pero paralelamente hacer justicia social y pagar a los trabajadores un valor que se asemeje más al salario mínimo legal mensual, así mismo pagarles todo lo relacionado a seguridad social y prestaciones, ya que nunca las han tenido, obteniendo valores de VPN, TIR y Relación Beneficio / Costo favorables, debe venderse mínimo 203 m² de losa promedio mensual.

El presente análisis financiero se ha realizado con un horizonte de inversión de 5 años, pero realmente es un proyecto que puede extenderse indefinidamente, como lo demuestra la

antigüedad de dicha empresa, la cual lleva ya 40 años, aunque los últimos 5 años ha estado bajo la dirección de otra persona diferente a su creador ya fallecido.

Comparando aún solo con el escenario 1 que sería el menos optimista para la empresa, pero mejorando las condiciones salariales y sociales de los operarios, el precio de venta unitario de la losa Procometal calculado aplicando el mejoramiento de los bloques sería de \$ 82.292, el cual se encuentra aún por debajo del rango de competencia con las losas más similares que lideran las ventas del mercado colombiano actual: Metaldeck (\$ 159.928/m²) y Placa Fácil (\$ 96.248/m²) y aún brindando a sus clientes mayores ventajas, entre ellas, no requerir de vigas previamente al montaje de la losa y formar cielorraso totalmente plano en su superficie inferior.

Para mejorar el volumen de ventas actual, se recomienda que la empresa se vincule a su personal con unos honorarios más justos para los operarios, que la empresa realice los pagos de seguridad social y prestaciones teniendo en cuenta el presente análisis financiero llevado a cabo, y que contrate servicios de marketing y publicidad de su margen de ganancias y aún pudiera ser ampliado un poco más sin sobrepasar el valor de venta de sus competidores más cercanos. con el fin de alcanzar los umbrales mínimos requeridos mensuales de ventas para hacer viable y ampliamente benéfico el proyecto en el tiempo, logrando crecer, mejorar y posesionarse en un mediano plazo como empresa en los primeros lugares del mercado nacional.

Conclusiones

Se cumplió con el primer objetivo ya que se identificaron aditivos reductores de peso (incorporadores de aire), potenciadores de la resistencia y favorables para el acabado de los bloques (plastificantes); de la empresa Sika se identificaron los plastificantes Plastiment TM8, PlastimentAD60 y el incorporador de aire Sika Aer D; de la empresa Toxement se identificaron los plastificantes Eucon 35F, Eucon 37, Plastol Precast Hs y los incorporadores de aire Airtoc D, Eucon Air Mac 12D; de la empresa Basf, actualmente llamada Master Builder Solutions, se identificaron los plastificantes Master Glenium 3400, Master Polyheed 853 y el incorporador de aire Master Air 920; de la empresa Cemex se identificó el plastificante Fluidx U16 y los incorporadores de aire Isosfere 5200 e Isofoam 520.

Se cumplió también con el segundo objetivo en el cual se realizó una evaluación y análisis de las fichas técnicas de los aditivos preseleccionados para el diseño de las mezclas de los bloques, dando como resultado la elección de solo una pareja de plastificante más incorporador de aire de cada una de las casas productoras presentes en Colombia, descartando de la fase de ensayos únicamente a la empresa Sika, por no poner a disposición los productos preseleccionados ofrecidos en sus catálogos; de la empresa Toxement se seleccionaron los aditivos Plastol Precast HS más Airtoc D, de la empresa Master Builder Solutions se preseleccionaron Master Polyheed 853 más Master Air 920 y finalmente de la empresa Cemex se preseleccionaron Fluidx U16 Isosfere 5200.

Se realizó el estudio económico de producción de los bloques prefabricados de la losa de entrepiso Procometal con los diseños de mezcla resultantes usando los aditivos seleccionados en la fase anterior de la investigación, cumpliendo así con el tercer objetivo de esta investigación y hallando que la mayor eficiencia conjunta entre plastificante e incorporador de aire la tienen los

aditivos Master Polyheed 853 con el Master Air 920, con un valor de 19,335% frente a sus competidos de la casa Plastol con 8,028% y Cemex con 18,508%, teniendo en cuenta que dicha eficiencia relaciona el aumento de resistencia y la disminución de peso con el precio de cada dosis del aditivo; dicha aplicación conjunta de estos aditivos de la casa Master Builder Solutions conllevó a obtener un precio de venta inicial de \$ 81.469,65 por metro cuadrado de losa de entrepiso, como punto de partida de todos los análisis financieros realizados.

Cumpliendo con el objetivo final, se analizó la relación costo / beneficio del uso del diseño de mezcla con los aditivos seleccionados, con lo cual se pudo evaluar la viabilidad económica del proyecto, encontrando los valores calculados para dicha relación superaron siempre el valor de 1 en todos los escenarios planteados y concluyendo por lo tanto que el proyecto planteado si es económicamente viable de realizarse.

Referencias

- Abellán Pintors S.L.U. (2020). *Grupo Abellan*. <http://www.abellanpintors.com/materiales-ignifugos-proteccion-pasiva-contra-incendios/>
- Aceroform. (2020). *Entrepisos en la construcción*.
<https://www.aceroform.com.mx/blog/entrepiso-en-la-construccion/>
- Acesco SA. (2022). *Obras*. <https://www.acesco.com.co/estahl-ingenieria/>
- Adminpol. (2017). *Poltech Poliestireno Poliestireno expandido*.
<http://www.poltech.com.ar/index.php/category/productos/construccion/bloques/>
- Águila Arboláez, I. (2017). *Presente y futuro de la tecnología del concreto. La experiencia del IDEC*.
https://trienal.fau.ucv.ve/2017/publicacion/articulos/TC/extenso/TIFAU2017_Extenso_TC-05_IAGuila.pdf
- Aguilera Diaz, A. (Julio de 2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana, Vol 11*(No.2).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022
- Alcaldía mayor de Bogotá. (1986). *Secretaria de medio ambiente*.
<https://ambientebogota.gov.co/marco-juridico1#:~:text=Resolución%202309%20de%201986.,y%20vigilancia%20de%20residuos%20especiales>.
- Avecillas Ríos, D. (2016). *Alternativa estructural - Constructiva de entrepisos y techos de hormigón armados con bloques de poliestireno expandido*. (Tesis de grado para optar al título de ingeniero civil) Repositorio Universidad de Cuenca, Ecuador.:
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25944/1/tesis.pdf>

Basf. (2017). *Catalogo de productos 2017 - 2018 Soluciones químicas para la industria de la construcción*. Bogotá: Master buider solutions.

