



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA
PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE PLACAS DE YESO O
DRYWALL EN EL ÁREA METROPOLITANA**

DIANA CATALINA SIERRA TOBÓN

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESUMER
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
FACULTAD DE MERCADEO
MEDELLÍN
2017**



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE
APROVECHAMIENTO DE PLACAS DE YESO O DRYWALL EN EL ÁREA
METROPOLITANA**

DIANA CATALINA SIERRA TOBÓN

Trabajo final para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

**Asesor
ANDRÉS FELIPE HINCAPIÉ RODRÍGUEZ
Especialista en Gerencia De Proyectos**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESUMER
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
FACULTAD DE MERCADEO
MEDELLÍN
2017**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 23 de enero de 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, amigos que en estos años me han estado acompañando y apoyado en esta dura labor que es la sostenibilidad.

Y especialmente a mi esposo quien siempre ha creído en mí y en todo momento me apoyó y me dio fuerzas para seguir adelante pese a todos los obstáculos que he tenido.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida por poner en mi camino personas que mal o bien me dieron alientos para seguir adelante; a aquellas que dudan que se puedan lograr los objetivos trazados y aquellas que en todo momento creyeron y creen en que uno puede lograr lo que se propone.

Al que sin él no se puede hacer nada, Dios, que me ha dado fortaleza, paciencia y sabiduría para seguir adelante y alientos para lograr los objetivos trazados.

A todos los docentes que nos acompañaron durante este año, los cuales nos dieron grandes lecciones que son indispensables para el crecimiento profesional, a los compañeros de esta promoción gracias a ellos por un año de buenas experiencias, risas y conocimiento interdisciplinario.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	23
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	27
3. OBJETIVOS	31
3.1. Objetivo general	31
3.2. Objetivos específicos	31
4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	32
5. MARCO DE REFERENCIA	34
5.1. Estado del arte	34
5.1.1. Experiencias a nivel internacional	34
5.1.2. Experiencias a nivel nacional	38
5.1.2.1. Empresa Serefercas	38
5.1.2.2. Sin Escombros SAS	39
5.1.2.3. Conescombros SAS	40
5.1.2.4. MAAT soluciones ambientales	41
5.1.2.5. Ecoingeniería SAS	42

	pág.
5.1.3 Normatividad ambiental aplicable a la gestión integral de residuos de construcción y demolición en los que está incluido el drywall	43
5.1.3.1. Normativa de ámbito nacional	43
5.1.3.2. Normativa de ámbito local	48
5.1.3.3. Sellos ambientales aplicables	50
5.1.3.3.1. Sello Ambiental Colombiano (SAC) edificaciones Sostenibles	50
5.1.3.3.2. Referencial CASA	51
6. MARCO TEÓRICO	53
6.1. Residuos de construcción y demolición (RCD)	53
6.2. Componentes de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	54
6.3. Sustancias contaminantes en los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	56
6.4. Problemática en la gestión y aprovechamiento de los RCD	57
6.5. Alternativas de aprovechamiento de los RCD	58
6.6. Placas yeso cartón (drywall)	60
6.6.1. Descripción	60
6.6.2. Propiedades	60
6.7. La construcción liviana en Colombia	64
6.7.1. Ventajas de la construcción liviana	65
6.8. Reciclaje de las placas de yeso	66
6.8.1. Reciclaje del yeso	66

	pág.
7. MARCO CONCEPTUAL	67
8. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	70
8.1. Tipo de investigación	70
8.2. Diseño de la investigación	70
8.3. Método y pasos de la investigación	71
9. ENTREGA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PROYECTO	73
10. USUARIOS POTENCIALES Y SECTORES BENEFICIADOS	75
10.1. Usuarios potenciales	75
10.2. Sectores beneficiados	76
11. ANALISIS SECTORIAL CONSTRUCCIÓN	78
11.1. Situación histórica del sector	78
11.2. Construcción sostenible en Colombia	80
11.3 Situación actual del sector	83
11.3.1 Producto Interno Bruto (PIB)	83
11.3.2. IPC (total y vivienda)	84
11.3.3. Empleo	85
11.4. Construcción sostenible en Colombia para el 2016	88
11.5. Perspectivas del sector	89
11.6. Conclusión general del análisis sectorial	91
12. ESTUDIO DE MERCADO	93
12.1 Descripción del producto o servicio	95

	pág.
12.1.1. Usos y aplicaciones del yeso reciclado	95
12.1.2. Usuarios	96
12.1.3. Precio	97
12.1.4. Composición	98
12.1.5. Características físicas	99
12.1.6. Sustitutos	100
12.1.7. Complementarios	100
12.2. Demanda	102
12.2.1. Comportamiento histórico	102
12.2.2. Distribución geográfica del mercado de consumo potencial y objetivo	104
12.2.3. Comportamiento histórico de las placas de yeso en Colombia	105
12.2.3.1. GYPLAC S.A	109
12.2.3.2. KNAUF de Colombia S.A.S	110
12.2.3.3. Panel rock Colombia S.A.	111
12.2.4. Proyección de la demanda	111
12.3 Oferta	112
12.3.1. Situación actual: mercado del competidor	112
12.3.2. Plantas nacionales existentes	113
12.3.3. Proyección de la oferta	117
12.4. Precio	118
12.4.1. Análisis histórico y actual de precios	118
12.4.2. Elasticidad- precio demanda y elasticidad-precio oferta	119
12.4.3. Determinación de las principales variables para la definición del precio	120
12.4.4. Proyección de precios	120

	pág.
12.5. Canales de comercialización	121
12.6. Distribución del producto	123
12.7. Ventajas y desventajas de los canales empleados	125
12.8. Conclusión general del análisis de mercados	126
13. ANÁLISIS TÉCNICO	129
13.1. Localización	129
13.1.1. Factores de localización	129
13.1.2. Macro localización	130
13.1.2.1. Método Por Brown y Gibson	131
13.1.2.2. Micro localización	132
13.2. Tamaño	133
13.2.1. Tamaño óptimo	133
13.2.2. Tamaño y mercado	134
13.2.3. Tamaño y tecnología	134
13.2.4. Tamaño y Localización	135
13.2.5 Tamaño e Inversiones	135
13.3. Ingeniería del proyecto	135
13.3.1. Descripción técnica del producto o servicio	135
13.3.2. Identificación y selección del proceso de producción	136
13.3.3. Inversiones en maquinaria y equipo	137
13.3.4 Descripción de insumos	138
13.3.5. Distribución espacial (área de influencia directa)	138
13.3.6. Distribución Interna	139
13.2.7. Determinación de mano de obra necesaria	140
13.4. Aspectos legales	141

	pág.
13.4.1. Tipos de sociedades	141
13.4.2. Requisitos de constitución de la empresa SAS	142
13.4.3. Requisitos legales ambientales	143
13.4.4. Normas para el control de calidad (ASTM C471, C 472)	143
13.5. Aspectos administrativos	145
13.5.1. Reclutamiento, selección y vinculación	145
13.5.2. Tipo de contrato	147
13.5.3. Inducción	148
13.5.4. Definición de cargos	149
13.6. Salarios	156
13.7. Factor de ajuste	156
13.8. Organigrama	157
13.9. Bienestar social	157
13.10. Inversiones y financiación	158
13.10.1 Inversiones fijas	158
13.10.2. Inversiones diferidas	158
13.10.3. Capital de trabajo	158
13.10.4. Alternativas de financiación	159
13.10.5. Presupuesto ingresos, costos y gastos	160
13.10.5.1. Ingresos por ventas	161
13.10.5.2. Depreciaciones	162
13.11. Conclusión general de análisis técnico	163
14. EVALUACIÓN FINANCIERA	165
14.1. Construcción flujo de caja del proyecto	165
14.2. Flujo de Caja del Inversionista	166

	pág.
14.3. Construcción del estado de resultados	166
14.4. Construcción del balance general	167
14.5. Análisis de sensibilidad y riesgo	168
14.6. Conclusión general de la evaluación financiera	170
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	172
BIBLIOGRAFÍA	176

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Matriz de involucrados	24
Ilustración 2. Esquema de la patente diseñada por John Knez 1993 USA	35
Ilustración 3. Esquema de la patente diseñada por Daniel Tudahl y Gary Bush, 2000 USA	36
Ilustración 4. Alimentador del sistema de reciclaje para yeso de "Andela Products". Modelo AGBR	37
Ilustración 5. Portal Web empresa Serefercas	39
Ilustración 6. Portal Web Empresa Sinescombros SAS	40
Ilustración 7. Portal Web Empresa Conescombros SAS	41
Ilustración 8. Portal Web de la Empresa MAAT	42
Ilustración 9. Portal Web Ecoingeniería SAS	43
Ilustración 10. Parámetro referencial CASA	51
Ilustración 11. Parámetros Certificación LEED	52
Ilustración 12. Composición de los escombros	56
Ilustración 13. Composición placa de yeso o drywall	61
Ilustración 14. Placa de yeso (drywall)	62

	pág.
Ilustración 15. Cadena de gestión de residuos	68
Ilustración 16. Actores de la cadena de gestión de residuos	77
Ilustración 17. PIB construcción Colombia 2001-2015	79
Ilustración 18. Proyectos con certificación Leed en Colombia	82
Ilustración 19. PIB Construcción 2016	83
Ilustración 20. IPC construcción	84
Ilustración 21. IPC construcción en las principales ciudades	85
Ilustración 22. Generación de empleo en la construcción	86
Ilustración 23. Resumen sectorial construcción	87
Ilustración 24. Construcción sostenible 2016	89
Ilustración 25. Evolución de las importaciones de placas de yeso a nivel mundial del 2011 al 2016	106
Ilustración 26. Participación de las importaciones de placas de yeso por países	106
Ilustración 27. Evolución de las Importaciones vs Exportaciones para Colombia del año 2011 al 2016 (agosto)	108
Ilustración 28. Importaciones vs Exportaciones en Colombia del año 2011 al 2016 (agosto)	108
Ilustración 29. Planta Gyplac Cartagena	110
Ilustración 30. Planta Gyplac Cartagena	110
Ilustración 31. Unidades productivas mineras del yeso en Colombia	115

	pág.
Ilustración 32. Minas de yeso natural en Colombia	116
Ilustración 33. Producción de yeso en Colombia	117
Ilustración 34. Zonas de disposición final de RCD norte de Valle de Aburrá	131
Ilustración 35. Ubicación propuesta para la planta de aprovechamiento	138
Ilustración 36. Distribución espacial propuesta para la planta de aprovechamiento	140
Ilustración 37. Organigrama propuesto para la planta	157

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Normatividad Ambiental Nacional RCD	43
Tabla 2. Normativa ambiental a nivel local	48
Tabla 3. Principales residuos peligrosos de la demolición	57
Tabla 4. Diseño de la investigación	71
Tabla 5. Métodos para la investigación	72
Tabla 6. Plan de divulgación del proyecto	74
Tabla 7. Evolución de las importaciones de yeso en Colombia	103
Tabla 8. Importaciones de tablas de yeso o drywall	107
Tabla 9. Productores de placas de yeso o drywall en Colombia	109
Tabla 10. Datos de las Unidades Productivas Mineras para los minerales no metálicos en el país, 2011	114
Tabla 11. Canteras de explotación de minerales no metálicos en Colombia	116
Tabla 12. Factores de localización para la planta de aprovechamiento	132
Tabla 13. Alternativas de lote para la ubicación de la planta	133
Tabla 14. Proceso productivo planta de aprovechamiento de placas de yeso	136
Tabla 15. Inversiones en maquinaria y equipos	137

	pág.
Tabla 16. Insumos requeridos	138
Tabla 17. Requerimientos de personal	140
Tabla 18. Tipo de contrato para el personal requerido	147
Tabla 19. Perfil gerente general	150
Tabla 20. Perfil director de mercadeo	151
Tabla 21. Perfil jefe administrativo	152
Tabla 22. Perfil jefe de producción	153
Tabla 23. Perfil operador trituradora	154
Tabla 24. Perfil auxiliar de operación	155
Tabla 25. Salarios propuestos para el personal	156
Tabla 26. Costos y gastos del proyecto	160
Tabla 27. Ingresos por Ventas	161
Tabla 28. Depreciaciones	162
Tabla 29. Flujo de caja del proyecto	165
Tabla 30. Flujo de caja del inversionista	166
Tabla 31. Estados de resultados	166
Tabla 32. Balance general	167
Tabla 33. Evaluación de los riesgos	168
Tabla 34. Evaluación del efecto de los riesgos	168
Tabla 35. Análisis de sensibilidad	169

RESUMEN

Debido a la gran cantidad de recursos no renovables que el sector de la construcción utiliza, en cuanto a materias primas, este renglón de la economía global es el que más impactos ambientales genera, a nivel mundial. En el Valle de Aburrá, cerca del 1% de los residuos de construcción y demolición, que se generan diariamente (aproximadamente 900 toneladas), son derivados del Yeso; y estos residuos no reciben ningún tipo de tratamiento o proceso de reciclaje, sino que, por el contrario, llegan directamente a los sitios de almacenamiento temporal o de disposición final. Mediante la utilización de una metodología descriptiva y de información secundaria, en este trabajo se buscó determinar la prefactibilidad económica, ambiental y social para realizar el montaje de una planta que permita el aprovechamiento de los residuos de Yeso, provenientes de la demolición de las placas de dicho material (Drywall) en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Colombia. Como resultado, se logró identificar que el Yeso constituye un material residual con un alto potencial para ser incorporado de nuevo a la cadena de valor, a través de procesos mecánicos que permitan generar productos de Yeso Reciclado con amplias aplicaciones en el sector de la construcción. Asimismo, se pudo evidenciar que este tipo de alternativas comercializables de aprovechamiento del Yeso, tiene una amplia diversificación del mercado y diferentes segmentos potenciales de clientes, ya que sus productos pueden tener también aplicaciones en otros sectores, como el de la agricultura. Sin embargo, la alta probabilidad de ocurrencia de los factores de riesgo aquí identificados, sumado al poco conocimiento del sector constructor en cuanto al tema de materiales alternativos, y a la pobre tendencia de los constructores a consumir productos de procedencia reciclada (ya que los consideran como materias prima de mala

calidad), el montaje de esta planta de aprovechamiento del Yeso podría tener un alto riesgo de inviabilidad económica. En conclusión, este tipo de alternativas innovadoras, basadas en estrategias de economía circular para el reciclaje y aprovechamiento de materias primas, no solo tienen el potencial de ser viables financieramente, si se les formula y define de manera apropiada, sino que también emergen como una herramienta importante para inducir cambios conceptuales y sociales en el ámbito de la construcción, además del gran impacto positivo en cuestión ambiental.

Palabras clave: Drywall, Aprovechamiento, Economía Circular, Disposición Final, Constructor.

ABSTRACT

Due to the large amount of nonrenewable resources that the construction sector uses, in terms of raw materials, this line of the global economy is the one that generates the worst environmental impacts worldwide. In the Valle de Aburrá, about 1% of the construction and demolition waste, which is generated daily (approximately 900 tons), is derived from Plaster; and these waste do not receive any kind of treatment or recycling process, but rather, they arrive directly at temporary storage or disposal sites. By using a descriptive and secondary information methodology, this work sought to determine the economic, environmental and social feasibility to carry out the assembly of a plant that allows the use of Plaster Residues, coming from the demolition of the Plasterboards (Drywall) in the Metropolitan Area of the Valle de Aburrá - Colombia. As a result, it was possible to identify that Plaster is a waste material with a high potential to be incorporated back into the value chain, through mechanical processes that allow the generation of Recycled Plaster Products with wide applications in the construction sector. Likewise, it was possible to show that this kind of tradable alternatives for the use of Plaster has a wide diversification of the market and different potential segments of customers, since its products can also have applications in other sectors, such as agriculture. However, the assembly of this Plaster plant could have a high risk of economical unfeasibility, due to the high probability of occurrence of the risk factors identified here, the poor knowledge of the construction sector on matters of alternative materials, and the poor tendency of constructors to consume recycled products (since they are considered as low quality raw materials). In conclusion, such innovative alternatives, based on strategies of circular economics for recycling and re-utilization of raw materials, not only have the potential to be financially viable, when they are appropriately formulated and

defined, but also emerge as an important tool for inducing conceptual and social changes in the field of construction, besides the positive impacts on environmental issues.

Keywords: Drywall, Utilization, Circular Economy, Final Disposal, Builder.

INTRODUCCIÓN

El área metropolitana del Valle de Aburrá tiene actualmente varios sitios de disposición final o escombreras, pocas de ellas cumplen con todos los requisitos ambientales y sociales para su funcionamiento, el manejo inadecuado de RCD (residuos de construcción y demolición) ha llegado a ser un problema de salud pública, e incluso han colapsado escombreras ilegales que han producido pérdidas de vidas humanas.