Camacol. Camara colombiana de la Construcción. (25 de Febrero de 2019). *El sector de la construcción generó 1.148 en Villavicencio, además se licenciaron 189 mil metros cuadrados*. <http://www.camacolmeta.com/noticias/223/El-sector-de-la-construcción-generó-1.148-en-Villavicencio...>

Camacol. Cámara Colombiana de la Construcción. (2021). *PIB del sector edificador crecerá 3,5 veces más que el total de la economía en el 2022: Camacol*.

<https://camacol.co/actualidad/noticias/pib-del-sector-edificador-crecera-35-veces-mas-que-el-total-de-la-economia-en#:~:text=Noticias->

,PIB%20del%20sector%20edificador%20crecerá%203.5%20veces%20más%20que%20e l,los%20niveles%20de%20ventas%20prepandemia.

Cámara de Comercio de Oviedo. (31 de 10 de 2020). *Viabilidad económica de un proyecto*.

<https://www.mba-asturias.com/empresas/viabilidad-economica-proyecto-empresarial/>

Camara Oviedo. (31 de 10 de 2020). *Cómo determinar la viabilidad económica de un proyecto empresarial: aspectos clave*. <https://www.mba-asturias.com/empresas/viabilidad-economica-proyecto-empresarial/#:~:text=La%20viabilidad%20económica%20determina%20el,e l%20retorno%20de%20la%20inversión>.

empresarial/#:~:text=La%20viabilidad%20económica%20determina%20el,e l%20retorno%20de%20la%20inversión.

Cárdenas Fierro, E., & Lozano Cortés, J. (15 de Julio de 2019). *Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales*

procedentes del rio Cohello para el control de pavimentos rígidos. (Trabajo de grado

para optar al título de Ingeniero civil) Repositorio de la Universidad Piloto de Colombia:

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5684/CORRELACION%20ENTRE%20EL%20MODULO%20DE%20ROTURA%20Y%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESION%20DEL%20CONCRETO%20HIDRAULICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Casco Guardado, J., & Majano Sandoval, D. (2019). *Análisis comparativo de los sistemas de entepiso en edicifios basado en aspectos de seguridad y costos*. (Tesis de grado para optar al título de ingeniero civil.) Universidad de El Salvador:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20468/1/Analisis%20comparativo%20de%20los%20diferentes%20sistemas%20de%20entepiso.pdf>

Cemex Innovation Holding. (2020). *Ficha técnica Fluidx U16*.

<https://www.cemexcolombia.com/documents/45752949/53089903/20180810-fluidx-u16-tds-2018-convertido.pdf/057dc6df-5247-ecaf-befc-f55e53bd002c?t=1625078949041>

Cemex Innovation Holding. (2020). *Ficha técnica Isofoam 520*.

<https://www.cemexcolombia.com/documents/45752949/53089903/20182808-isofoam-520-tds-2018-convertido.pdf/76155d0e-2f9a-6423-be68-f13d111ffbd6?t=1625078997562>

Cemex Innovation Holding. (2020). *Ficha técnica Isosphere 5200*.

<https://www.cemexcolombia.com/documents/45752949/53089903/20182708-isphere-5200-tds-2018-convertido.pdf/b83c6825-1b80-e1a2-c915-b7654354bb9a?t=1625078995237>

Cemex Innovation Holding AG. (2021). *Cemex Colombia*. Productos / Aditivos:

<https://www.cemexcolombia.com/productos/aditivos>

Comisión Asesora Permanente Para el Régimen de Construcciones Sismorresistentes.

(2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR 10*. Bogotá D.C.

Concreplus. (2019). *Nuevas tendencias en tecnologías de concreto 2019*.

<https://www.concreplus.com.mx/tendencias-tecnologia-concreto/>

Construmática, Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. (29 de Noviembre de 2021). *Clasificación de Elementos Prefabricados*.

https://www.construmatica.com/construpedia/Clasificación_de_Elementos_Prefabricados

DANE. (2021). *Estadísticas del concreto por el DANE*. informe de resultado cálculo mes de diciembre de 2020:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/concreto/pres_conc_dic_20.pdf

Dane. Información para todos. (Marzo de 2022). *Empleo informal y seguridad social*.

[https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/informalidad-y-](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/informalidad-y-seguridad-social/#:~:text=En%20el%20trimestre%20móvil%20diciembre%202020%20-%20febrero%202021%2C%20la%20proporción,y%2046%2C%25%20respectivamente.)

[seguridad-social/#:~:text=En%20el%20trimestre%20móvil%20diciembre%202020%20-%20febrero%202021%2C%20la%20proporción,y%2046%2C%25%20respectivamente.](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/informalidad-y-seguridad-social/#:~:text=En%20el%20trimestre%20móvil%20diciembre%202020%20-%20febrero%202021%2C%20la%20proporción,y%2046%2C%25%20respectivamente.)

Diario La República SAS. (2021). Consejo de Estado confirmó sanción a Cemex por el cartel del cemento. *Asuntos Legales*. <https://www.asuntoslegales.com.co/actualidad/consejo-de-estado-confirio-sancion-a-cemex-por-el-cartel-del-cemento-2740252>

DiPaz. (2020). *Aditivos y Herramientas para la construcción*. Toma de muestras y analisis de hormigón: <https://dipaz1.wixsite.com/dipaz/soluciones>

Equipo ELE. (2019). *Construir TV* . <https://www.construirtv.com/bloques-de-aserrin-para-la-construccion-de-viviendas/>

Euclid Chemical Toxement. (15 de Septiembre de 2020). *Airtoc D incorporador de aire*.

<https://www.toxement.com.co/media/5642/airtoc-d.pdf>

Euclid Chemical Toxement. (21 de Octubre de 2020). *Eucon 35 F reductor de agua*

de alto poder fluidificante. <https://www.toxement.com.co/media/5669/eucon-35-f-1.pdf>

Euclid chemical Toxement. (21 de octubre de 2020). *Eucon 37 Reductor de agua de alto poder*.

<https://www.toxement.com.co/media/5673/eucon-37.pdf>

Euclid chemical Toxement. (15 de Septiembre de 2020). *Eucon Air Mac 12D Aditivo*

incorporador de aire. <https://www.toxement.com.co/media/5657/eucon-air-mac-12d.pdf>

Euclid Chemical Toxement. (21 de octubre de 2020). *Plastol Precast Hs Aditivo reductor de agua de alto rango - Superplastificante*.

<https://www.toxement.com.co/media/5677/plastol-precaster-hs.pdf>

Euclid Group Toxement. (2019). *Catálogo de productos*. Euclid Group Toxement.

European Manufacturers of EPS. (2020). *Comportamiento del EPS*.

http://www.fenacore.org/empresas/anape_construccion/pdf/co_fuego.pdf

Garcia Abad, G. (16 de Noviembre de 2020). *Margen de beneficio ¿Cuál es la fórmula para*

calcularlo? Sage: <https://www.sage.com/es-es/blog/formula-para-calcularelmargendebeneficio/>

Goldenhorn, S. (1937). *Calculista de Estructuras de hormigón armado, hierro, madera*. Buenos Aires: Talleres gráficos argentinos L. J. Rosso - Doblado 951.

Grupo Compre. (2020). *Compre S.A de C.V.* <https://www.compre.com.mx/historia-acerca-de-las-viguetas-para-losas/>

Infinitia Industrial consulting. (28 de Octubre de 2021). *Estudio de viabilidad de un proyecto*

¿Cómo realizarlo? <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-realizarlo/>

Ingequality S.A.S. (2022). *Informe diseño de mezcla para concreto hidráulico*.

Villavicencio: Ingequality.

Institución universitaria, Colegio Mayor de Antioquia. (2016). *Sistemas constructivos con losas*

Bubbledeck. <https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2019/12/LOSAS->

BUBBLEDECK-.pdf

Ladrillera Santafé. (Mayo de 2018). *ficha técnica Placa Facil*. <https://assets.website->

files.com/5e5004d54227fd8b0ec4803a/5ec2b1455dc26165e9a5745b_Ficha_Bloquelon-

Santafe.pdf

Loaiza Osorio, L., Diaz Gonzales, E., & Rojas Manzano, M. (Octubre de 2019). Nanosílice

como aditivo para el concreto - caso Colombia. *Ibracon*. <https://bit.ly/3Bh5lcz>

Massanella. (2021). *Bloques y bovedillas de hormigón*.

<https://www.massanellasa.com/construccion/prefabricados-de-hormigon/bloques-y->

bovedillas/

Materiales y recubrimientos. (2020). *Casetón de Poliestireno (EPS) (m3)*.

<https://materialesyrecubrimientos.com/producto/caseton-de-poliestireno-eps-m3/>

Meza Orozco, J. (2013). *Evaluación Financiera de Proyectos*. Ecoe ediciones.

Ministerio del Medio Ambiente. (14 de Diciembre de 1994). *Resolución 541*.

https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/res_0541_141294.pdf

Ministerio del Trabajo. República de Colombia. (Marzo de 2022). *Decreto Número 1027 de*

2015 Versión actualizada a marzo de 2022.

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+1072+Sector+Trabajo+Actuali>

[zado+a+Marzo+25+de+2022.pdf/5d3900e5-03a7-f7e2-3b6a-](https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+1072+Sector+Trabajo+Actuali)

[2bd1e3b162cf?t=1648845402458](https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+1072+Sector+Trabajo+Actuali)

Mkt & Comunicación del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. (2020).

Aditivos para hormigón: Una historia de éxito. *Revista Hormigón al Día*.

<https://hormigonaldia.ich.cl/tecdirreportaje/aditivos-para-hormigon-una-historia-de-exito/>

Proyectos y Servicios a la Industria y Construcción S.A de C.V. (2020). *Concreto premezclado:*

guía de beneficios y proceso de suministro. <https://psiconcreto.com/concreto-premezclado-beneficios-suministro/>

Quiminet.com. (08 de Agosto de 2012). *Quiminet.com. Información y negocios segundo a*

segundo. <https://www.quiminet.com/articulos/incremente-la-resistencia-en-construcciones-con-aligerantes-de-concreto-2825065.htm>

Red por la Justicia ambiental en Colombia. (2018). *Legislacion ambiental*.

<https://justiciaambientalcolombia.org/herramientas-juridicas/legislacion-ambiental/#:~:text=Ley%2099%20de%201993.,Ley%2086%20de%201993.>

Sanabria Riaño, B. (2017). *Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles*. (Trabajo de investigación para optar por el título de Ingeniero Civil) Repositorio Universidad Católica de Colombia.:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15493/1/01%20DOC%20FINAL.pdf>

Sánchez De Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bhandar Editores.

Santiago Patricio, E. (2011). *Diferentes tipos de aditivos para el concreto*. (Monografía para obtener el título de ingeniero civil.) Universidad Veracruzana: <https://bit.ly/3aa0DVq>

Secretaría del Senado. Colombia. (2022). *Diario Oficial No. 51990 - 28 de marzo de 2022*.

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/codigo_comercio.html

Segura Franco, J. (2002). *Estructuras de Concreto I*. Bogotá: Editorial Unibiblos.

Seismous Engineering and Research. (2018). *Breve guía de las fuerzas sísmicas*.