Ha sido un reto para los diferentes municipios el control de la ilegalidad en la disposición de residuos de construcción y han hecho grandes esfuerzos para mitigarla, a pesar que día a día son grandes cantidades que el sector constructor está generando ocasionando que la situación sea cada vez más difícil de manejar y controlar ya que es este sector uno de los motores que mueve la economía no solo regional sino nacional.

Entre los residuos de construcción y demolición (RCD) se identifican los derivados del yeso, como el Drywall que cumple con papel fundamental en la construcción liviana, ofreciendo alternativas para el sector ahorrando costos en materias primas y optimizando los tiempos, este producto cada día es tenido en cuenta para los proyectos ocasionando que grandes fabricantes construyan sus plantas en Colombia produciendo ventas de millones de metros cuadrados de placas que al cumplir su vida útil terminan como residuo enterrado en las escombreras.

Es por esto que para ofrecer alternativas sostenibles que den un manejo adecuado a este residuo y no solo dar correcta disposición final, sino también cerrar el ciclo de este material, se plantea un estudio que analiza la

prefactibilidad de realizar el montaje de una planta para el aprovechamiento de los residuos derivados de las placas de yeso o Drywall para el área metropolitana que puede generar un gran valor a la economía local y un alto contenido de sostenibilidad ambiental en el sector constructor.

Con los diferentes estudios realizados teniendo en cuenta los métodos y metodologías enseñadas a lo largo de la especialización, el proyecto identifica cuáles son sus posibilidades para ser viable y determina unas conclusiones y recomendaciones que son útiles a tener en cuenta para el caso en que el proyecto llegue a ejecutarse.

1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sector de la construcción a nivel mundial es el que más impactos ambientales genera debido a la cantidad de recursos no renovables inmersos en las materias primas que este grupo de la economía utiliza, se estima que por un metro cuadrado de vivienda construido se requiere por lo menos dos (2) toneladas de materias primas (Casado Fernández, 2010).

Esta demanda de recursos sin manejo y control tiene consecuencias a nivel ambiental como la generación de residuos y el consumo energético asociado a las actividades de gestión, la industria de la construcción genera el 35% de los residuos industriales en el mundo; estos residuos llamados también Residuos de Construcción y Demolición (RCD) no se les realiza una correcta disposición ya que terminan en escombreras e incluso llegan a los rellenos sanitarios ocupando el volumen que deberían tener los residuos inertes u ordinarios urbanos, algunas de estos sitios son informales e ilegales enterrando materiales que tienen un gran potencial de valoración y aprovechamiento (Casado Fernández, 2010).

De igual manera esta actividad genera una gran cantidad de gases efecto invernadero:

“ Fenómeno el cual consiste en una pantalla de radiación solar infrarroja creada por el dióxido de carbono (CO₂) y otros gases como el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), el ozono (O₃) y los halo carbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo) cuya consecuencia es el calentamiento global de la tierra” (Suárez, 2014).

El incremento de estos gases están asociados con el consumo energético que como se dijo anteriormente el sector constructor influye considerablemente en su generación.

Para entender con mayor claridad la problemática que se presenta en el sector constructor se procede a realizar una matriz de involucrados que busca identificar con mayor certeza cuales son los factores que inciden para que los residuos provenientes de placas de drywall no se les estén gestionando de forma adecuada en la ciudad.

Para esto la matriz de involucrados nos permite clasificar los grupos de interés, los intereses individuales, intereses en común, problemas individuales y problemas en común que está relacionado con el tema del presente proyecto, es así que se logra ampliar el panorama de la problemática y permite identificar que organismos e instituciones podrían ser claves para ampliar este proyecto.

Grupos de Interés	Intereses Individuales	Intereses en común	Problemas Individuales	Problema en común
Fabricante de placas de yeso (Drywall, superboard, poliboard)	Cumplimiento de ventas, posicionamiento de la construcción liviana, tener cada vez más clientes. Logística a la inversa Responsabilidad extendida Materias primas a mejores precios	Desarrollo Sostenible (Ambiental, Social y Económico) de su negocio Crecimiento Económico Crecimiento Ambiental Crecimiento Social	Gestión Integral de Residuos Sólidos Adquisición de materias primas para fabricación de las placas de yeso	No existen programas de responsabilidad extendida por parte de los proveedores de materiales para la construcción. Los proyectos constructivos carecen de Gestión Integral de Residuos por desconocimiento o simplemente no lo realizan Falta de incentivos frente al aprovechamiento y valorización de residuos. Sector cerrado y poco receptivo frente a la sostenibilidad
Sector Constructor	Construcción de todo tipo de proyectos (infraestructura, servicios, habitacionales) todo al menor costo. Reducción de costos de disposición de residuos Certificaciones ambientales.		Falencia en la gestión Integral de Residuos Sólidos. Encontrar gestores autorizados para la disposición de las placas de Yeso.	
Organizaciones Públicas (Autoridades Ambientales)	Velar por el cumplimiento de la normativa ambiental (Gestión de residuos y disposición final) y el cumplimiento de los indicadores de aprovechamiento de residuos		Falta de recursos para realizar el control, vigilancia y cumplimiento de la normativa con el sector constructor	
Gremios (Camacol, Cámara Colombiana de Infraestructura, CCCS)	Velar por los intereses en común de los constructores, posicionar cada vez el sector en la economía. Posicionar la Construcción Sostenible		Falta de sensibilización del sector frente al tema ambiental, altos consumos de materiales y alta generación de residuos. No hay alternativas viables	

Ilustración 1. Matriz de involucrados

Fuente: Elaboración propia.

Un total de 9.000 toneladas de escombros se generan por día en Medellín, la mayoría se transportan en unos 300 motocoche y cerca de 2.500 volquetas a tres centros de acopio temporal y a tres grandes bioparques o escombreras en distintos puntos del Valle de Aburrá, de este dato que se genera diariamente en la ciudad, corresponde a más de tres veces la cantidad de residuos sólidos ordinarios, que son alrededor de 1.600 toneladas día (Acodal, 2016).

La ciudad experimenta diariamente el hecho de construir y demoler de forma lineal, es decir que aparte de la extracción y el flujo de materiales, se

presente la generación de escombros como producto de los materiales rotos o desperdiciados en obra y las demoliciones de estructuras nuevas y usadas. Lo que preocupa es que a pesar de existir normas y políticas al respecto no haya un control y vigilancia a los generadores e igualmente estas normas no tienen incentivos para el reciclaje o para realizar los procesos de demolición de forma selectiva a esto se le suma que la comunidad siempre asocia a estos residuos como desechos nocivos para la estética e inservibles para ser reincorporados a los procesos de producción de nuevos materiales.

Otro factor que influye en el crecimiento de la generación de residuos de construcción y demolición (RCD), es el tipo de sistema constructivo que actualmente les permite a los proyectos optimizar en tiempos, recursos y en algunos casos materiales que permite realizar una mayor dinámica para sus diseños.

Este tipo de sistemas en el país en los últimos años ha tomado mucha fuerza, hasta tal punto que cuando se mencionaba los residuos de demolición y construcción los de mayor volumen eran los concretos, ladrillos, tierras y cerámicos; sin embargo en la actualidad el incremento de la construcción liviana ha permitido poco a poco que los residuos derivados del yeso (placas drywall, superboard, entre otros) se encuentren en la composición de residuos en los sitios de disposición final.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Mediante la realización de la matriz de involucrados se logró la identificación de los intereses en común que puedan tener todos los actores que son protagonistas de la problemática que está asociada a la inadecuada disposición de los residuos del drywall, de igual manera la preocupación de los mismos por lograr una gestión integral y eficiente de sus procesos además de lograr el desarrollo sostenible de este material en todo su ciclo de vida son elementos que se convierten en el común denominador de todos los actores.

La actividad constructora es considerada como una de las más importantes para el desarrollo de los países. En Colombia presentó un crecimiento del 9,8% en el cuarto trimestre de 2013, Entre el 8% y el 9% del PIB antioqueño es generado por el sector de la construcción, según Camacol se proyecta que para el 2016 entre el sector público y privado se contabilice más de 30 mil viviendas iniciadas y 573 proyectos de vivienda en Antioquia (Ágamez, 2016).

Aunque es una cifra positiva, tal crecimiento del sector ha conllevado el incremento de los residuos sólidos y, entre ellos:

Los residuos de construcción y demolición (RCD), asociados a actividades propias de obras civiles nuevas, remodelaciones y demoliciones. Para el Valle de Aburrá, según cifras del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) se generan aproximadamente 6.000 toneladas diarias de RCD, situación que plantea la necesidad de revisar su manejo y conocer los posibles escenarios y oportunidades de

gestión, ya que es en las escombreras en donde se cierra el ciclo de vida de este tipo de residuo, sin mayores reflexiones (Cadavid, 2014).

Acompañado de diferentes políticas en temas de residuos de Demolición y Construcción como el Decreto 1609 de 2013 para el Municipio de Medellín, que promueve la gestión integral de los residuos de demolición y construcción (escombros) y el aprovechamiento de los mismos con miras a su incorporación de nuevo a las cadenas productivas, además del reto ambiental que tiene el país para ingresar a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) que incluye el manejo sostenible de residuos, además de buscar el cumplimiento de los objetivos del Desarrollo Sostenible como la producción y el consumo sostenible, la política de construcción sostenible que recientemente sacó el Área Metropolitana del Valle de Aburrá que promueve una gestión integral y sostenible de los residuos con miras al aprovechamiento e incorporación y los Sellos Ambientales para edificaciones como Leed (Leadership in Energy & Environmental Design) que promueve la utilización de materiales reciclados o recuperados además de la gestión responsable de los residuos generados en la obra, son la base normativa que permitirá fundamentar este proyecto como una alternativa para los generadores y empresas de producción de estos materiales que permita lograr el aprovechamiento de estos residuos orientados a la economía circular.

Se estima que el 1 % de los residuos de construcción y demolición generados en el Valle de Aburrá diariamente son derivados del yeso o sea que esto corresponde a 900 toneladas diarias que estarían llegando a los sitios de disposición final (escombreras) o a los CATES (Centros de Almacenamiento Temporal de Escombros), el cual no recibe ningún tratamiento sino que solamente se entierran en estos sitios.

Aunque el porcentaje de los residuos de yeso es de 1% con respecto a la composición total de los RCD (Morán del Pozo, 2011, p. 25), la cantidad de estos residuos generados anualmente a nivel nacional se encuentra alrededor de las 14400 toneladas. Por ello, es importante hacer una buena gestión de los residuos al final de su vida útil, con el fin de potenciar estrategias de valorización que reemplacen la producción de nuevos materiales y disminuyan las emisiones de CO₂.

La construcción liviana o construcción en seco (drywall) es una de las alternativas de mayor relevancia en la construcción moderna: permite mayor rapidez y limpieza en la obras, su composición lo hace muy resistente ante un movimiento telúrico, con similares características al concreto, una de las ventajas de la construcción en seco es el ahorro del tiempo de ejecución, para una construcción de 150 m² demanda 90 días, mientras que con el sistema tradicional tardaría 180 días.

El reciclaje del yeso a nivel mundial es una actividad que viene en crecimiento por las propiedades que este aporta a diferentes sectores como el agrícola incluso con el mismo sector constructor; sus aplicaciones ha sido estudiadas cuidadosamente con el fin de poder brindarle al consumidor final un producto totalmente confiable y alineado con las condiciones técnicas que puedan exigir las normas (Suárez, 2014).

El presente proyecto pretende estructurar alternativas para los fabricantes de estos paneles ya que dentro de su proceso se generan desperdicios que podrían ser incluidos dentro de los programas para la gestión integral de sus residuos, que son materia prima para las plantas de aprovechamiento y así estarían incursionando en la responsabilidad extendida o programas posconsumo con sus productos contribuyendo al uso sostenible y a

cerrar el ciclo de vida de los residuos derivados del yeso generados en la construcción.

Por lo anterior se estudiará la prefactibilidad de realizar el aprovechamiento de los residuos derivados del yeso (drywall, superboard, poliboard) mediante una planta de aprovechamiento con miras a sacar subproductos para el sector constructor, logrando cerrar el ciclo de vida y contribuir a prolongar la vida útil de los sitios de disposición final incluso de los sitios de extracción de este material.

Finalmente se pretende analizar la prefactibilidad de la valorización de las placas de yeso laminado con miras a convertir un proceso lineal de gestión de residuos, con un nulo aprovechamiento posterior del producto a un proceso cíclico cerrado con una revalorización completa del producto.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Establecer la prefactibilidad para el montaje de una planta de aprovechamiento de residuos provenientes de placas de yeso o drywall en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis sectorial del proyecto que determinará como se encuentra el sector en el cual está enmarcado el proyecto.
- Ejecutar un análisis de mercado del proyecto el público objetivo al cual va dirigido el mismo.
- Realizar un análisis técnico que permita identificar los procesos inmersos en la valorización de las placas de yeso
- Estructurar un análisis financiero del proyecto para determinar su viabilidad y rentabilidad.

4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de lo que plantea el proyecto las limitaciones que se tienen identificadas parten de la consecución de la información ya que este tipo de temas carecen de información actualizada debido a que la ciudad aún no ha entrado a establecer normatividad para caracterizar y aprovechar los residuos derivados de la placa de yeso.

Lo anterior también puede afectar directamente en la realización del análisis de mercado ya que se tendrán que partir de muchos supuestos para determinar que el producto pueda tener una viabilidad en sus ventas.

De igual manera un residuo como el drywall que por sus características y acorde a la normatividad ambiental, el generador debe pagar un valor por su disposición, esto podría ocasionar que al tener un programa que permita separarlos y darle un valor agregado el generador ya no pague por su disposición sino por el contrario exija que se le reconozca un valor por entregarnos la materia prima para el proceso, generando para el análisis financiero del proyecto costos adicionales que pueden llegar a que el proyecto sea no viable

Analizar la ubicación de la planta podría ser tal vez el factor más determinante en este proyecto puesto que la planta se deberá contemplar en un área estratégica y que según los requerimientos de generación, logística, costos en la gestión del residuo no sea un punto que permita elevar los costos de producción y pueda ser un factor que impida ver la viabilidad del proyecto.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. Estado del arte

5.1.1. Experiencias a nivel internacional

El reciclaje de placas de yeso laminado es algo bastante reciente en Europa, no siendo así en países como Canadá o EEUU donde la placa de yeso es un producto con historial y hegemónico en su uso como elemento constructivo en edificios de tipo residencial y oficinas. Según la “National Association of Home Builders” en EEUU se genera en la construcción de una vivienda familiar individual media americana (aprox. de superficie unos 185 m²) unos 5,5 kilogramos de residuo de placa de yeso laminado por metro cuadrado (Suárez, 2014).

Desde los años 80 por ejemplo ya se vienen desarrollando en Canadá políticas de gestión para el reciclaje de placas de yeso laminado a través de diversos programas. Una de las empresas especialistas en el reciclaje de las placas de yeso laminado es la canadiense New West Gypsum Recycling desde donde se ha diseñado un programa para la construcción de centros de reciclaje que son capaces de tratar anualmente unas 250.000 toneladas de yeso, aproximadamente el yeso necesario con el que se podría producir casi treinta millones de metros cuadrados de placas de yeso laminado. Esta cifra, aunque supone tan solo un 6% de toda la cantidad de placa de yeso laminado que se vende anualmente en el mercado de la construcción en Canadá, es parte de un proyecto que consigue recuperar y valorizar un residuo para la fabricación de placas de yeso laminado, reduciendo costes económicos, medioambientales y evitando en su medida el consumo de recursos naturales (Suárez, 2014).

También en EEUU se vienen realizando numerosos esfuerzos en este sentido y especialmente por parte de las administraciones de los diferentes estados que son los que tienen la mayoría de las competencias en gestión de residuos y que exigen un reciclaje totalmente selectivo en las deconstrucciones o demoliciones selectivas (Suárez, 2014).

Desde principios de los 80 se vienen registrando en este sentido numerosas patentes sobre distintos sistemas para el reciclado de las placas de yeso pero quizás el sistema que viene siendo más utilizado es el que se basa en un tromel con malla perforada circular y con circulación interna del producto (Suárez, 2014).