<https://seismous.com/breve-guia-de-las-fuerzas-sismicas/>

Sika. (2014). *Concreto: Aditivos para el concreto*. Brochure de la empresa:

<https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>

Sika. (Noviembre de 2017). *Hoja de datos del producto Plastiment AD 60*.

https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/co-ht_Plastiment%20AD%2060.pdf

Sika. (Noviembre de 2017). *Hoja de datos del producto PLastiment TM 8*.

https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/0/co-ht_Plastiment_TM_8.pdf

Sika. (Noviembre de 2017). *Hoja de datos del producto Sika Aer D*.

https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/4/sika_aer_d.pdf

Sika. (17 de 12 de 2018). *Ficha de datos de seguridad Plastiment AD 60*.

https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/9/co-hs_PlastimentA-60.pdf

Sika. (27 de 12 de 2018). *Ficha de datos de seguridad Plastiment TM 8*.

https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/a/co-hs_Plastiment_TM_8.pdf

Silva, O. (2022). *360 en Concreto*. Generalidades y tipos de aditivos para el concreto según NTC

1299: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/generalidades-tipos-de-aditivos-para-el-concreto/>

Vldaud Quintana, E., & Vldaud Quintana, I. (2014). Los aditivos químicos y su impacto en el medio ambiente. *Construcción y tecnología del concreto*, 28-31.

<http://www.revistacyt.com.mx/pdf/junio2014/tecnologia.pdf>

Zamora Esparza, C. (2014). *Influencia del uso de fibras de polipropileno Fibromac en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²*. (Tesis para optar al título de

ingeniero civil.) Universidad Nacional de Cajamarca:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/352/T%20693.5%20Z25%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Apéndice A

Diseño de mezcla realizado por el laboratorio Ingequality



Villavicencio, 24 de Marzo del 2022

Señora:
ING YAMILE MUÑOZ
Ciudad.

Referencia: CONTROL DE CALIDAD.

Tema: Informe Diseño de mezcla para concreto Hidráulico.

Cordial Saludo.

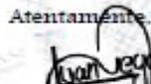
EL presente informe contiene el diseño de mezcla realizado con los agregados suministrados por el cliente, provenientes de la planta Gravicon, Rio Guayuriba, los cuales se caracterizan por presentar una grava de tamaño máximo nominal de 1/2".

Se realizaron los respectivos ensayos de clasificación que han servido como base para el cálculo de las proporciones para un concreto cuya resistencia de diseño es $f'c = 3000$ PSI (210 kg/cm²), con Cemento Portland, y va a ser utilizado en la construcción de la obra citada en la referencia.

Los ensayos están basados en la Norma INVIAS ART-630-07 para concretos y corresponden exclusivamente a las muestras analizadas en Laboratorio.

Cualquier comentario que se presente, estaremos dispuestos en atenderlo en la mayor brevedad.

Atentamente,


JUAN DIEGO TRUJILLO
Ingeniero Civil

M.P. 25202-336555 CND

En caso de presentarse alguna FQR ó producto no conforme, dirigirla al correo ingequalityscalidad@gmail.com para ser atendida.





CONTENIDO

1. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS.....	3
2. ANÁLISIS DEL DISEÑO	5
2.1 ASENTAMIENTO	5
2.2 CONTENIDO DE AIRE.....	5
2.3 CONTENIDO DE AGUA.....	5
2.4 RESISTENCIA DE DISEÑO	5
2.5 RELACIÓN AGUA CEMENTO	5
3. DOSIFICACION DE AGREGADOS.....	6
4. RECOMENDACIONES	7
5. ACLARACIONES	8
ANEXO 1 : RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO Y CUADRO DE DOSIFICACIÓN	9

INGEQUALITY S.A.S





1. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS

Se procedió a la realización de ensayos de laboratorio siguiendo las especificaciones técnicas dispuestas en el INVIAS 2013, para el presente diseño se procedió a realizar los siguientes ensayos:

- PRESENCIA DE IMPUREZAS ORGÁNICAS EN ARENAS USADAS PARA LA PREPARACIÓN DE MORTEROS O CONCRETOS INV-E-212.
- ANALISIS GRANULOMETRICO INV-E-123.
- CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL INV-E-122.
- PESO UNITARIO SUELTO Y AFISONADO INV-E-217.
- GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE LOS SUELOS INV-E-222/223.

A continuación, se detallan algunas propiedades halladas en el Laboratorio.

Granulometría de los Agregados.

TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	% PASA GRAVA	% PASA ARENA
1 1/2"	38.10	100.0	100.0
1"	25.40	100.0	100.0
3/4"	19.00	100.0	100.0
1/2"	12.70	96.8	100.0
3/8"	9.51	76.0	100.0
Nº4	4.76	6.5	100.0
Nº8	2.38	0.4	82.4
Nº16	1.19	0.1	62.3
Nº30	0.595	0.0	37.9
Nº50	0.297	0.0	20.5
Nº100	0.149	0.0	10.5





INGEQUALITY S.A.S.
ESTRATA 1400 TORRE 1000
NIT° 900.972.178-7



CO20/962451

CARACTERÍSTICAS	ARENA
A. Modulo de Finura (MF)	2.13
B. Tamaño máximo (TM)	3/8"
C. Tamaño Máx. Nominal (TN)	N°4
D. Cont. Materia Orgánica (MO)	1
E. Absorción (%)	0.73
F. Peso específico aparente seco (Kg/m ³)	2677
G. Peso Unitario seco suelto (Kg/m ³)	1608
H. Peso Unitario seco compactado (Kg/m ³)	1875
I. Humedad (%)	7.59%

CARACTERÍSTICAS	GRAVA
A. Tamaño máximo (TM)	3/4"
B. Tamaño Máx. Nominal (TN)	1/2"
C. Cont. Materia Orgánica (MO)	-
D. Absorción (%)	0.91
E. Peso específico aparente seco (Kg/m ³)	2594
F. Peso Unitario seco suelto (Kg/m ³)	1355
G. Peso Unitario seco compactado (Kg/m ³)	1517
H. Humedad (%)	0.47%

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
A. Peso específico (gr/cm ³)	2.83





2. ANÁLISIS DEL DISEÑO

2.1 ASENTAMIENTO

A solicitud del cliente se realiza una mezcla semiseca con un asentamiento de 5 cm. (2"), teniendo en cuenta que la colocación será manual.