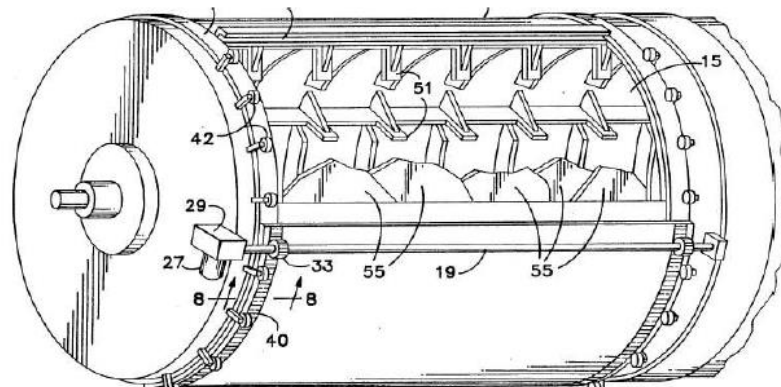


Ilustración 2. Esquema de la patente diseñada por John Knez 1993 USA

Fuente: Casado Fernández, 2010.

Otras variantes al reciclado de la placa de yeso laminado es realizar el cribado en mallas horizontales y con sistemas auxiliares mediante sinfines con clasificación gravimétrica.

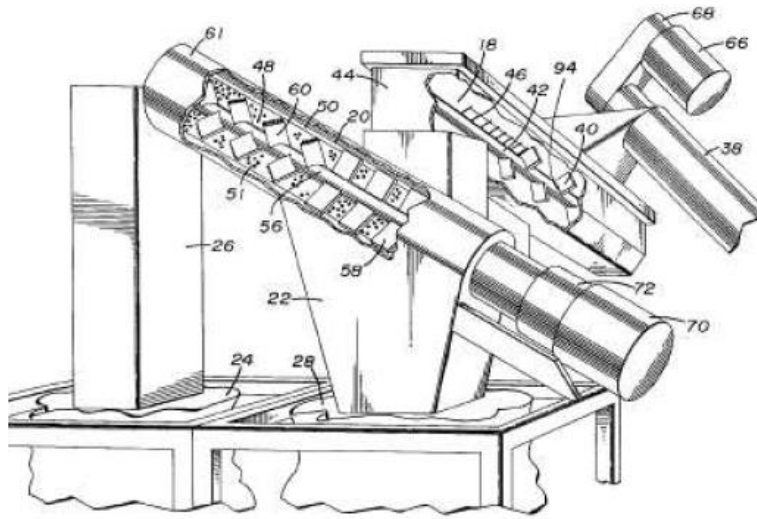


Ilustración 3. Esquema de la patente diseñada por Daniel Tudahl y Gary Bush, 2000 USA

Fuente: Casado Fernández, 2010.

Actualmente existen en EEUU numerosas empresas dedicadas al reciclaje en exclusiva del yeso. Por ejemplo una de las empresas que mayor innovación tecnológica está desarrollando en este campo es “Andela Products”, quién ya ha patentado un sistema automatizado y móvil para el reciclaje de Placas de Yeso Laminado (Suárez, 2014).



Ilustración 4. Alimentador del sistema de reciclaje para yeso de "Andela Products". Modelo AGR

Fuente: Casado Fernández, 2010.

La creciente demanda de la placa de yeso laminado por sus excelentes cualidades para la construcción y rehabilitación, ofreciendo al consumidor mejores prestaciones a un menor costo e impacto medioambiental conllevó la necesidad de desarrollar especialmente en los países del norte de Europa; como Dinamarca, Suecia, Noruega, Holanda o Inglaterra, modelos de gestión específicos para este tipo de productos (Casado Fernández, 2010).

“El grupo Knauf GmbH ha realizado en países como Alemania, Dinamarca o Reino Unido entre otros, diversos acuerdos con empresas especializadas únicamente en el reciclaje de las placas de yeso con el fin de utilizar yeso reciclado” (Casado Fernández, 2010).

Una de las empresas con mayor desarrollo en Europa en este campo es la compañía danesa “Gypsum Recycling Group” que recicla anualmente más de un millón de toneladas de yeso procedente de residuos de placas

de yeso laminado utilizadas en la construcción y con el que desarrollan proyectos las cinco principales empresas productoras a nivel mundial: USG, Knauf GmbH, Saint Gobain y Lafarge, National Gypsum (Casado Fernández, 2010).

5.1.2. Experiencias a nivel nacional

5.1.2.1. Empresa Serefercas

En la búsqueda de experiencias frente al aprovechamiento y reciclaje de las placas de yeso o Drywall en Colombia se encontró a la empresa Serefercas ubicada en la ciudad de Bogotá, la cual implementa métodos de recuperación y reutilización del residuo proveniente de las placas de yeso o drywall generando así nuevos usos en el fortalecimiento de suelos, elementos agroindustriales y retorno de insumos para construcción.

Su proceso básicamente consiste en la recolección de los residuos de construcción y demolición, la separación del drywall, una clasificación a través de un tromel y luego la trituración del material y la salida del mismo por medio bandas transportadoras que sacan el producto listo para empacar.

Para lograr una optimización en la valorización del material realizan capacitaciones al constructor en la correcta gestión de los residuos generados en las obras y así lograr el máximo de aprovechamiento.



Ilustración 5. Portal Web empresa Serefercas

Fuente: Serefercas, 2016.

5.1.2.2. Sin Escombros SAS

Empresa referente en la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD), de origen antioqueño que nace como una iniciativa desarrollada por la Cámara Colombiana de la Infraestructura – CCI Antioquia, la cual se materializa con la constitución el 9 de septiembre de 2010, con el apoyo de 53 socios que son reconocidas empresas de la construcción Antioqueña.

SINESCO se crea con el propósito de darle una solución a la problemática del manejo y recolección de los RCD (residuos de construcción y demolición), ofreciendo un nuevo y completo portafolio de servicios para

constructores que le da una solución definitiva al manejo adecuado de los escombros, si bien no llega hasta el aprovechamiento de los residuos, esta empresa podría convertirse en un aliado para la recolección de las placas de drywall.



Ilustración 6. Portal Web Empresa Sinescombros SAS

Fuente: Sinescombros SAS, 2016.

5.1.2.3. Conescombros SAS

Empresa innovadora de soluciones ambientales de origen antioqueño que produce agregados pétreos y materias primas a partir del aprovechamiento integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y de este modo garantizar el ciclo sostenible de los materiales de construcción, mitigando el impacto ambiental asociado a la explotación para extracción de materias primas y el que se produce con la disposición final de RCD.



Ilustración 7. Portal Web Empresa Conescombros SAS

Fuente: Conescombros SAS, 2016.

5.1.2.4. MAAT soluciones ambientales

Empresa de origen bogotano, especialistas en la gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD's), oficinas e industria. Cuentan con un conjunto de herramientas logísticas, científicas, tecnológicas y económicas, que permiten cubrir desde una perspectiva integral las necesidades de sus clientes.



Ilustración 8. Portal Web de la Empresa MAAT

Fuente: MAAT, 2016.

5.1.2.5. Ecoingeniería SAS

Empresa de origen caleño, es una consultora especializada en investigación y desarrollo, diseño de procesos, ingeniería ambiental, estudios de factibilidad técnica y económica, soluciones avanzadas con responsabilidad social empresarial, se ha destacado por el desarrollo de soluciones frente al aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición con miras al conocimiento del comportamiento de los materiales que están incluidos en esta categoría.



Ilustración 9. Portal Web Ecoingeniería SAS

Fuente: Ecoingeniería, 2005.

5.1.3 Normatividad ambiental aplicable a la gestión integral de residuos de construcción y demolición en los que está incluido el drywall

5.1.3.1. Normativa de ámbito nacional

Tabla 1. Normatividad Ambiental Nacional RCD

NORMATIVA	ENTIDAD	OBJETO
Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974.	Presidencia de la República de Colombia.	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
		Artículo 37: Responsabilidad de los municipios en la gestión de sus residuos. La prestación de este servicio por personas naturales o jurídicas de derecho privado requerirá autorización ajustada a los requisitos y condiciones que establezca el Gobierno.

		Artículo 38: Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación que recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.
Ley 99 del 22 de diciembre de 1993.	Congreso de Colombia.	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.
Ley 142 del 11 de julio de 1994.	Congreso de Colombia.	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Ley 152 del 15 de julio de 1994.	Congreso de Colombia.	Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo.
Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994.	Ministerio del Medio Ambiente.	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Ley 388 del 18 de julio de 1997.	Congreso de Colombia.	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.
Política para la Gestión Integral de los Residuos. 1998.	Ministerio del Medio Ambiente.	Propuesta que contiene elementos conceptuales para avanzar hacia la gestión integrada de residuos sólidos en Colombia, incluyendo los peligrosos. El documento está conformado por cinco capítulos: Diagnostico, bases, objetivos y metas, estrategias y plan de acción.
Decreto 2532 del 27 de noviembre de 2001.	Presidencia de la República.	Por el cual se reglamenta el numeral 4 del artículo 424-5 y el literal f) del artículo 428 del Estatuto Tributario. Regula el régimen de exclusión de pago de IVA para inversiones ambientales.
Decreto 838 de 2005.	Ministerio de Ambiente.	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Artículo 23. Disposición de escombros. Los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en escombreras cuya ubicación haya sido previamente definida por el

		municipio o distrito, teniendo en cuenta lo dispuesto en la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o la norma que la sustituya, modifique o adicione y demás disposiciones ambientales vigentes.
Circular SSPD 00010 del 21 de diciembre de 2007.	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.	Teniendo en cuenta la fuerte actividad de construcción y remodelación de inmuebles en muchos municipios del país y la consecuente multiplicación de la generación de escombros, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en el marco de sus funciones de vigilancia y control, recuerda a los alcaldes municipales, la Policía Nacional, los prestadores del servicio público de aseo, los usuarios y la ciudadanía la necesidad de adelantar las acciones necesarias para el adecuado manejo de los escombros y residuos producidos en la actividad de construcción y/o remodelación de inmuebles.
Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008.	Congreso de Colombia.	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Ley 1333 del 21 de julio de 2009.	Congreso de la República.	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Ley 1383 del 16 de marzo de 2010.	Congreso de Colombia.	<p>Por la cual se reforma la Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.</p> <p>Artículo 102: Manejo de escombros. Cada municipio determinará el lugar o lugares autorizados para la disposición final de los escombros que se produzcan en su jurisdicción, el manejo de estos materiales se hará debidamente aislado impidiendo que se disemine por las vías y de acuerdo con la normatividad ambiental vigente, bajo la responsabilidad del portador del permiso que haya otorgado la autoridad de tránsito quien será responsable del control de vigilancia del cumplimiento de la norma, sin perjuicio que se le determine la responsabilidad sobre daños en bienes de uso público. El incumplimiento de esta norma, se sancionará con multa de treinta (30) smldv.</p> <p>Parágrafo. Será sancionado con una multa de (30) smldv, quien transportando agregados</p>

		minerales como: Arena, triturado o concretos, no aisle perfectamente la carga y permita que ella se esparza por las vías públicas, poniendo en riesgo la seguridad de otros vehículos.
Ley 1466 del 30 de junio de 2011.	Congreso de Colombia.	Por el cual se adicionan, el Inciso 2 del Artículo 1 (Objeto) y el Inciso 2 del Artículo 8 de la Ley 1259 de 2008, por medio de la cual se instauro en el territorio nacional la aplicación del Comparendo Ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros y se dictan otras disposiciones.
Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS Título F 2012	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.	Establece los criterios básicos, los requisitos mínimos y las buenas prácticas técnicas de ingeniería que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la implementación y construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación, el mantenimiento, el cierre, la clausura y la postclausura y las actividades de salvamento de infraestructura de los diferentes componentes y subcomponentes del sistema de aseo urbano que se desarrollen en el país, con el fin de garantizar la seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, efectividad, sostenibilidad, redundancia e integralidad dentro del nivel de complejidad determinado para el proyecto.
Decreto 0920 del 08 de mayo de 2013.	Presidencia de la República.	Por el cual se reglamenta el Artículo 251 de la Ley 1450 de 2011 en relación con el incentivo a los municipios donde se ubiquen rellenos sanitarios y estaciones de transferencia regionales para residuos sólidos.
Decreto 2981 del 20 de diciembre de 2013. (Compilado en el Decreto 1077 de 2015)	Presidencia de la República.	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio de aseo.
Resolución 0154 del 19 de marzo de 2014.	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.	Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones.

Resolución 0754 del 25 de noviembre de 2014.	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución 720 del 09 de julio de 2015.	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA.	Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015.	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
Proyecto de Decreto. 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos derivados de las actividades de construcción y demolición – RCD en el territorio nacional.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.2. Normativa de ámbito local

Tabla 2. Normativa ambiental a nivel local

NORMATIVA	ENTIDAD	OBJETO
Acuerdo 77 del 29 de noviembre de 2009.	Concejo de Medellín.	<p>Por medio del cual se implementa el Comparendo Ambiental en el Municipio de Medellín.</p> <p>Artículo 2: Objeto y alcance. El Comparendo ambiental es un instrumento que le permite al municipio de Medellín generar una cultura ciudadana para el adecuado manejo de los residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente, la calidad de vida y la salud pública, mediante la imposición de sanciones pedagógicas y económicas a las personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos, así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientalistas.</p>
Acuerdo 062 de 2009.	Concejo de Medellín.	<p>Por medio del cual se establece una política pública para la gestión de escombros en la ciudad de Medellín.</p> <p>TITULO III. APROVECHAMIENTO: El Municipio de Medellín tendrá en cuenta en los criterios de evaluación de los contratos de obra pública, un puntaje mayor para las propuestas que incluyan la utilización de materiales provenientes del aprovechamiento de escombros</p> <p>PARÁGRAFO: En todos los casos los materiales provenientes del aprovechamiento de escombros deben cumplir al menos con las especificaciones técnicas establecidas por la dependencia licitante, de tal forma que no se ponga en riesgo la estabilidad, durabilidad y resistencia de la obra</p>
Decreto Municipal 874 del 24 de mayo de 2010.	Alcaldía de Medellín.	Por medio del cual se reglamenta la instauración del comparendo ambiental en el municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones.
Acuerdo 07 de 2012.	Concejo de Medellín.	Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo 2012 - 2015 "Medellín un hogar para la vida"

Decreto 1609 del 28 de agosto de 2013.	Alcaldía de Medellín.	<p>Por medio del cual se reglamenta el Acuerdo Municipal 062 de 2009 que establece una política pública para la gestión de escombros en la Ciudad de Medellín.</p> <p>Artículo 1: El Objeto es reglamentar una política pública para la gestión y aprovechamiento de los RCD en el Municipio de Medellín establecida en el Acuerdo 062 de 2009.</p>
Decreto 1609 del 28 de agosto de 2013.	Alcaldía de Medellín.	<p>Artículo 8: Los transportadores de RCD deben entregar al generador copia de los certificados expedidos por los CATE, CATAE, CAE o escombrera donde se almacenaron, depositaron o aprovecharon los RCD.</p> <p>Artículo 11: Los CATE, CATAE y CAE se establecen como los sitios o inmuebles localizados dentro del municipio, planificados, diseñados, construidos y operados para el aprovechamiento parcial o definitivo de los RCD generados a partir de obras menores y mayores, los cuales estarán acordes a lo establecido en el POT del Municipio y demás normas que regulan la materia.</p> <p>Artículo 16: El aprovechamiento se hará conforme a la tipología, calidad del escombro y la tecnología disponible para este fin, respetando lo establecido en el POT y el PGIRS del Municipio de Medellín.</p> <p>Artículo 17: Las entidades públicas, empresas privadas y personas naturales que desarrollen obras de infraestructura, edificaciones, construcción de carácter multifamiliar y/o comercial al interior del perímetro urbano del Municipio de Medellín, deberán incluir desde la etapa de estudios y diseños los requerimientos técnicos necesarios, con el fin de promover la utilización de elementos reciclados provenientes de los CATAE y CAE legalmente constituidos y la reutilización de los generados por las etapas constructivas y de desmantelamiento, en un porcentaje inicial no inferior al 5% del total de metros cuadrados del proyecto.</p>
Acuerdo 48 de 2014.	Concejo de Medellín.	Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias.

Decreto 1382 del 02 de septiembre de 2014.	Alcaldía de Medellín.	Por medio del cual se acoge la Guía de manejo socio – ambiental para la construcción de obras de infraestructura pública en el Municipio de Medellín.
Código de Construcción Sostenible	Municipio de Medellín	ARTÍCULO 43. En asocio con los gremios de la construcción y con los sectores industriales cuyo fin es la producción de materiales para la construcción, la Administración municipal promocionará la utilización de materiales reciclables y reutilizables con el propósito de garantizar los criterios de sostenibilidad del urbanismo ecológico y el cumplimiento de los principios del presente código. Estos materiales deben cumplir con las especificaciones técnicas de resistencia y durabilidad para los fines para los cuales están destinados y deberán ser certificados por las entidades competentes. Sus costos no deberán ser superiores a los de los materiales considerados como “nuevos”. Para este propósito se podrán establecer incentivos y estímulos financieros o taxativos por parte de la Administración Municipal

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.3. Sellos ambientales aplicables

5.1.3.3.1. Sello Ambiental Colombiano (SAC) edificaciones sostenibles

Selección de materiales sostenibles

Materiales reutilizados y/o recuperados

La suma de los materiales reutilizados o recuperados que se empleen en el proyecto debe ser al menos el 5% en masa o costo directo final de los materiales. El constructor deberá realizar una documentación para el cliente final, que identifique el uso de materiales reutilizados y/o recuperados.

Materiales con contenido reciclado

No menos del 20% del total de los materiales de construcción usados en el proyecto, basado en masa o costo directo final de los materiales, debe ser de material reciclado.

5.1.3.3.2. Referencial CASA

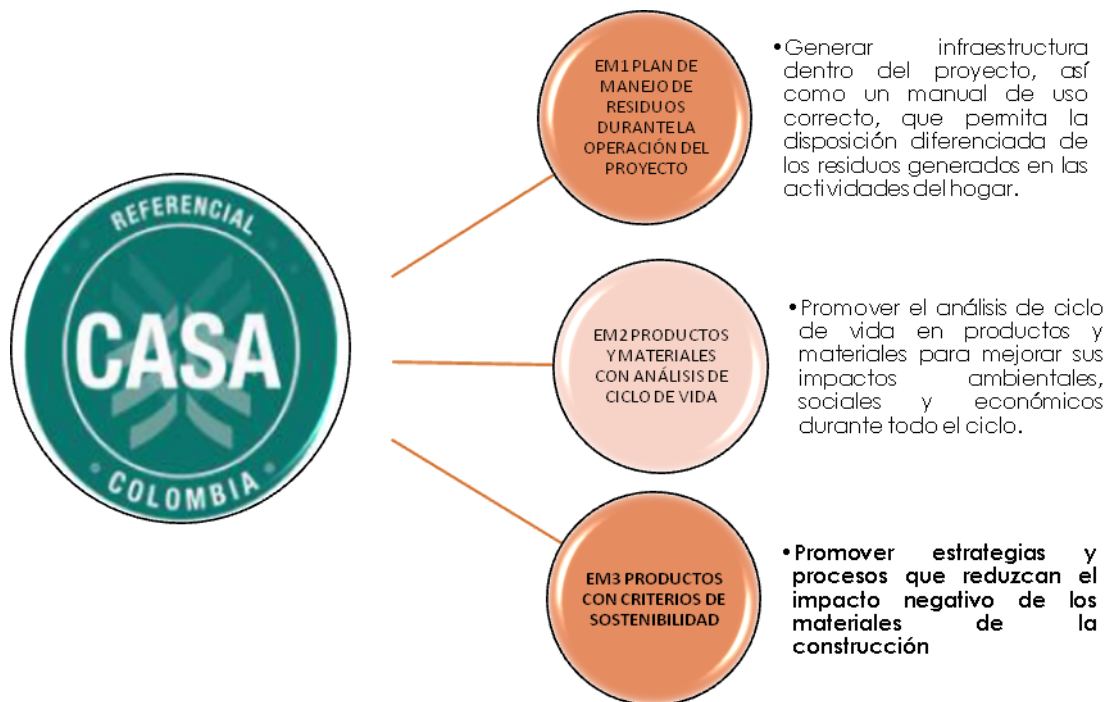


Ilustración 10. Parámetro referencial CASA

Fuente: Elaboración propia.

Certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)

El uso de los materiales sostenibles puede contribuir a varios tipos de certificaciones voluntarias de construcciones sostenibles como LEED, una vez estas certificaciones evalúan los impactos asociados con los materiales

directamente, e indirectamente en otras categorías como en la calidad del ambiente interior y sitios sustentables. Para nuevas construcciones, LEED otorga hasta un total de 55 puntos (de 100 totales) cuando se usan materiales sostenibles de acabado (Quintero y Ocampo Cifuentes, 2015, p. 2).

En general, el mejor marcador para el sector de materiales de construcción verde es el fuerte crecimiento de los edificios con certificación LEED. Green Building Council de EE.UU. está en camino con su meta de 1 millón de certificación LEED edificios comerciales para el año 2020 (Quintero y Ocampo Cifuentes, 2015, p. 3).

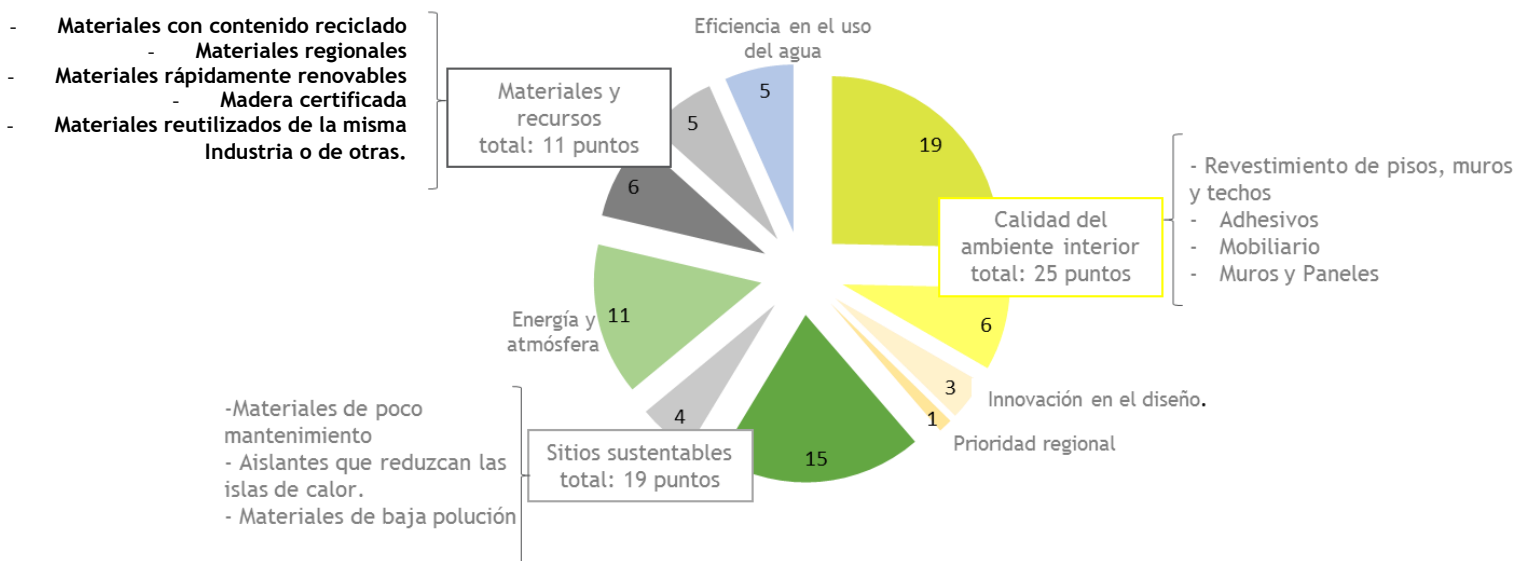


Ilustración 11. Parámetros Certificación LEED

Fuente: Quintero y Ocampo, 2015, p. 3.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Residuos de construcción y demolición (RCD)

Se consideran residuos de construcción y demolición, RCD; aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales) fundamentalmente se trata de residuos básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, ferrallas, maderas y en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas según el decreto 1609 de 2013 se clasifican así:

- ✓ RCD Tipo I: Los pavimentos rígidos, estructuras de concreto y demás materiales compuestos de cemento arena y piedra susceptibles de tratamiento para generación de nuevos agregados o áridos que sirvan para la producción de nuevos materiales.
- ✓ RCD Tipo II: Los pavimentos flexibles (Asfalto).
- ✓ RCD Tipo III: Material de excavación común en tierra, conglomerado y roca.
- ✓ RCD Tipo IV: Los residuos de maderas, elementos metálicos, ladrillo (adobe) materiales cerámicos, porcelanas y materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento o reutilización.

- ✓ RCD Tipo V: Los materiales que son susceptibles de ser recuperados o reutilizados en nuevos procesos productivos como el plástico, papel, cartón, vidrio, metal y madera.
- ✓ RCD TIPO VI: Los escombros considerados material orgánico como la tierra, residuos de poda, residuos de descope de árboles o subproductos de actividades silviculturales (Convenio 4600059602 de 2015).

El decreto 1077 DE 2015 establece que la responsabilidad en el manejo y disposición de los residuos RCD, son del generador, se establece la obligación del ente territorial; Municipio de organizar dicha actividad ya sea directamente con el operador del servicio de aseo, o con terceros, igualmente deberá el Municipio realizar acciones de eliminación de los sitios clandestinos de arrojo de materiales, se define adicionalmente que la actividad de recolección debe hacerse de manera separada de la recolección de residuos ordinarios. Desde el punto del cobro de dicha actividad, esta no se encuentra sujeta a regulación por parte de la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico CRA, pero la resolución 541/94 si plantea que las tarifas serán determinadas por el Municipio (Convenio 4600059602 de 2015),

6.2. Componentes de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Los RCD están compuestos, en su mayoría, por rocas, ladrillos, paneles de yeso, hormigón, acero, vidrio, madera, tejas, elementos de plomería, techos de asfalto, elementos para calefacción y electricidad, entre otros. Pero debido al cambio constante de la industria de la construcción, la composición de los escombros es altamente variable en el tiempo. Actualmente ha aumentado la

fracción de metales (acero, aluminio, cobre, plomo, entre otros), vidrio, y en particular, compuestos sintéticos como polímeros y aditivos químicos (Convenio 4600059602 de 2015).

Debido a este fenómeno se realizan investigaciones que permitan determinar la composición química y mineralógica de los RCD. Los análisis realizados para la caracterización comprenden: pruebas físico-químicas con espectrometría de fluorescencia de rayos X (permite determinar óxidos), análisis por Difracción de Rayos X, espectroscopia electrónica de barrido, espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier, entre otros, para determinar la mineralogía de los RCD (Convenio 4600059602 de 2015).

Es de primordial importancia entender que si bien los términos residuos y desechos de la construcción son considerados sinónimos, existe gran diferencia entre estos términos. Entenderemos por residuos aquellos sobrantes de material de los procesos que tienen potencial para ser nuevamente utilizados en el mismo u otro proyecto para un mismo fin; y por desechos aquellos materiales que ya no tienen potencial para ser reciclados recuperados o reutilizados por lo tanto deben ser desechados (Leandro, 2008, p. 56).

Los residuos de construcción y demolición poseen tres orígenes claramente diferenciados, que les otorgan distintas características en función de éste: Obras de nueva construcción (edificación y obra civil), obras de rehabilitación y obras de demolición. A modo orientativo, la caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición, según el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, es la siguiente: (De La Puente y Rodríguez, 2013, p. 25).

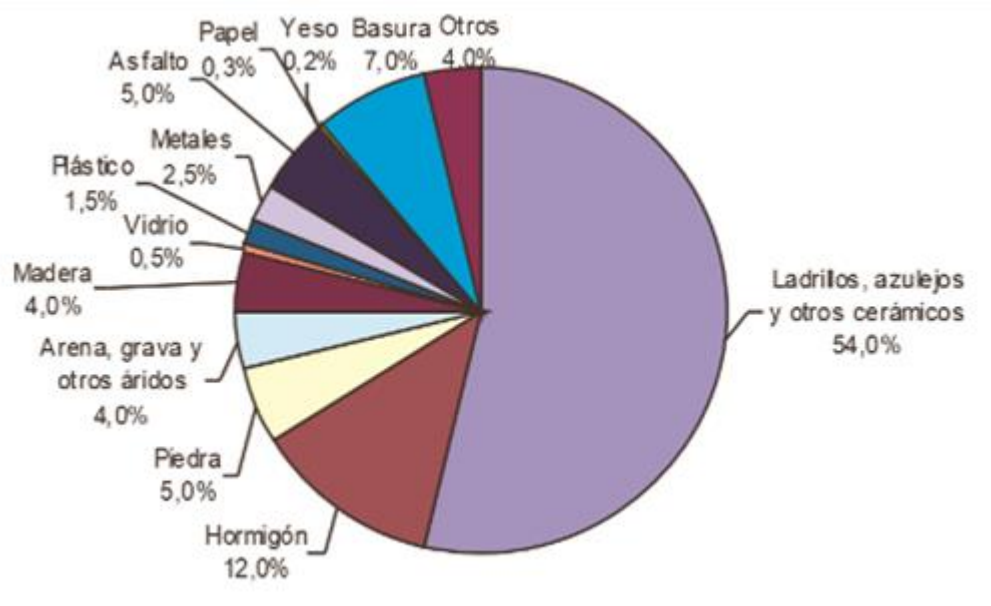


Ilustración 12. Composición de los escombros

Fuente: De La Puente y Rodríguez, 2005, p. 56.

6.3. Sustancias contaminantes en los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Los RCD están compuestos, en su mayoría, por residuos inorgánicos, por lo tanto se ha tenido la creencia que generan poca o nula contaminación comparado con los residuos sólidos municipales. Nada más alejado de la realidad, ya que estos residuos pueden contener diferentes sustancias que bajo ciertas condiciones pueden llegar a ser biodegradadas y convertirse en sustancias contaminantes en diferentes formas: i) gaseosa, que va al aire, ii) lixiviados, que van a aguas superficiales y subterráneas, o iii) en forma de sedimentos para los suelos. Un ejemplo de esta situación es la producción de sulfuro de hidrógeno (H₂S) en las escombreras o lugares donde se almacenan los RCD; resulta de la reducción biológica del sulfato contenido en los

paneles de yeso, normalmente usados en las construcciones, que al ser expuesto al agua es disuelto como sulfato y calcio. El sulfato disponible, bajo condiciones anaeróbicas, puede ser atacado por bacterias reductoras de sulfato, proceso que convierte éste en un receptor de electrones que, al reaccionar con el hidrógeno del aire, produce H₂S (De La Puente y Rodríguez, p. 58).

Los RCD no pueden ser considerados solo como residuos inertes, ya que además de tener la capacidad de producir Sulfuro de Hidrógeno durante su disposición, una pequeña fracción de éstos contienen sustancias como pinturas con contenidos considerables de plomo, mercurio (en las lámparas fluorescentes), sustancias de tratamiento para la madera, contenedores de solventes y asbestos. Contienen elementos peligrosos para la salud y el medio ambiente. En la Tabla 3, se clasifican los desechos y las respectivas sustancias nocivas que podrían contener.

Tabla 3. Principales residuos peligrosos de la demolición

Desecho Peligroso	Sustancia Peligrosa en el Desecho
Tejas, baldosas, cemento	Asbesto
Lámparas fluorescentes	Mercurio
Maderas tratadas	Arsénico, cromo, pentaclorofenol, creosota, lindano
Pintura con base en plomo	Plomo
Tubos de plomo	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH)

Fuente: De La Puente y Rodríguez, 2005, p. 113.

6.4. Problemática en la gestión y aprovechamiento de los RCD

Tanto en Colombia como en el mundo, la generación de RCD en las actividades constructivas del hombre como parte del desarrollo de infraestructura de prestación de servicios, vivienda y transporte, genera una

preocupación constante por el impacto en el medio ambiente al abarcar grandes zonas naturales como espacios para la disposición final de estos residuos. Mientras en diversos países del mundo igualmente afectados por el impacto de los RCD se aprovecha una gran parte de los RCD que se generan, en Colombia no solo se tienen porcentajes casi nulos de aprovechamiento de RCD, sino que se presentan grandes y abundantes problemas solo con la gestión adecuada de estos. A pesar de que existen documentos, normas, resoluciones, leyes y guías para la gestión adecuada de estos residuos, el control del cumplimiento de estos es ineficiente y los RCD terminan en zonas públicas o botaderos ilegales. Por lo cual la problemática entorno a los RCD en Bogotá encierra la gestión inadecuada de estos, el gran volumen que se genera significando necesidad de más zonas de disposición final y una creciente demanda de agregados para satisfacer la necesidad de los proyectos en curso y los planeados para un futuro cercano (Escandón 2011, p. 2).

6.5. Alternativas de aprovechamiento de los RCD

La Construcción Sostenible aspira a satisfacer las necesidades actuales de vivienda, entornos de trabajo e infraestructuras sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. Incorpora elementos de eficiencia económica, desempeño ambiental y responsabilidad social y contribuye en mayor medida cuando considera también la calidad arquitectónica, la innovación técnica y la posibilidad de transferir los resultados.