2.2 CONTENIDO DE AIRE

Se usará concreto sin aire incluido. Para un tamaño máximo nominal de 1/2", el contenido de aire naturalmente atrapado es de 2.5 %.

2.3 CONTENIDO DE AGUA

Para un asentamiento de 5 cm. (2"), un tamaño máximo nominal de 1/2" y una forma redondeada y textura lisa, el contenido de agua por cada m³ de concreto es de 214 lts aproximadamente.

Como se trata de un sistema de elaboración de mezcla en Obra, se deben tomar las proporciones de los materiales para elaborar la mezcla de diseño, controlando las humedades de estos para evitar el exceso de agua.

2.4 RESISTENCIA DE DISEÑO

Por solicitud del cliente la resistencia de diseño será:

RESISTENCIA	Kg/cm2
3000 PSI	210

2.5 RELACIÓN AGUA CEMENTO

Para lograr las resistencias deseadas y teniendo en cuenta y las condiciones de exposición se deberá trabajar con las siguientes relaciones de agua-cemento :

RESISTENCIA	RELACIÓN A/C
3000 PSI	0.56





INGEQUALITY S.A.S.
CALLE 41A NO 44-25 BARRIO PANORAMA
NIT 900.972.178-7



CO20/962451

3. DOSIFICACION DE AGREGADOS

Resistencia $f'c$ (p.s.i)	PROPORCIONES		
	EN PESO		
	CEMENTO	ARENA	GRAVA
3000	1	2.34	2.01
Resistencia $f'c$ (p.s.i)	PROPORCIONES		
	EN VOLUMEN		
	CEMENTO	ARENA	GRAVA
3000	1	1.82	1.86
PROPORCIONES EN BALDES DE 10 LTS			
PARA 1 BULTO DE CEMENTO (50Kg)			
$f'c$ (PSI)	ARENA	GRAVA	AGUA
3000	7.3	7.4	2.8
PROPORCIONES EN BALDES DE 8 LTS			
PARA 1 BULTO DE CEMENTO (50Kg)			
$f'c$ (PSI)	ARENA	GRAVA	AGUA
3000	9.1	9.3	3.5
$f'c$ (p.s.i)	CEMENTO (Btos/m ³)		
3000	7.6		





4. RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta la condición de saturación del material antes de la preparación de la mezcla, por tal razón se deberá corregir el agua, para lo cual se realizará permanentemente el ensayo de asentamiento o slump, además de realizar en obra cilindros de prueba para verificar y optimizar el diseño.

Se recomienda tomar dos muestras de cilindros por edad de curado, con el fin de establecer un promedio evitar cualquier duda en los resultados. Los cilindros se fallaran de la siguiente forma:

- ❖ Dos para ser fallados a los siete días de curado y con este dato estimar la resistencia a los veintiocho días.
- ❖ Dos para ser fallados a los catorce días de curado para comparar el rendimiento de la mezcla con la curva estándar de acuerdo al tipo de cemento utilizado.
- ❖ Dos para ser fallados a los veintiocho días de curado y comprobar la resistencia de diseño calculada.
- ❖ Dos para dejar como testigos en caso de presentar problemas la mezcla, una vez cumplido su edad de curado normal (opcional).

INGEQUALITY S.A.S.





5. ACLARACIONES

El presente diseño fue elaborado bajo parámetros nacionales y según lo dispuesto en la norma INVIAS 2013 y lo estipulado en el texto Tecnología del concreto y del mortero elaborado por Diego Sánchez De Guzmán, ingeniero civil de gran experticia y prolíficos conocimientos en normatividad, durabilidad, patología y reparación de estructuras en concreto. Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas exclusivamente en los resultados obtenidos de los materiales que se recibieron en Laboratorio.

Si durante la producción se utilizan diferentes materiales, se deberá informar al Ingeniero Encargado para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias

En espera de sus comentarios y dispuestos en aclarar cualquier duda, se suscribe de Uds.