En la Unión Europea, la fabricación y uso de los materiales de construcción son los responsables del 40% de las extracciones de recursos naturales y de la producción de residuos, y del consumo del 40% de la energía primaria del país, y la dependencia de los combustibles fósiles es alta. El uso de materiales sostenibles tiene un impacto positivo en estas cifras, una vez que su

empleo puede disminuir la cantidad de materiales y los residuos a través de la reutilización y reciclado, consumen menos recursos y energía y generan menores emisiones en todo su ciclo de vida.

Las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o coprocesamiento de los residuos de construcción y demolición dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Los materiales que predominantemente se encuentran en los escombros y que pueden ser aprovechados pertenecen a dos grupos: a) Materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: concretos, argamasas y bloques de concreto. b) Materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas. Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados, pero que pueden tener un destino de reciclaje o co-procesamiento en otras industrias está compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, cartón, materia orgánica, hules, telas y vidrio (Rocha, 2015, p. 43).

El reciclaje de los escombros urbanos puede representar ventajas socioeconómicas si va acompañado por una serie de medidas como la reducción o eliminación de descargas ilegales (la limpieza de botaderos y de las quebradas obstruidas puede llegar a tener altos costos). Existen ventajas importantes de carácter ecológico, puesto que los escombros reciclados sustituyen a los agregados tradicionales provenientes de reservas naturales que muchas veces son devastadas en la actividad de extracción. También existe la posibilidad del reciclaje de los escombros en el propio sitio generador (Rocha, 2015, p. 29).

Los escombros son los más abundantes entre los RCD después de la tierra; ocupan entre el 15 y el 20 % en peso. Son parte constitutiva de ellos el concreto y los cerámicos, principalmente. En ellos también se da

la aplicación de un cambio de paradigma, al valorizarlos como agregados para un nuevo concreto que será empleado en mezclas para estructuras o en prefabricados. Estos escombros son llevados a una planta urbana de transformación, en la cual se trituran y se clasifican en agregados gruesos y finos; luego son mezclados con agregados naturales y se confeccionan las mezclas que serán empleadas generalmente en la producción industrializada de prefabricados, tales como ladrillos, bloques, adoquines, paneles, bordillos, etc. (Bedoya, 2011, p. 58).

6.6. Placas yeso cartón (drywall)

6.6.1. Descripción

“Drywall es un material de construcción moderno que viene en paneles grandes (típicamente 4 'por 8') que tiene un núcleo de yeso intercalado entre dos caras de papel pesado. Estas caras de papel están hechas a menudo de papel reciclado” (Home Repair, 2008). La plancha de yeso cartón consiste en un material de yeso formulado y procesado, recubierto con papel pesado de acabado natural en la cara anterior y con papel reforzado en la cara posterior.

Los bordes rebajados permiten reforzar y desaparecer las juntas con las cintas de papel y la masilla para juntas. El tratamiento de la junta se hace para obtener una superficie lisa y continua, obteniendo así la base para aplicar el acabado de su elección (Interwall).

6.6.2. Propiedades

Las placas de cartón yeso se fabrican en una anchura estandarizada 1,20 metros y diferentes longitudes de 2, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8 y 3 metros. Los fabricantes pueden cambiar la longitud de la placa a las dimensiones del cliente

para pedidos suficientemente grandes. Se comercializan en diferentes espesores (10, 12,5, 15 y 18 mm), aunque para grandes espesores es habitual superponer varias placas de pequeño espesor, colocadas «a mata juntas».

Los tableros de yeso poseen un núcleo cortafuego encapsulado en grueso papel, generalmente papel reciclado, de acabado natural en la cara frontal y de un papel duro en la parte posterior, lo cual permite maniobrar y cortar fácilmente, con cúter o navaja, facilitando así su instalación y la aplicación inmediata de cualquier tipo de recubrimiento o acabado (pintura, pasta, azulejo, etc.) Las juntas (uniones entre las placas de tableros de yeso) tratadas correctamente durante el proceso de instalación evita el agrietamiento causado por movimientos de los bastidores.

Además de las placas de cartón yeso para uso normal, existen placas modificadas para usos especiales (Home Repair, 2008).



Ilustración 13. Composición placa de yeso o drywall

Fuente: Home Repair, 2008.



Ilustración 14. Placa de yeso (drywall)

Fuente: Home Repair, 2008.

PROPIEDADES DE LA PLACA DE YESO

Resistencia a los Esfuerzos:

La natural dureza de la roca de yeso, unida a la resistencia de la celulosa de las láminas de recubrimiento (que actúa como una verdadera armadura de tracción), confiere a las placas una particular solidez.

Aislación Térmica

Presenta un coeficiente de conductibilidad térmica igual a 0.38 kcal/mh°C.

Con la incorporación de aislantes térmicos como lana de vidrio o poliestireno expandido u otros, en tabiques divisorios, cielos rasos y revestimientos de muros, se cumplen las más variables exigencias desde el punto de vista térmico.

Aislación Acústica

El control del ruido es el primer medio para lograr un ambiente acústico satisfactorio. Este puede ser controlado por absorción del sonido y por aislación del mismo. La aislación es función de los elementos separatorios

Resistencia a la Combustión

Las placas de yeso son incombustibles porque su núcleo de yeso bihidratado retarda la acción del fuego a causa de las dos moléculas de agua de su composición.

Al estar expuesta a la llama, el agua comienza a desprenderse lentamente. Durante el proceso de evaporación, que se verifica del lado opuesto a la llama, se mantiene una baja temperatura.

La placa de yeso pesa 10 veces menos que el ladrillo, tiene mejores propiedades térmicas, acústicas y sísmicas, facilita la remodelación y la reparación. Es rápido y fácil de instalar, genera un mínimo de desperdicio y como se trabaja en seco, ahorra tiempo para la aplicación del acabado.

VENTAJAS

Libertad de Diseño

Las placas de yeso tienen una de las mayores relaciones de resistencia a peso en comparación con otros materiales, permite salvar grandes espacios o luces sin ningún problema, entregando una gran flexibilidad al diseño

Material Versátil

Ofrece absorción acústica, puede usarse en casas, oficinas, campamentos, columnas circulares, cielos rasos, tabiques curvos, arcos y en muchas aplicaciones más; se puede aplicar en combinación con otros sistemas constructivos, resulta ideal para ampliaciones y remodelaciones de edificaciones existentes.

Mejor Calidad

Todos los elementos del sistema son dimensionalmente estable, no se tuercen ni se deforman con el tiempo, ni tampoco dependen, como con otros materiales, de cambios de humedad que causan rajaduras, deformaciones y en general deterioro.

Economía en la Construcción

- Menores pérdidas de material; se calculan alrededor del 2%
- Mayor velocidad de construcción, por ser rápido de trabajar al requerir menos elementos
- Más liviano; nulos costos de post venta y/o reparaciones. Pesa solo el 10% de un tabique de ladrillo, lo cual hace que se reduzcan las exigencias estructurales acerca de cimentaciones, vigas y columnas

6.7. La construcción liviana en Colombia

Los últimos años, el sistema constructivo liviano en seco, más conocido como drywall, se ha convertido en una opción sostenible, segura y eficaz, en los

distintos sectores de la construcción, especialmente para bibliotecas, complejos deportivos, proyectos comerciales e industriales, centros de transporte, hoteles y todo tipo de viviendas.

Este método arquitectónico llegó a Colombia a finales de los años noventa, proveniente de Europa y Norteamérica, y aunque la cultura arraigada de concreto y ladrillo impidió que evolucionara con rapidez, hoy su uso toma cada vez más fuerza, especialmente desde que se impuso la meta de la sostenibilidad y del cuidado del medio ambiente, ya que tiene un mínimo impacto ecológico, al trabajar con materiales que no requieren mezclas con agua, cemento y arena, lo que lo convierte en una obra más limpia que la tradicional (Garcés, 2011).

Dentro de la vivienda, su uso enmarca la construcción de muros divisorios interiores y también es una solución integral para viviendas campestres. En edificaciones comerciales se pone a disposición para el diseño de fachadas, cielos rasos, muros divisorios entre locales y entrepisos para los mezanines (Axioma Comunicaciones, 2015).

6.7.1. Ventajas de la construcción liviana

El uso de sustancias libres de compuestos húmedos que puedan alterar sus características, además de la resistencia, economía y libertad para llevar a cabo novedosos diseños otorgan ventajas notorias hacia este tipo de construcción, tales como las siguientes:

- Es un sistema sostenible y ecológico ya que sus materiales no generan tóxicos que puedan dañar el medio ambiente.

- Puede estar acompañando a los sistemas convencionales de construcción.
- Optimiza recursos y tiempo.
- La composición de sus materiales inertes e invulnerables al agua, u otros agentes biológicos, lo hacen resistente y durable (Axioma Comunicaciones, 2015).

6.8. Reciclaje de las placas de yeso

6.8.1. Reciclaje del yeso

A los residuos de yeso se le aplica la misma técnica de reciclaje que a la cerámica y al hormigón; es decir se somete también a un proceso de trituración. De este proceso se obtiene también material para relleno.

El procedimiento para el reciclaje de este material sería el siguiente:

- Limpieza gruesa de contaminantes (madera, ladrillos y plástico)
- Secado en horno a 100°C para facilitar el tamizado
- Molienda y tamizado
- Nuevo secado a 110°C y 130°C (Casado Fernández, 2010).

7. MARCO CONCEPTUAL

Las investigaciones realizadas frente a las diferentes experiencias a nivel mundial sobre la gestión integral de los residuos provenientes de las placas de yeso con el fin de analizar la posibilidad de replicarlas a un contexto local que está trabajando día a día por la reducción y optimización de los residuos que se generan en el sector de la construcción dejan como común denominador que la viabilidad de este tipo de propuestas tienen que ir orientadas a la participación activa de los actores que están involucrados en toda la cadena de gestión de este material que va desde el fabricante, distribuidores autorizados, usuarios y por ultimo gestores que realizan el transporte de las placas convertidas en residuo hacia los sitios de disposición final o escombreras, de manera que haya una trazabilidad en el manejo de dicho material y se logre una optimización en su aprovechamiento.

En la imagen podemos evidenciar la cadena de gestión de los residuos. En la etapa de clasificación, almacenamiento y tratamiento es fundamental lograr una articulación con los demás actores es ahí en donde los proyectos de aprovechamiento deben tener una sinergia importante que esté enfocada en la responsabilidad extendida o posconsumo de parte de los fabricantes y una corresponsabilidad por parte del usuario de los productos en realizarle una correcta gestión.

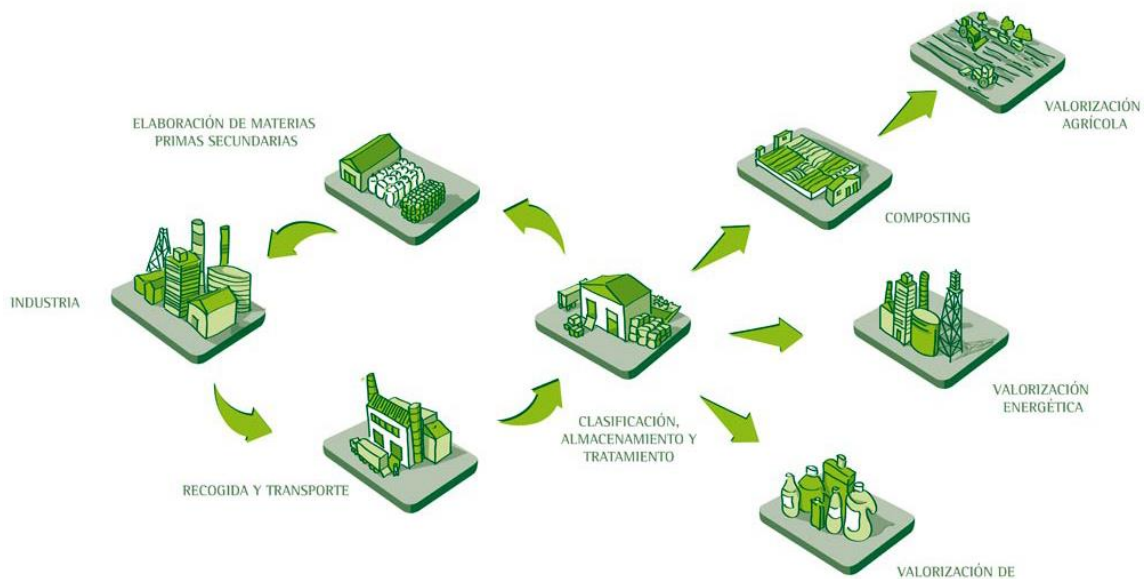


Ilustración 15. Cadena de gestión de residuos

Fuente: Recicladados y Recuperados del Sur, 2015.

Es innegable que grandes cantidades de residuos se están generando en actividades derivadas de la construcción, la mayoría de ellos son de potencial aprovechamiento, pero que en la actualidad por la ausencia de cultura y sensibilización están llegando a los sitios de disposición final perdiendo su potencial.

De acuerdo con la experiencia de países que han realizado estos proyectos, para contrarrestar esta problemática realizan la articulación con grupos de investigación de las universidades para desarrollar convenios de investigación y desarrollo (I+D) con el fin de encontrar nuevas aplicaciones a los subproductos que puedan originar la transformación de estos residuos y encontrarle nuevas aplicaciones para poder incorporarlo exitosamente en un

modelo circular que sea beneficioso económica, social y ambientalmente para todos los actores de la cadena.

Un factor importante también en este proceso es la base normativa que permita darle viabilidad y exigencia a todos los actores que se encuentran alrededor de esta gestión, en Europa y Reino Unido han promovido incentivos para que se logre la economía circular, de hecho no lo enmarcan en la construcción sostenible ya que un constructor al igual que otros sectores de la economía deben realizar acciones de producción más limpia en sus actividades. Colombia por el contrario ha emitido normas que orienta al aprovechamiento pero aún no define incentivos para estas actividades, una ventaja es que la normatividad ambiental avala los materiales que sean producto de la valorización de residuos siempre y cuando cumpla con estándares técnicos, lo que puede ser un avance importante en un país que aún promueve la economía lineal.

Es así que el éxito de proyectos como los que se proponen en este trabajo de grado depende de la identificación clara de que pueden contribuir a que el mismo sea válido para la ciudad, si bien el constructor es el directo generador de este material no se puede dejar a un lado a los fabricantes e importadores que pueden llegar a ser aliados importantes y que según la bibliografía y experiencias consultadas sin ellos el modelo no funcionaría porque el eslabón de gestión no tendría continuidad, de igual manera considero que ellos estarían muy interesados que encontrar propuestas que les ayuden a ellos a tener responsabilidad extendida lo cual contribuiría a mejorar la imagen con sus clientes.

8. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

8.1. Tipo de investigación

El presente trabajo reúne las características de una investigación descriptiva ya que se considera que este tipo de investigación busca determinar la prefactibilidad de realizar el montaje de una planta para el aprovechamiento de los residuos provenientes de las placas de yeso o drywall en el área metropolitana y determinar si es viable económica, ambiental y socialmente además que se tiene en cuenta los puntos de vista de las organizaciones y sectores involucrados que conduce a que los posibles riesgos que se puedan presentar sean mínimos.

8.2. Diseño de la investigación

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos y llevar a cabo el estudio de prefactibilidad para el montaje de la planta de aprovechamiento se plantea realizar las siguientes actividades:

Tabla 4. Diseño de la investigación

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1	RASTREO DE INFORMACIÓN (información secundaria)	<p>Se realizará una exploración de información relacionada con el tema. Se buscará información por parte de los actores que están en la matriz de involucrados con el fin de poder obtener una visión global de la problemática.</p> <p>En esta búsqueda también se indagará que instituciones o empresas están haciendo aprovechamiento y valorización de las placas de yeso o drywall</p>
2	REALIZACIÓN DE ANÁLISIS SECTORIAL, DE MERCADO, TÉCNICO Y FINANCIERO	<p>Con la información ya analizada se realizará el diseño del funcionamiento de la planta de aprovechamiento y que será la base para establecer precios del producto, cobertura y la infraestructura necesaria para que el diseño sea sostenible y de alto impacto para la ciudad y para las empresas que posiblemente puedan ser aliados</p>

Fuente: Elaboración propia.

8.3. Método y pasos de la investigación

Se utilizarán los siguientes métodos para la recolección de la información requerida para el proyecto:

Tabla 5. Métodos para la investigación

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		
Entrevista	Personal o medios electrónicos	Semi-estructurada.
Exploración de opiniones		Escrita, correo, correo electrónico, teléfono.
Análisis de documentos	Personal	Medios impresos, fotos, Internet.

Fuente: Elaboración propia.

9. ENTREGA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PROYECTO

Tal como se plantea en la metodología del proyecto, el estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de aprovechamiento de placas de yeso incluye un plan de comunicaciones o medios que permitirá socializar la información a los grupos de interés enmarcados en la matriz de involucrados.

En la siguiente tabla se expone el plan de medios del proyecto:

Tabla 6. Plan de divulgación del proyecto

PLAN DE MEDIOS			
GRUPOS DE INTERÉS	OBJETIVOS	ESTRATEGIA	MEDIOS
Sector Constructor	Impactos económicos, ambientales y sociales ocasionados por la mala gestión del Drywall	Se producirán una serie de elementos comunicacionales que ayuden a motivar y sensibilizar a los grupos de interés acerca de la problemática y los impactos ambientales que trae consigo la inadecuada disposición del Drywall, estos elementos también deben mostrar los beneficios de los subproductos que resultan de dicho aprovechamiento y de como deben reincorporarlos de nuevo a sus procesos.	Boletines electrónicos, Charlas técnicas, Correo electrónico
	Socialización de alternativas para realizar una correcta disposición del Drywall		
	Divulgar el modelo de aprovechamiento de Drywall		
Fabricantes e importadores de Drywall	Divulgar el modelo de aprovechamiento de Drywall		Presentación PPT, Infografía, Correo electrónico, Charlas Técnicas, mesas de trabajo
	Proponer alternativas para la participación de los fabricantes en el modelo de aprovechamiento		
GREMIOS			
Camacol, Consejo Colombiano de Construcción Sostenible	Socialización de alternativas para realizar una correcta disposición del Drywall		Presentación PPT, Correo electrónico, Charlas Técnicas, Infografía, mesas de trabajo
	Divulgar el modelo de aprovechamiento de Drywall		
	Mostrar los beneficios y potencialidades del aprovechamiento del Drywall y de los subproductos que se generan		
AUTORIDADES AMBIENTALES			
Área Metropolitana, Corantioquia, Cornare, Secretaría de Medio Ambiente	Impactos económicos, ambientales y sociales ocasionados por la mala gestión del Drywall	Boletines electrónicos, mesas de trabajo	
	Socialización de alternativas para realizar una correcta disposición del Drywall		
	Divulgar el modelo de aprovechamiento de Drywall		

Fuente: Elaboración propia.

10. USUARIOS POTENCIALES Y SECTORES BENEFICIADOS

10.1. Usuarios potenciales

Los clientes a los que va dirigido el proyecto están identificados por sectores principalmente el privado como las empresas constructoras, quienes aparte de ser clientes también pueden ser proveedores de materia prima (drywall y placas de yeso fuera de uso), además que están beneficiados indirectamente con este proyecto.

El beneficio directo será para aquellas empresas de origen nacional que sean fabricantes de estos materiales y que pueden ser unos grandes aliados en programas de posconsumo o responsabilidad extendida, brindándoles una solución que a su vez puede mejorar su imagen ambiental frente a empresas importadoras de drywall.

Se identificó también el sector público como proveedores de este material y que llegan principalmente a los centros de almacenamiento temporal de escombros (CATES) que son administrados por las secretarías de ambiente locales y que presenta una gran problemática al llegar allí residuos provenientes de las remodelaciones de tipo domiciliario que son muy difíciles de controlar por su alta generación.

Los depósitos de materiales son lugares en donde el producto se puede distribuir con una gran aceptación, y dirigido no sólo a constructores sino a personas naturales que estén haciendo remodelaciones en sus casas y personas del sector rural que quieran realizar alguna obra menor.

10.2. Sectores beneficiados

Las organizaciones de carácter público que están encargadas del control y la vigilancia ambiental (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia y Cornare) y de la gestión educativa como la Secretaría de Medio Ambiente de los municipios que comprenden el Valle de Aburrá, se verían beneficiados en la medida que se esté reduciendo la cantidad de residuos depositados en las escombreras y que contribuya a alargar la vida útil de las mismas además de incrementar sus indicadores de aprovechamiento de sus planes de gestión integral de residuos (PGIRS), dando cumplimiento a la normatividad ambiental y que va alineada con los objetivos del desarrollo sostenible en donde uno de ellos promueve la producción y el consumo sostenible, que permitirá la promoción y el apalancamiento de las iniciativas ambientales que tengan como fin principal el aprovechamiento y la valorización de residuos.

Todos los involucrados en la cadena de gestión integral de residuos que pertenezcan al sector ambiental como:

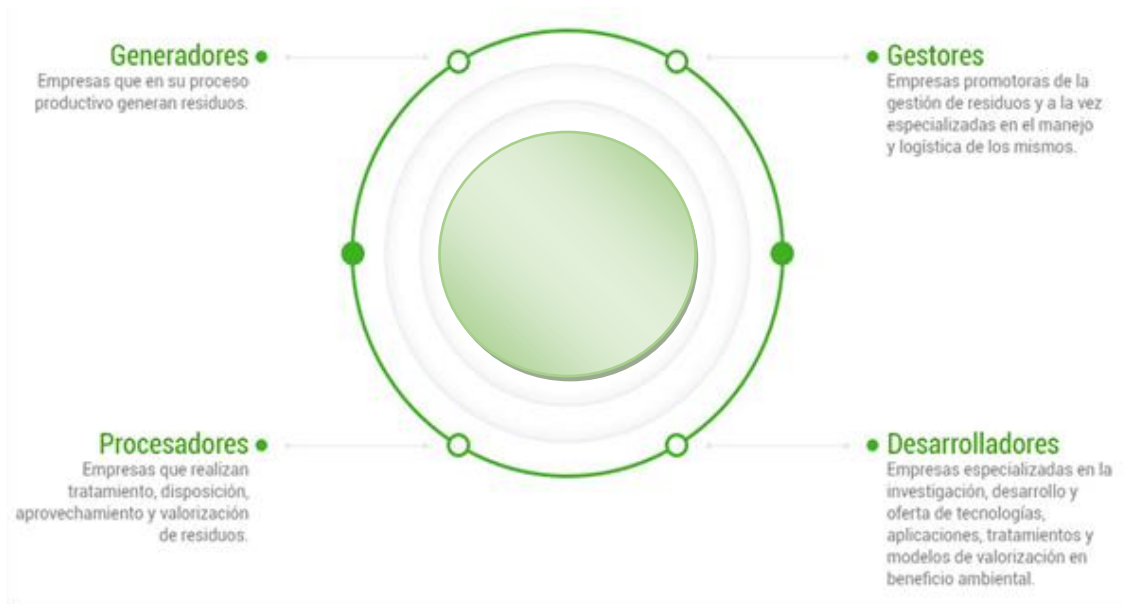


Ilustración 16. Actores de la cadena de gestión de residuos

Fuente: Corporación Red Gestora de Residuos Colombia, 2014.

11. ANALISIS SECTORIAL CONSTRUCCIÓN

11.1. Situación histórica del sector

De acuerdo con un estudio realizado por la ANDI, el cual realiza un balance del año 2015 y analiza las perspectivas para el año 2016 del sector constructor tiene lo siguiente:

La construcción, continúa siendo una de las actividades productivas más dinámicas al registrar un crecimiento promedio de 8.1%, entre el 2000-2014, frente a 4.3% del PIB total, lo que se ha traducido en un aumento de su participación en la economía pasando de representar 4.4% en el año 2000 a 7.2% en el 2014.

Para los primeros nueve meses del 2015, el sector de la construcción mantuvo un desempeño superior al total de la economía con una tasa de 4.6% pero evidenció un menor ritmo frente a los registros del 2014, cuando alcanzó un crecimiento de 11.2% en el mismo periodo. La menor dinámica del sector se explica por la fuerte desaceleración del subsector de edificaciones que creció al 0.6% en lo corrido del 2015, frente a un 7.4% en el mismo periodo de 2014, mientras que obras civiles crecieron 7.8% (Camacol, 2016, p. 32).

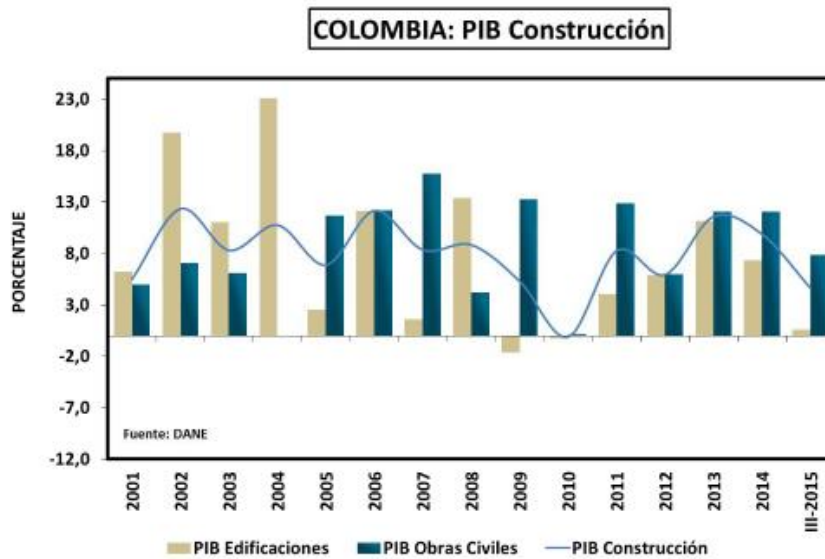


Ilustración 17. PIB construcción Colombia 2001-2015

Fuente: Asociación Nacional de Industriales – ANDI-, 2015.

Como se observa en la gráfica anterior en los últimos 15 años el PIB del sector constructor se ha mantenido estable, consolidando a este sector como el motor de la economía del país, el sector de las edificaciones en el periodo 2001-2004 presentó una importante aceleración llegando en el 2004 hasta el 21% a diferencia del sector de las obras civiles que en ese mismo periodo presentó un PIB del 5%, estos índices se mantuvieron constantes hasta el año 2009, donde las edificaciones presentaron un crecimiento negativo del -2.0% y las obras civiles si se encontraban en un 13% pero en el 2010 sufrió una baja importante en ambos sectores, en los años siguientes hasta el 2015 se ha ido recuperando más el sector de las obras civiles que el de edificaciones que ha sido más lento en su desarrollo.

11.2. Construcción sostenible en Colombia

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) estableció la incorporación de parámetros de sostenibilidad ambiental, urbana y de gestión de riesgos en el desarrollo de las ciudades. Dichos parámetros consisten en: densificación, renovación urbana y expansión controlada; Mejoramiento Integral de Barrios (MIB); provisión de vivienda de interés social sostenible; sistemas de movilidad eficiente y transportes alternativos; uso eficiente de la energía; acceso a saneamiento básico y agua y construcción sostenible de edificaciones (PND, 2010).

Algunos de los principales proyectos en fase de desarrollo para la creación de estándares, códigos y normas de construcción sostenible son: El Reglamento de Eficiencia Energética en Agua y Energía para Edificaciones, Sello Ambiental Colombiano para Edificaciones Sostenibles, Sellos del Fondo Nacional del Ahorro y el Reglamento Técnico de Eficiencia Energética para Viviendas de Interés Social (RETEVIS).

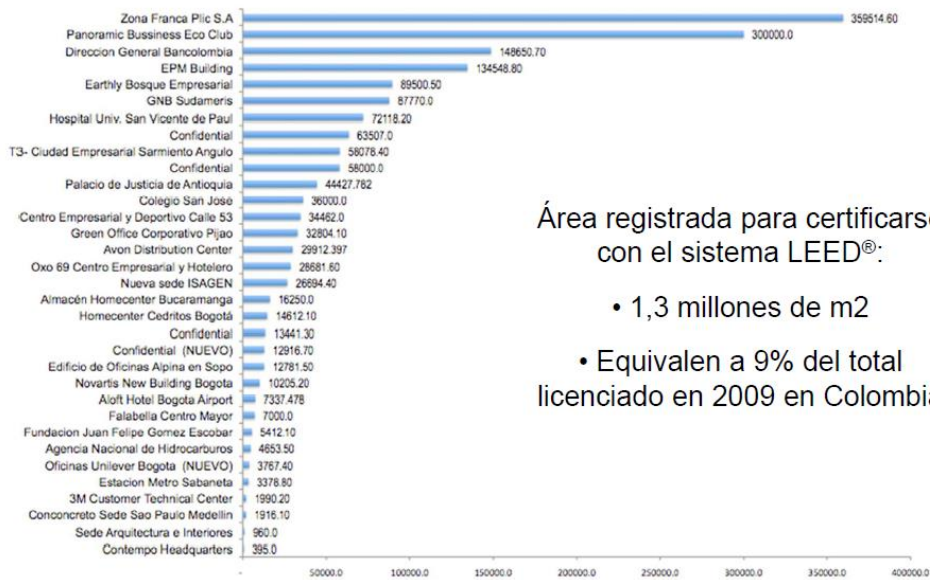
En Colombia, el sistema de certificación en construcción sostenible es el LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), desarrollado por el Consejo de Construcción Sostenible de Estados Unidos (USGBC), ha presentado un gran auge que permite demostrar la sostenibilidad en los proyectos constructivos y las ciudades que se destacan con mayor número de construcción de este tipo son Bogotá y Medellín.

Esta certificación está dirigida a estructuras que cumplan con requisitos como el bajo impacto en el medio ambiente, la utilización de energías alternativas y la eficiencia del consumo de agua.

Este tipo de edificaciones reduce el consumo de energía en un 50 por ciento y de agua en un 40 por ciento; hay menor generación de emisiones de gases con efecto invernadero y es mínima la generación de escombros en su construcción y además la proyección de reutilización de materiales es de un 70 por ciento (Portafolio, 2015).

Los costos anuales del deterioro ambiental en la construcción son cada vez más evidentes: alrededor del 3,7% del PIB, estos costos afectan principalmente a las poblaciones urbanas (50% vive en ciudades de más de 100.000 habitantes), impactos ambientales que ocasiona esto:

- Enfermedades de mala calidad del agua
- Contaminación de aire
- Desastres Naturales
- Degradación de los suelos
- Poca planeación urbana con criterios ambientales
- Expansión de las ciudades
- Mal manejo de residuos y basuras (31000 toneladas de residuos se generan diariamente en el país, 2500 de ellas son generadas en Medellín).



Área registrada para certificarse con el sistema LEED®:

- 1,3 millones de m2

- Equivalen a 9% del total licenciado en 2009 en Colombia

Ilustración 18. Proyectos con certificación Leed en Colombia

Fuente: DANE, 2016, p. 19.

Para el año 2014 Colombia contaba con 134 edificios certificados, precertificados y en proceso) y muestra avances, con el desarrollo de estándares y códigos de estas obras que aportan al medioambiente a través del ahorro de agua, energía y otros recursos.

Se resalta la consolidación de políticas públicas como la Ley 145 del 2011 en Colombia para implementar el Plan Nacional de Desarrollo, que estableció la incorporación del desarrollo sostenible y una estrategia de adaptación al cambio climático. De la misma forma, se atiende la oferta social por medio del Mejoramiento Integral de Barrios y la provisión de vivienda de interés social verde (El Tiempo, 2014).

11.3 Situación actual del sector

11.3.1 Producto Interno Bruto (PIB)

En el primer trimestre de 2016 el PIB a precios constantes creció 2,5% con relación al mismo trimestre de 2015. Al analizar el resultado del valor agregado por grandes ramas de actividad, se observa el crecimiento del valor agregado del sector construcción de 5,2%. Este resultado se explica por el aumento de 10,9% en el subsector de edificaciones y el incremento de 0,4% en el subsector de obras civiles (Dane, 2016).

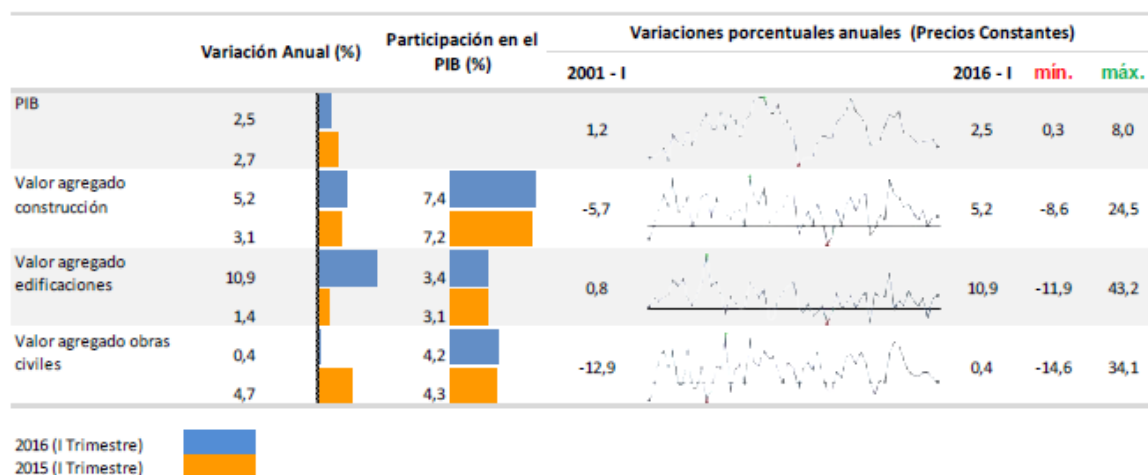


Ilustración 19. PIB Construcción 2016

Fuente: Asociación Nacional de Industriales – ANDI-, 2015.