JUAN DIEGO TRUJILLO LADINO
Ingeniero Civil
M.P. 25202-336555 CND

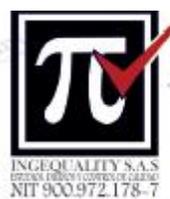
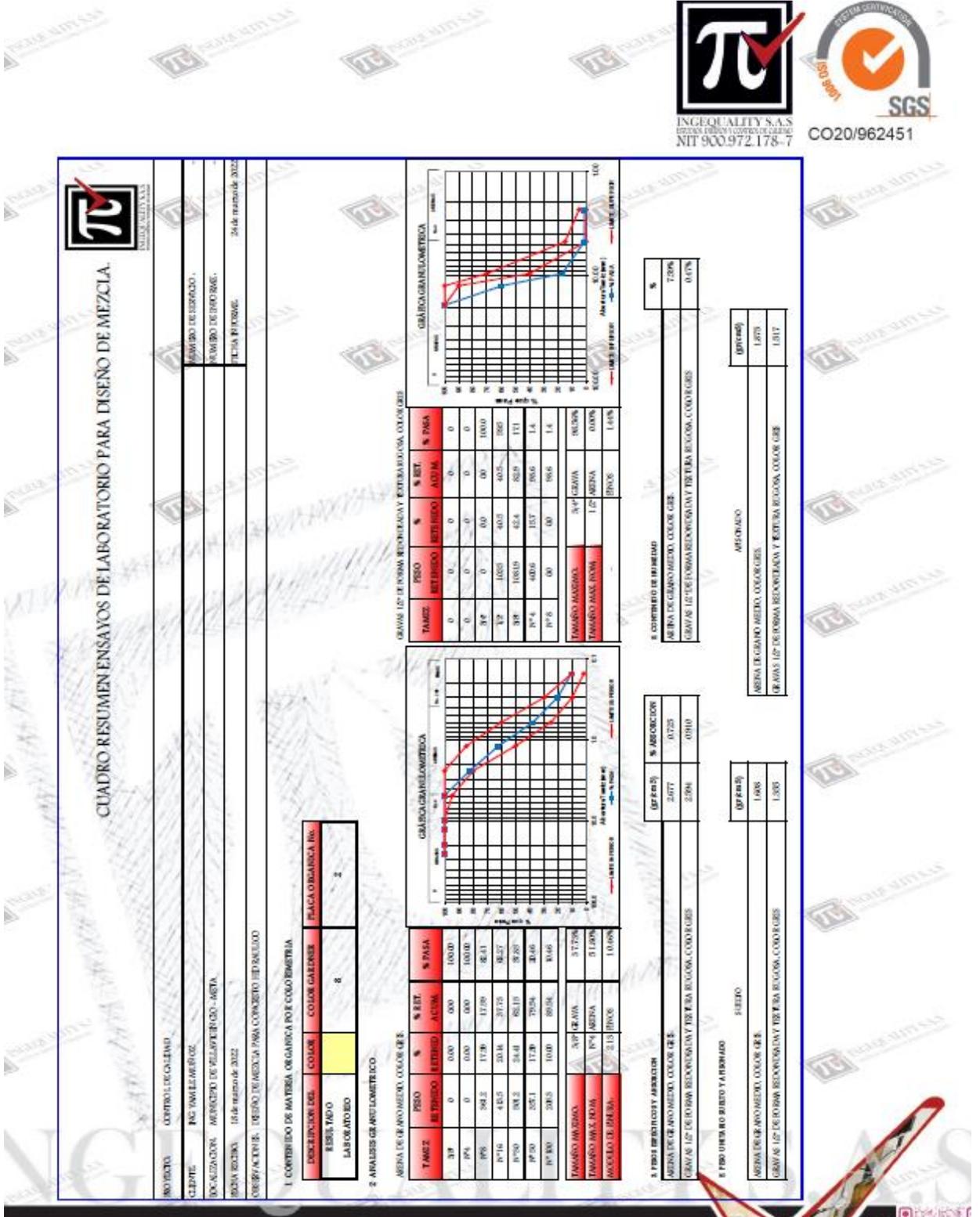
En caso de presentarse alguna PQR ó producto no conforme, dirigirla al correo ingequalitysascalidad@gmail.com para ser atendida.

INGEQUALITY S.A.S.





ANEXO 1 : RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO Y CUADRO DE DOSIFICACIÓN



CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DISEÑO DE MEZCLA

PROYECTO	CONTROL DE CALIDAD		
CLIENTE	ING. DANIELA BARRERO		
DOCUMENTACIÓN	MANUAL DE VULNERACIÓN AGUA		
FECHA DE EJECUCIÓN	14 de marzo de 2022		
FECHA DE ELABORACIÓN	24 de marzo de 2022		

OBJETIVO: DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO HIDROFUGO

1. CONTROL DE MATERIA ORGANICA POR COLORIMETRIA

DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO	COLOR	COLOR GALENER	PLACA ORGANICA INC.
8	8	8	8

2. ANALISIS DE ANTIMETRICO

ARENA DE GRANO MEDIO, COLOR GRIS

TAMIZ	PESO RETENIDO	%	% RET. ACUM.	% PASA
3/8"	0	0.00	0.00	100.00
4/8"	0	0.00	0.00	100.00
5/8"	294.2	17.89	17.89	82.11
3/4"	415.5	25.16	43.05	56.95
1/2"	208.2	12.61	55.66	44.34
19/32"	257.1	15.89	71.55	28.45
1/8"	203.5	12.00	83.55	16.45
TAMIZO PASAJE	SUPERFICIA			3.77%
TAMIZO MAX. PASA	1/8" ARENA			11.89%
RECORD DE PASA	2/5" PASEO			1.06%