Al analizar el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), para el primer trimestre de 2016 frente al mismo periodo del año anterior para los países de América Latina, sobresale el comportamiento de Perú, México y Colombia, que registraron los mayores incrementos (4,4%, 2,6% y 2,5% respectivamente) y se destaca en Colombia el valor agregado de la construcción, con un crecimiento de 5,2%. Esto podría obedecer a los diferentes proyectos los cuales están liderados por el actual gobierno que cree que el sector puede aportarle de

manera importante a la economía del país, ya que a este se suman todos los materiales inmersos en la cadena de valor.

11.3.2. IPC (total y vivienda)

En mayo de 2016, el Índice de Precios al Consumidor – IPC registró una variación de 0,51% respecto al mes inmediatamente anterior (0,50%). Por su parte, el IPC de vivienda registró una variación de 0,76%. En los doce meses el IPC total registró una variación de 8,20 % y el IPC de vivienda 5,98% (Dane, 2016).

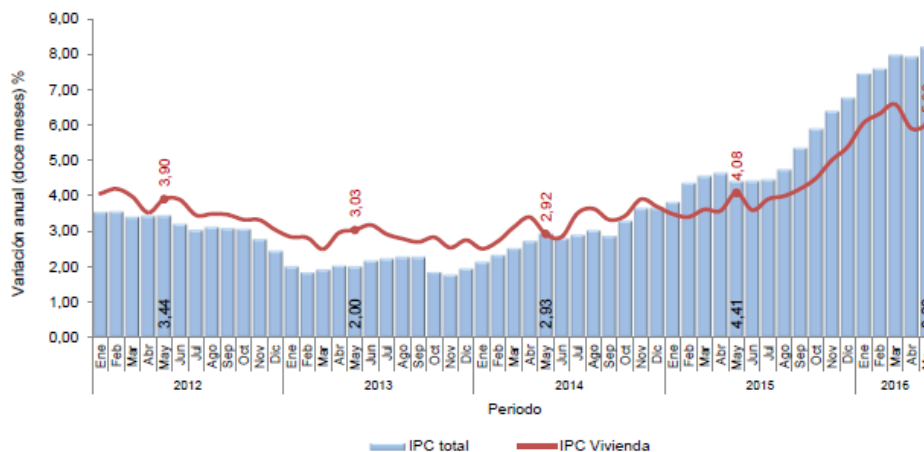


Ilustración 20. IPC construcción

Fuente: Asociación Nacional de Industriales – ANDI-, 2015.

Para el mes de mayo de 2016 el IPC de vivienda aumentó con respecto al mismo mes del año anterior en Bogotá (5,56%), en Medellín (5,30%), Cali (7,65%) y en Barranquilla (8,33%), aportando en conjunto 4,35 puntos porcentuales a la variación anual del IPC de vivienda (Dane, 2016).

	Variación doce meses (%)	Contribución (Puntos Porcentuales)	Participación (%)
Total Nacional	5,98		
	4,08		
Bogotá D.C.	5,56	2,25	40,5
	4,16	1,89	40,6
Medellín	5,30	0,84	15,8
	3,93	0,63	15,9
Cali	7,65	0,77	10,1
	3,01	0,30	10,0
Barranquilla	8,33	0,49	5,8
	5,89	0,34	5,7
Bucaramanga	5,46	0,24	4,4
	4,46	0,20	4,4
Cartagena	6,61	0,20	3,0
	5,28	0,16	3,0

Ilustración 21. IPC construcción en las principales ciudades

Fuente: Asociación Nacional de Industriales – ANDI-, 2015.

Lo anterior podría ser consecuencia del desplazamiento de las personas de las zonas rurales a las ciudades donde pueden encontrar mayores oportunidades de trabajo y mejor calidad de vida, además personas que vivan en ciudades donde las oportunidades no son tan altas se ven obligados a desplazarse a las principales ciudades lo que obliga a que los proyectos de vivienda sean mayores, el crecimiento poblacional es un factor importante para que los proyectos de vivienda sean cada vez mayores.

11.3.3. Empleo

En el trimestre móvil febrero – abril de 2016, el número de ocupados en el total nacional fue 21,8 millones de personas. Por rama de actividad la construcción participó con el 6,1% de los ocupados. Respecto al trimestre móvil febrero – abril 2015, la población ocupada en el total nacional creció 0,6%. En contraste, los ocupados en la rama de construcción disminuyeron 2,7%.

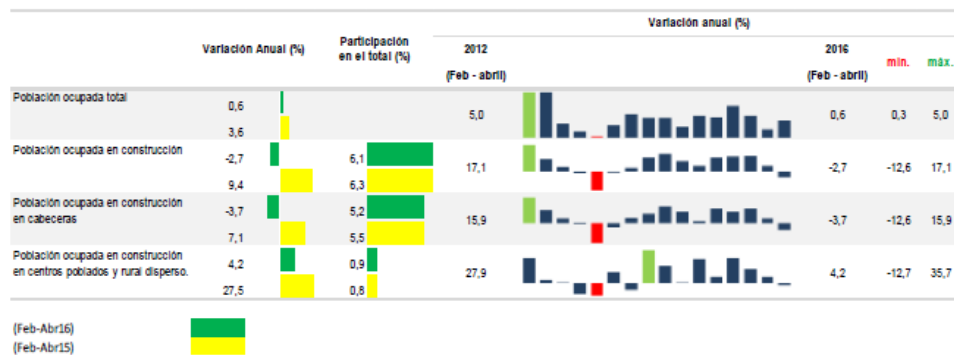


Ilustración 22. Generación de empleo en la construcción

Fuente: Asociación Nacional de Industriales – ANDI-, 2015.

En el trimestre móvil febrero – abril de 2016, 1.333 miles de personas estaban ocupados en la rama de la construcción; de estos el 85,7% estaban ubicados en las cabeceras (1.142 miles de personas) y el 14,3% (191 mil personas) en centros poblados y rural disperso (Dane, 2016).

Se puede evidenciar un crecimiento discreto pero siempre positivo en la ocupación en el sector, predominando la población ocupada en ciudades o cabeceras, y en poblados rurales y centros poblados aunque constante no es tan representativo como los anteriores

El boletín técnico brindado por el DANE el cual analiza el crecimiento del sector hasta el 30 de junio de 2016:

INDICADORES	Período			Período de referencia
	Actual	Doce meses	Anterior ¹	
MACROECONÓMICOS				
PIB total ² (variación anual %)	2,5	3,0	3,4	I trim. 2016
Valor agregado de la rama construcción ² (variación anual %)	5,2	4,5	4,6	I trim. 2016
Valor agregado de obras civiles ² (variación anual %)	0,4	4,2	3,2	I trim. 2016
Valor agregado de edificaciones ² (variación anual %)	10,9	4,5	7,1	I trim. 2016
IPC total (variación mensual %)	0,51	8,20	0,50	Mayo de 2016
IPC vivienda (variación mensual %)	0,76	5,98	-0,14	Mayo de 2016
IPP total (variación mensual %)	1,29	8,15	-0,40	Mayo de 2016
Tasa de ocupados total nacional (participación %)	58,8	58,8	56,9	Abril de 2016
OFERTA				
Producción de cemento gris (variación anual %)	-6,4	3,9	5,0	Mayo de 2016
Área causada ³ (variación anual %)	16,6	4,6	11,3	I trim. 2016
Área licenciada de edificaciones ³ (variación anual %)	-28,7	-1,0	-20,8	Abril de 2016
Área iniciada de edificaciones ³ (variación anual %)	-4,5	9,1	14,1	I trim. 2016
Área culminada de edificaciones ³ (variación anual %)	8,9	3,6	7,4	I trim. 2016
DEMANDA				
Despachos de cemento gris (variación anual %)	-5,3	4,5	5,9	Mayo de 2016
Concreto Premezclado ² (variación anual %)	3,7	5,9	-6,7	Abril de 2016
Valor de los créditos desembolsados para vivienda ⁴ (variación anual %)	-1,3	1,9	8,8	I trim. 2016
Número de créditos desembolsados para vivienda (variación anual %)	5,6	-3,4	4,1	I trim. 2016
Saldo de capital de la cartera hipotecaria de vivienda (variación anual %)	11,3	N.A.	11,5	I trim. 2016
Número de créditos de la cartera hipotecaria de vivienda (variación anual %)	3,8	N.A.	3,7	I trim. 2016
PRECIOS E ÍNDICES				
Índice de precios de vivienda nueva (variación anual %)	6,83	N.A.	6,89	I trim. 2016
Índice de costos de la construcción de vivienda (variación mensual %)	0,35	5,07	0,32	Mayo de 2016
Índice de costos de la construcción pesada (variación mensual %)	0,17	4,17	0,15	Mayo de 2016
Indicador de inversión en obras civiles (variación anual %)	0,2	4,3	2,1	I trim. 2016
IPP materiales de construcción ² (variación mensual %)	-0,09	N.A.	-0,27	Mayo de 2016

Fuente: Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE), DANE.

¹ El periodo anterior se refiere a la variación anual o mensual, del bimestre o mes inmediatamente anterior.

² Este nivel de desagregación corresponde a la Clasificación según Uso o Destino Económico (CUODE).

³ Precios corrientes

⁴ Precios constantes, año base 2005.

Σ Concreto producido por la industria en el país

⁵ La cobertura del Censo de Edificaciones corresponde a 16 áreas (doce áreas urbanas, tres metropolitanas y Cundinamarca).

⁶ Serie empalmada

⁷ La cobertura corresponde a 88 municipios

Ilustración 23. Resumen sectorial construcción

Fuente: Asociación Nacional de Industriales – ANDI-, 2015.

11.4. Construcción sostenible en Colombia para el 2016

El objetivo del país al ingresar a la OCDE, trae consigo una serie de compromisos y cambios que beneficia considerablemente la sostenibilidad del sector en búsqueda de un crecimiento en las ciudades encaminados a tener en cuenta los impactos ambientales que los proyectos constructivos y de infraestructura puedan tener criterios de ahorros energéticos, agua, materiales entre otros. Emitir políticas públicas que articulen el desarrollo de programas de construcción sostenible que se alineen con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y otras estrategias transversales relacionadas con la construcción sostenible y eficiencia energética.

El crecimiento de los proyectos que quieren demostrar que ser amigable paga, han ido en crecimiento en estos últimos años y se espera que Colombia sea el país con más edificios certificados.

El compromiso también se evidencia en las políticas, normas, códigos y leyes que promueven una correcta gestión del sector que va desde la correcta planeación, hasta la gestión sostenible con proveedores que están inmersos en la cadena constructiva y que obliga a las constructoras a replantear sus procesos y definir políticas de gestión en donde el tema social y ambiental sean rectores del desarrollo.

El panorama es positivo la sostenibilidad en la construcción está creciendo y así lo evidencian los datos y deja mucho que hacer por el sector, la innovación jugará un papel importante en la búsqueda de materiales y procesos que puedan hacer más eficiente y ambiental, social y económicamente la actividad constructora.

Avances proyectos que buscan una certificación en construcción sostenible: a febrero de 2016



Ilustración 24. Construcción sostenible 2016

Fuente: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2016.

11.5. Perspectivas del sector

La Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) gremio que abarca a todo el sector constructor del país comenta que el sector vivirá un año de incertidumbre en el frente económico por el enorme choque externo que sufre el país, es importante transmitir los riesgos, las oportunidades y los retos del sector para este año (Camacol, 2016).

Un sector que ocupa el 14% de la mano de obra del país y que mueve inversiones anuales por más de 60 billones de pesos, tiene una gran responsabilidad en el contexto productivo de Colombia, más aún, en momentos en los cuales es importante estar alerta al desempeño de la economía. La construcción de vivienda es una de las grandes apuestas de la política económica y social del país, que ha venido demostrando su capacidad en la generación de empleo y aporte al crecimiento económico.

En lo que respecta a edificaciones, los proyectos públicos de vivienda han seguido impulsando el sector, el balance final del programa de las 100 mil viviendas gratis para el año 2015 fue satisfactorio, al terminarse 16.862 viviendas que estaban pendientes, a lo que se suman alrededor de 30.000 viviendas del Programa VIPA y subsidios a las tasas de interés. No obstante, en los proyectos privados al corte del tercer trimestre de 2015 se observó un crecimiento moderado en ventas que hubiera sido menor si no se hubiera dado una dinámica favorable en Medellín que creció al 41.8%. En efecto de acuerdo al Censo de Edificaciones- CEED, el área culminada decreció 6,2 %, al registrar 269.690 m² menos con relación al mismo período de 2014 (Dane, 2016).

Para el 2016 se sigue esperando que el sector de edificaciones repunte vía proyectos privados, con la segunda fase de viviendas gratis y otros programas públicos como VIPA, Mi Casa Ya y el Subsidio a las tasas de interés que fue reforzado con el PIPE 2, también se tendrán inversiones en obras de optimización de planta de agua potable, acueducto y alcantarillado. A esta inversión en vivienda se suma la de otros destinos como Bodegas y Educación en los cuales se espera una fuerte inversión, en contraste con oficinas y hotelería donde se percibe una saturación del mercado (Dane, 2016).

En obras civiles, en el 2015 se observó un buen dinamismo, aunque inferior al del año inmediatamente anterior. Al mes de septiembre de 2015, el Indicador de Inversión en Obras Civiles creció 7.4%, frente a 16.5 % del año anterior. Por grupos de construcción, encontramos una desaceleración en infraestructura vial que se pasó de 26,4% al 2,8% y en vías de agua, puertos, represas y acueductos que pasaron de crecer a tasas de 8% a 4.3%. Por su parte, el grupo de vías férreas, pistas de aterrizaje y sistemas de transporte masivo fue el único grupo que se contrajo, con 9% en el 2015 (Dane, 2016).

Para el 2016 el gobierno colombiano seguirá impulsando la ejecución de Proyectos Estratégicos de Interés Nacional (PINEs) de obra pública y concesiones. A esta se sumarán los proyectos adjudicados de la primera ola del programa de cuarta generación (4G) de concesiones viales, que se empezara a ejecutar en el 2016, sin embargo se debe tener presente que el gran impulso de este programa se verá con mayor fuerza desde el 2017 cuanto estén todos los proyectos en ejecución (Dane, 2016).

Para el 2016, se espera que, en general, el sector de la construcción recupere el excelente comportamiento que venía presentando en el periodo 2010-2014. Los grandes proyectos del gobierno nacional en vivienda, transporte y educación, aportarán gran parte de la inversión que se hará en el sector. Y no podemos olvidar los efectos directos de estas actividades sobre otros sectores que forman parte de su cadena de valor (Dane, 2016).

11.6. Conclusión general del análisis sectorial

Acorde a los datos consultados del sector podemos concluir que el sector constructor en los últimos 15 años ha sido el motor del desarrollo de la economía colombiana, las actividades de edificaciones y obras civiles son básicamente los parámetros por los cuales se clasifica el sector, siendo las obras civiles el subsector que más movimientos ha presentado en los últimos años; las edificaciones presentó un auge entre los años 2001 al 2004 sin embargo cayó en los años siguientes y hasta ahora viene de nuevo repuntando y seguirá así según las perspectivas del sector.

Algo también positivo frente al sector es el empleo que genera y que representa para la economía del país un aporte importante por el índice de ocupación laboral.

Un factor de vital importancia para el proyecto es que conforme el sector esté planeando un incremento importante por los proyectos de vías, viviendas de interés social, proyectos de infraestructura de las ciudades y de edificación, la cadena de valor también se verá beneficiada positivamente y por ende todos los materiales inmersos en él, como es el caso de los paneles de yeso o drywall, elemento importante para la ejecución del proyecto.