GRAFIKA GRAMIMETRICA

3. PASEO DE BARRIDO Y BARRIDO

OPCIÓN	% BARRIDO
2.077	0.72%
2.894	0.91%

ARENA DE GRANO MEDIO, COLOR GRIS

4. PASEO DE BARRIDO Y BARRIDO

OPCIÓN	% BARRIDO
1.688	0.56%
1.800	0.59%

ARENA DE GRANO MEDIO, COLOR GRIS

5. CONTROL DE HUMEDAD

OPCIÓN	% HUMEDAD
7.59%	7.59%
0.47%	0.47%

ARENA DE GRANO MEDIO, COLOR GRIS



INGEQUALITY S.A.S.
ESTACION DISEÑO Y CONTROL DE CALIDAD
NIT 900.972.178-7

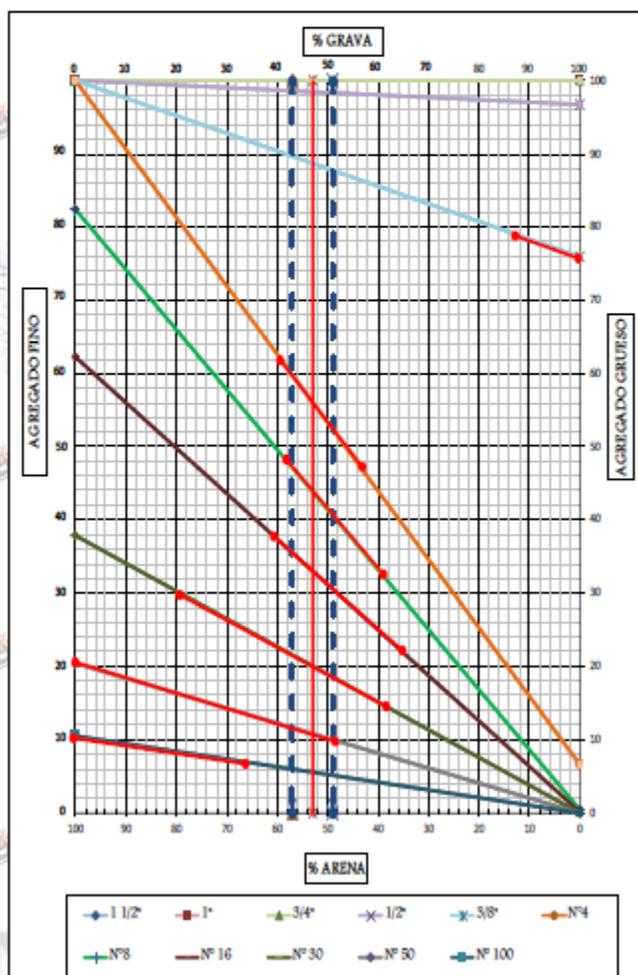
CO20/962451

Código: IQL-PR-019
Version: 02
Fecha: 30/9/2019
Página: 1 de 1

COMBINACION Y OPTIMIZACION GRANULOMETRICA POR EL METODO RNL

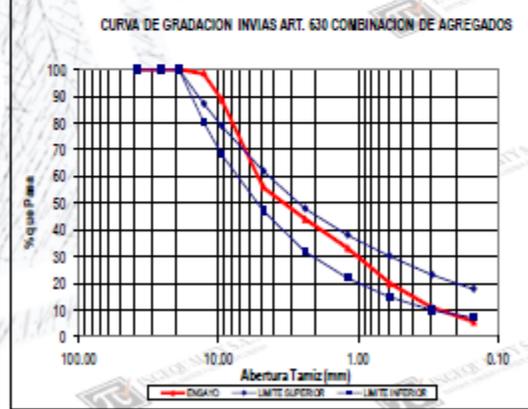


PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD		NUMERO DE SERVICIO:	
CLIENTE: ING YAMILE MUÑOZ		NUMERO:	
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META		FECHA INFORME: 24 de marzo de 2022	
FECHA RECIBO: 18 de marzo de 2022		TIPO DE: CONCRETO / PAVIMENTO / SUELO	
DESCRIPCION DEL MATERIAL: GRAVAS Y ARENAS CON TRAZAS DE LIMOS, COLOR GRIS		MUESTRA: X	
OBSERVACIONES: AG-19			



TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	% PASA GRAVA	% PASA ARENA	NORMA		MEZCLADO
1 1/2"	38.10	100.0	100.0	100	100	100.0
1"	25.40	100.0	100.0	100	100	100.0
3/4"	19.00	100.0	100.0	100	100	100.0
1/2"	12.70	96.8	100.0	80	87	96.5
3/8"	9.51	76.0	100.0	68	79	86.7
N°4	4.75	6.5	100.0	47	62	56.1
N°8	2.38	0.6	82.4	32	48	43.9
N°16	1.19	0.1	62.5	22	38	30.1
N°30	0.595	0.0	37.8	15	30	20.1
N°50	0.297	0.0	20.5	10	25	10.6
N°100	0.149	0.0	10.5	7	18	5.5

% Grava diseño: **47%**
% Arena diseño: **53%**



ELABORO: FIRMA:
NOMBRE: JUAN DAVID TRUJILLO
CARGO: ING. JEFE DE LABORATORIO



INEQUALITY S.A.S.
SISTEMAS LABORATORIOS CONTROL DE CALIDAD
NIT 900.972.178-7



CO20/962451

Código.	IQL-IR-020	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON DOS AGREGADOS												
Version.	02													
Fecha.	30/03/2019													
Página.	1 de 1													
PROYECTO.	CONTROL DE CALIDAD													
CLIENTE.	ING YAMILE MUÑOZ	NUMERO DE SERVICIO.												
LOCALIZACION.	MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META	NUMERO DE INFORME.												
FECHA RECIBO.	18 de marzo de 2022	FECHA INFORME.		24 de marzo de 2022										
CEMENTO.	PORTLAND													
PROPORC. AGREG. (%)		GRAVA(%)	47	ARENA(%)	53									
Resistencia	ASENT.	T.M	T.N	AIRE	AGUA	f'c DIS.	RELAC.	CEMENTO						
f'c (p.s.i)	(plg)	(plg)	(plg)	(%)	(Lt/m³)	(p.s.i)	A/C	(Kg/m³)						
3000	2*	3/4*	1/2*	2.00	214	3000	0.56	382						
PROPORCIONES EN PESO			PROPORCIONES MATERIALES SUELTOS Y SECOS POR M³ CONCRETO											
CEMENTO	ARENA	GRAVA	f'c	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA							
			(p.s.i)	(Kg/m³)	(Kg/m³)	(Kg/m³)	(Kg/m³)							
1	2.34	2.01	3000	382	895	769	214							
PROPORCIONES EN VOLUMEN			PROPORCIONES MATERIALES SUELTOS Y SECOS POR M³ CONCRETO											
CEMENTO	ARENA	GRAVA	f'c	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA							
			(p.s.i)	(Mts/m³)	(m³/m³)	(m³/m³)	(Lt/m³)							
1	1.82	1.86	3000	7.6	0.557	0.568	214							
PROPORCIONES EN BALDES DE 10 LTS PARA 1 BULTO DE CEMENTO (50Kg)				Observaciones: NINGUNA										
f'c (PSI)	ARENA	GRAVA	AGUA											
3000	7.3	7.4	2.8											
PROPORCIONES EN BALDES DE 8 LTS PARA 1 BULTO DE CEMENTO (50Kg)				<table border="1"> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">ELABORO</td> <td>FIRMA .</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE .</td> <td>JUAN DIEGO TRUJILLO</td> </tr> <tr> <td>CARGO .</td> <td>INC. JEFE DE LABORATORIO</td> </tr> </table>				ELABORO	FIRMA .		NOMBRE .	JUAN DIEGO TRUJILLO	CARGO .	INC. JEFE DE LABORATORIO
ELABORO	FIRMA .													
	NOMBRE .	JUAN DIEGO TRUJILLO												
	CARGO .	INC. JEFE DE LABORATORIO												
f'c (PSI)	ARENA	GRAVA	AGUA											
3000	9.1	9.3	3.8											



Apéndice B.

Resultados de fallado de cilindros por el laboratorio Ingequality.

Villavicencio, 13 de Julio de 2022

Señores:

YAMILE MUÑOZ OSPINA

Ciudad.



Referencia: ESTUDIO DE VIABILIDAD TECNICO Y ECONOMICO PARA EL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE LOS BLOQUES PREFABRICADOS DE HORMIGON USADOS COMO ALIGERAMIENTO EN LA LOSA DE ENTREPISO.

Tema: Informe General de control de calidad ensayos de resistencia a la Compresión en muestras cilíndricas.

Cordial Saludo.

Con la presente estamos haciendo entrega de los resultados finales correspondientes a los ensayos de resistencia a la compresión realizados a las muestras suministradas por ustedes, con el fin de realizar el respectivo control de calidad del concreto, el cual está siendo usado en la construcción de los diferentes elementos estructurales del proyecto en referencia.

La información de los resultados obtenidos se encuentra registrada en el formato IQL-FR-003 (ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION INV-E-410) perteneciente a INEQUALITY SAS, donde se referencian: estructuras o elementos elaborados, fechas de toma, resistencia de diseño y resistencia obtenida de cada muestra, según la información suministrada por Uds., por lo tanto, los resultados obtenidos en los ensayos corresponden exclusivamente a las muestras entregadas al laboratorio.

El presente informe contiene información de todas las muestras de la respectiva orden a la fecha. Se actualizan los resultados de las muestras relacionada a continuación.

Nº de Muestra	Edad de Curado	Cantidad	Nº de Muestra	Edad de Curado	Cantidad
9-11-13	7 DIAS	3	3-5-7	7 DIAS	3
15-17-19	7 DIAS	3	1	7 DIAS	1

Estamos a su disposición para aclarar cualquier duda.

Atentamente,

JUAN DIEGO TRUJILLO LADINO

Ingeniero Civil

M.F. 25202-336555 CND

En caso de presentarse alguna FQR ó producto no conforme, dirigirla al correo inequalitysacalidad@gmail.com para ser atendida.



Código: IQI-01-005
 Versión: 02
 Fecha: 20/09/2017
 Página: 1 de 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS

INV-E-410

PROYECTO: ESTUDIO DE VIABILIDAD TECNICO Y ECONOMICO PARA EL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE LOS BLOQUES PREFABRICADOS DE HORMIGON USADOS COMO ALIGRAMENTO EN LA LOSA DE ENTREPISO.

CLIENTE: YAMBE MUÑOZ OSPINA
 SOCIALIZACION: VILLAVICENCIO
 FECHA RECIBO: 9 de julio de 2022
 OBSERVACIONES: NINGUNA
 MARCA DE CEMENTO: PORTLAND C-1788 E-138

NUMERO DE SERVICIO: 6421
 NUMERO DE INFORME: IQI-1967-22
 FECHA INFORME: 15 de julio de 2022

TIPO DE MEZCLA:

CEJA	PLASTO	OTR

NOMBRE DEL ELEMENTO	N° MUESTRA	Cº Diámetro (P)	Fecha de Toma	EDAD DE CURADO	Fecha de Ensayo	DIAMETRO (mm)	ALTEZA (mm)	PESO (kg)	CARGA (kg)	AREA (cm²)	ESFUERZO (kg/cm²)	COEFIC. CORRECCION	RESISTENCIA		% RESIS	RESISTENCIA PROMEDIO (kg)	TIPO DE FALLO			
													PR	Agonice			1	2	3	4
02/07/22	9			7 DIAS	09-07-22	10.2	20.5	4009	23452	51.71	2.395	1	4100.06	287.00	-	3912.6				X
	10			21 DIAS	23-07-22															
	11			7 DIAS	09-07-22	10.4	20.5	4065	19100	84.95	2.334	0.99	3179.90	222.59	-	4643.0				X
	12			21 DIAS	23-07-22															
	13			7 DIAS	09-07-22	10.1	20.5	4014	11531	80.12	2.468	1	2020.40	141.45	-	3042.9	X			
14			21 DIAS	23-07-22																
03/07/22	15			7 DIAS	10-07-22	10.0	20.4	3928	14961	78.54	2.432	1	2721.27	190.49	-	4010.1				X
	16			21 DIAS	24-07-22															
	17			7 DIAS	10-07-22	10.1	20.5	3925	12631	80.12	2.415	1	2252.20	157.65	-	3362.7				X
	18			21 DIAS	24-07-22															
	19			7 DIAS	10-07-22	10.0	20.5	3992	14275	78.54	2.479	1	2096.49	181.75	-	3857.9				X
20			21 DIAS	24-07-22																
04/07/22	3			7 DIAS	11-07-22	10.1	20.6	3852	16892	80.12	2.334	1	3013.96	210.84	-	4411.2				X
	4			21 DIAS	25-07-22															
	5			7 DIAS	11-07-22	10.0	20.5	3975	23535	78.54	2.468	1	4244.06	297.08	-	6111.5				X
	6			21 DIAS	25-07-22															
	7			7 DIAS	11-07-22	10.1	20.6	4085	22678	80.12	2.475	1	4043.65	285.06	-	5854.9				X
8			21 DIAS	25-07-22																
05/07/22	1			7 DIAS	12-07-22	10.1	20.5	4079	4382	80.12	2.506	1	781.54	54.69	-	1353.0				X
	2			21 DIAS	26-07-22															
	2			7 DIAS	12-07-22															
	2			21 DIAS	26-07-22															
	2			7 DIAS	12-07-22															
2			21 DIAS	26-07-22																

OBSERVACIONES:

% DE RESISTENCIA					LD	0.5	1	1.25	1.5	1.75	2
1 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	56 DIAS	84 DIAS	FACTOR CORR.	0.85	0.93	0.97	0.97	0.97	0.99
65-67	82-83	100	107-110	125-130							



La información aquí reportada pertenece únicamente a la muestra analizada y no podrá ser reproducida parcial o totalmente sin la autorización escrita de INEQUALITY SAS

ELABORO	FIRMA:	REVISO	FIRMA:
NOMBRE:	JAMES HERRERA	NOMBRE:	JUAN DAVID TRUJILLO
CARGO:	AUX. DE LABORATORIO	CARGO:	ING. JEFE DE LABORATORIO

Apéndice C.

Registro fotográfico del proceso de toma de muestras de concreto y su fallado