Al incremento de la actividad constructiva es directamente proporcional a la generación de residuos por lo tanto la materia prima de interés para este proyecto seguirá generándose y será importante buscar alternativas que traigan consigo un beneficio no solo ambiental o social, sino económico al encontrar soluciones que permitan gestionar y darle valor a un material que tiene todo el potencial de aprovechamiento y que actualmente se están enterrando en las escombreras.

Colombia, al igual que otros países latinoamericanos enfrenta enormes retos relacionados con el desarrollo social y económico, y la incorporación de preceptos de sostenibilidad en las estrategias de crecimiento del país.

Debido a la vulnerabilidad del país hacia los efectos del cambio climático, su estrategia central para hacer frente al fenómeno se encuentra orientada hacia la adaptación. Es así, que además de que la construcción sostenible es una posible solución para la mitigación de emisiones, el uso eficiente de energía y recursos naturales y motor de crecimiento económico, también es un punto de importante de coyuntura con las estrategias nacionales de adaptación al cambio climático

12. ESTUDIO DE MERCADO

En el presente estudio se revisa el comportamiento de la oferta y la demanda para yeso producto del aprovechamiento de las placas de drywall, el cual se utiliza como insumo para la fabricación de productos resistentes mediante su mezcla con materiales aglomerantes para el sector constructor; de igual forma este material tiene diferentes mercados no solamente en el sector constructor sino también en agricultura entre otros.

El yeso natural proviene de canteras, los depósitos de yeso se encuentran principalmente en la Cordillera Oriental, en la costa de la Península de la Guajira y en algunos sectores de la Cordillera Central. Las áreas productoras serían:

- ✓ Santander en Mesa de los Santos: Alcanza a los municipios de Miraflores, Páez, Almeida.
- ✓ Boyacá: Almeida.
- ✓ Cundinamarca: Gachalá, Girardot
- ✓ Regiones de Tocaima
- ✓ Tolima: Rovira
- ✓ Antioquia: Área de Anzá
- ✓ Caldas: Neira
- ✓ Guajira: Región de Carrizales- Uribia (Ponce y Torres Duggan, 2005).

“El yeso representa el 0,2% de la producción minera total” (Colombia. Ministerio de Minas y Energía, 2012). Desde estas regiones se transportan a los centros de consumo del Departamento, para ser incorporados en procesos industriales y a distintas obras de construcción.

Los métodos de extracción son muy variados y comprenden procesos altamente tecnificados hasta la extracción artesanal; la oferta está compuesta por empresas de la industria extractiva de donde se obtiene el yeso natural, y de la industria manufacturera de donde se obtiene yesos artificiales o industriales que no son de interés de este estudio.

La demanda en este mercado está conformada por el sector manufacturero y de la construcción, la actividad constructora en Colombia se divide en dos grandes ramas: la edificación, que primordialmente se dedica a soluciones de vivienda; y la de obras civiles de infraestructura. Estas últimas se desagregan a su vez en públicas y privadas. Este sector hace parte de una de las locomotoras de la economía nacional.

La cadena productiva en la que se desarrolla este producto inicia con la obtención de la materia prima, la logística de transporte y termina con la distribución del producto en las diferentes industrias en las que actualmente se utiliza.

Este mercado se ha caracterizado por una alta participación de actores informales; por esta razón la disponibilidad de información oficial del sector es muy limitada y su caracterización exige trabajar con un conjunto de supuestos que se precisan dentro del estudio.

12.1 Descripción del producto o servicio

12.1.1. Usos y aplicaciones del yeso reciclado

De acuerdo a las diferentes experiencias a nivel mundial se ha visto que las aplicaciones del yeso reciclado son numerosas, Se han realizado estudios para el reciclaje del yeso para reemplazar el yeso natural en la producción de cemento Portland. Se evalúan las propiedades mecánicas y químicas del cemento. Los esfuerzos de flexión y compresión fueron relativamente los mismos para ambos tipos de cemento. Los resultados demuestran que los residuos de yesos pueden ser usados como un material alternativo para el yeso natural en la producción de cemento portland (Suárez, 2014).

De igual manera se ha investigado la influencia que presenta la adición de diferentes proporciones de yeso reciclado frente al yeso natural en un sistema ternario. Se determinan las resistencias mecánicas y se tiene como resultado que las adiciones de los residuos de yeso en los sistemas de mezclas estudiados muestran un comportamiento similar al sistema de referencia con adición de yeso comercial (Suárez, 2014).

Otro estudio ha permitido identificar la incorporación de residuos de yeso en productos de bloque cerámico evaluando la composición física y química de los bloques cerámicos y la eco toxicidad potencial de los mismos. Se demuestra la viabilidad del reemplazo de un 20% de arcilla por yeso reciclado en la fabricación de este tipo de bloque (Suárez, 2014).

Existen actualmente técnicas que permiten reciclar el 100% de los residuos procedentes de paneles laminados. El polvo de yeso reciclado puede

reemplazar hasta un 25% del yeso natural, o bien del sintético, en la producción de nuevos tableros. En el primero de los casos, ello contribuye a la preservación de un recurso minero, fundamentalmente en los países no productores de yeso químico. Las posibilidades de reciclado de yeso también encuentran mercados potenciales de aplicación en la estabilización de taludes y mejoramiento de suelos, absorción de grasas, tratamiento de aguas y secado de lodos.

12.1.2. Usuarios

Los usuarios que se puedan beneficiar de este proyecto lo podemos segmentar en dos, ya que si bien se busca cerrar el ciclo de vida de un material como lo es la placa de yeso, el beneficio estaría desde la recepción de material hasta quienes serían los clientes para el material producto del aprovechamiento de las placas de yeso o Drywall.

Desde su recepción los principales usuarios serían:

Principalmente el Constructor, quienes aparte de ser clientes también pueden ser proveedores de materia prima (Placas de yeso).

Como producto (yeso reciclado) se tienen identificados usuarios como:

- Fabricantes de placas de yeso
- Cementeros
- Industrias de Pinturas
- Industrias de Estucos y yesos para la construcción
- Industria Agrícola

Los depósitos de materiales son lugares en donde el producto se puede distribuir con una gran aceptación, y dirigido no sólo a constructores sino a personas naturales que estén haciendo remodelaciones en sus casas. Los principales usuarios son a su vez clientes potenciales quienes pueden darles la materia prima y con ellos producir los materiales que requieran para sus proyectos.

12.1.3. Precio

Los precios del yeso dependen de las aplicaciones para las cuales se necesiten, están asociados a la disponibilidad del mismo en canteras y el costo del transporte hacia los lugares de producción y comercialización. Esto explicaría que no hay una estabilidad en sus precios, lo cual se refleja en los productos los cuales requieran yeso como insumo o materia prima.

Actualmente en el mercado del área metropolitana se identificaron varios productos para los cuales el insumo o materia prima principal es el yeso:

- Yeso para estuco: se manejan precios entre \$4.000 y \$22.000 pesos, de acuerdo a la presentación requerida, vienen en bultos desde 1 kg hasta 30 kg, el precio fue establecido según cotizaciones solicitadas y la variación de precios depende de las presentaciones y de las marcas ofrecidas (Corona, El Vencedor, D.H.G, entre otros). El precio se obtuvo solicitando información a 3 proveedores que manejan diversas marcas y presentaciones.
- Yeso Agrícola: Se manejan precios desde los \$12.000 y \$18.000 pesos, en presentaciones que van desde los 25 Kg hasta los 50 Kg. El precio se obtuvo solicitando información a 2 proveedores que manejan diversas marcas y presentaciones.

12.1.4. Composición

Las placas de yeso se producen en fábrica en línea continua de producción, proceso que comprende desde la molienda y calcinación del yeso hasta el corte de las placas y embalaje. La placa de roca de yeso es el elemento esencial de este sistema constructivo en seco.

Regularmente, las placas de yeso vienen de 1.22 x 2.44 m., (4' x 8'), en espesores de 9.5, 12.7 y 15.9 mm., o sea 3/8", 1/2" y 5/8" respectivamente.

Los bordes longitudinales son chaflanados o rebajados para permitir un adecuado tratamiento de juntas. Dependiendo del uso, las placas se fabrican Regular o Estándar (ST), Resistente a la Humedad (RH) y Resistente al Fuego (RF).

La placa está formada por un núcleo de roca de yeso bihidratado ($\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$), cuyas caras están revestidas con papel de celulosa especial. Al núcleo de yeso se le adhieren láminas de papel de fibra resistente. La unión de yeso y celulosa se produce como "amalgama" de moléculas de sulfato de calcio que fraguan, penetrando en el papel especial durante el proceso de fragüe en el tren formador. De la combinación de estos dos materiales, surgen las propiedades esenciales de la placa (Gyplac, 2016).

La composición del yeso reciclado no varía en cuanto las condiciones en su proceso de aprovechamiento sean las adecuadas, por lo tanto la bibliografía consultada permite concluir que su composición es la misma considerando que para la fabricación de las placas de yeso o drywall no se utilizan sustancias químicas aglomerantes que afecten o varíen la composición del yeso.

12.1.5. Características físicas

El yeso es un conglomerante no estable en presencia de humedad, constituido por sulfato de calcio con dos moléculas de agua $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. El yeso es un material utilizado desde tiempos ancestrales y aún en plena vigencia con una característica muy particular, se puede reciclar una y otra vez para fabricar productos de yeso, sin reducir sus prestaciones (Ecoingeniería, 2005).

Su composición química es:

- 32.6 % CaO
- 46.5 % SO_3
- 20.9 % H_2O

Las propiedades principales de los yesos son:

- Material conglomerante aéreo (material noble)
- Buena estabilidad volumétrica
- Excelente adherencia
- Fraguado rápido y modificable
- Propiedades aislantes: térmicas y acústicas
- Baja transferencia de calor
- Bajo peso
- Bajo costo de producción
- Óptima textura de la superficie endurecida
- Fidelidad de copiado superficial
- Poco solubilidad en agua
- Elemento poroso de baja conductividad

Otras propiedades físicas son:

- Dureza: 2 en la escala de Mohs
- Solubilidad: 1.8 - 2.0 g/l
- Densidad: Dihidrato: 2.3 g/cm³
- Hemidrato α : 2.7 g/cm³
- Hemidrato β : 2.6 g/cm³
- Anhidrita III α : 2.5 g/cm³
- Anhidrita III β : 2.4 g/cm³ (Ecoingeniería, 2005).

12.1.6. Sustitutos

En la actualidad este producto por ser reciclado se convierte en un sustituto del yeso extraído de forma natural (canteras), de acuerdo a lo consultado en diferentes fuentes bibliográficas el yeso reciclado hasta la fecha no tiene un sustituto hasta ahora explorado en el mercado; Por el contrario el yeso se convierte en el sustituto de lo que se denomina construcción tradicional ya que se reemplaza en cierto porcentaje el consumo de cemento y por ende genera mayores ahorros no solo en espacios sino económicos.

12.1.7. Complementarios

El yeso reciclado puede ser un complemento para los siguientes sectores productivos (Ecoingeniería, 2005):

En la Albañilería:

- Como aglomerante de morteros simple o compuestos
- Para fabricar hormigones de yeso

- Para revoques, enlucidos y estucos diversos
- Para aislamiento térmico y acústico de paredes y cielos rasos.
- Como defensa contra incendios

En la Prefabricación:

- Elaboración de ladrillos y bloques
- Fabricación de baldosines
- Construcción de placas decorativas
- En moldeo y vaciado
- En elementos decorativos
- En esculturas

Industrialmente:

- Como carga en la fabricación de papel
- Como mastico adhesivo en la fabricación de bombillas
- Como pigmento y relleno inerte de pinturas y tintas
- Como vehículo de sustancias químicas
- Como floculante en la industria cervecera
- Como fijador de sustancias volátiles
- Como retardador en la fabricación de cemento

Medicinalmente:

- Como férula para fracturas
- En el moldeo de piezas dentales
- En los moldes ortopédicos

En la Agricultura:

- Para la corrección del pH y fijación del calcio
- Para el tratamiento de aguas

Para el análisis de la Demanda y la Oferta del presente trabajo se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Dado que el producto que sale del aprovechamiento de las placas de drywall es yeso, la demanda del presente análisis está enfocada en el mercado del yeso en Colombia, así podríamos determinar que tanto se mueve este producto en el país para afianzar la prefactibilidad el proyecto.
- La oferta se analiza desde la disponibilidad del recurso en canteras en el país

12.2. Demanda

12.2.1. Comportamiento histórico

La demanda de yeso en el país nos permitirá determinar si el producto del aprovechamiento de las placas de yeso o drywall tendrá mercado.

La investigación en el campo de la economía de la energía ofrece grandes posibilidades, puesto que el yeso es un material de producción barato que consume de tres a cuatro veces menos combustible por tonelada que el cemento gris y de 5 a 6 veces menos que el cemento blanco.

Tabla 7. Evolución de las importaciones de yeso en Colombia

País proveedor	2012 TOTAL (USD)	2013 TOTAL (USD)	2014 TOTAL (USD)	Desde 2009 TOTAL (USD)
ESTADOS UNIDOS	474.911,53	1.192.956,41	849.197,64	3.389.578,49
ESPAÑA	51.600,22	57.535,39	68.566,58	922.735,11
CANADA	71.866,82	81.981,14	0,00	172.256,90
CHILE	14.586,56	8.236,80	31.740,00	54.563,36
MEXICO	0,00	10.713,98	12.563,72	32.577,16
BRASIL	4.056,00	0,00	0,00	10.356,00
CHINA	4.358,70	0,00	0,00	5.258,70
ITALIA	0,00	0,00	0,00	947,19
INDIA	0,00	0,00	0,00	560,40
PUERTO RICO	5,00	0,00	0,00	5,00
TOTAL	621.384,83	1.351.423,72	962.067,94	4.588.838,31

Fuente: ICEX, 2015.

De acuerdo al estudio de mercado realizado por la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá en octubre de 2015 se detalla la evolución de las importaciones de los 10 principales socios comerciales de Colombia para el yeso para los años 2012, 2013, 2014 y el total de importaciones desde el año 2009.

La mayoría de las importaciones provienen de pocos países, destacando claramente Estados Unidos que representa un 73% de las importaciones de Colombia para el yeso. España posee una situación muy consolidada en el 2º lugar de exportadores. Sin embargo, en un mercado del tamaño de Colombia que sólo exporte yeso por valor de menos de 5 millones de dólares en los últimos 5 años pone de manifiesto que Colombia se autoabastece con la producción local (ICEX, 2015).

Las principales empresas colombianas importadoras y distribuidoras de este producto son:

- Cementos Argos SA.
- Gyplac Comercial de Colombia.

- Compañía Colombiana de Cerámica.
- Gyptec SA
- Locería Colombiana SA

Como podemos ver de las 5 empresas mencionadas anteriormente dos de ellas (Gyplac Comercial de Colombia y Gyptec SA) son grandes productoras de tableros de yeso o Drywall, por lo tanto serían junto con la industria cementera son los grandes consumidores de yeso del país.

12.2.2. Distribución geográfica del mercado de consumo potencial y objetivo

La planta de aprovechamiento objeto del presente estudio estará ubicada en el norte del Valle de Aburrá, razón por la cual se analizan de manera particular los datos de la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá.

La demanda de materiales de construcción en general para Medellín suma 8 millones 777 mil toneladas al año. Desde 2008, la variación media en el número de toneladas de materiales despachadas a la ciudad ha sido de 2% anual. En la ciudad se compran 2.5 toneladas por persona por año.¹

En el año 2023, la ciudad de Medellín demandará 11 millones 883 mil toneladas de material, lo que significará una demanda por habitante de 3.1 toneladas.

Sin embargo es difícil determinar por la ausencia de información que porcentaje de estos materiales corresponde al yeso, dado que la demanda no

¹ UPME, y CONSORCIO DE PROYECCIÓN. Informe. Evaluación de la situación actual y futura del mercado de los materiales de construcción y arcillas en las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Santa Marta y Eje cafetero. Colombia., 2014.

es exclusiva para el sector constructor sino también para otros usos mencionados anteriormente.

Lo que se muestra a continuación es basado en el portal Trade el cual contiene los informes de las importaciones y exportaciones según los datos del Ministerio de Comercio Exterior para la partida arancelaria a la cual pertenece las placas de yeso o drywall 6809110000 “Yeso artículos - manufacturas de yeso fraguable o de preparaciones a base de yeso fraguable” (Ministerio de Comercio Exterior, 2016, p. 2).

12.2.3. Comportamiento histórico de las placas de yeso en Colombia

A nivel mundial Colombia es uno de los países que mayor importa placas de yeso en el mundo, seguido por México, China y Estados Unidos, en los últimos cinco años, esto puede ser ocasionado por el crecimiento que ha presentado el sector constructor además de los desarrollos constructivos que ha dado paso a un auge de la construcción liviana en el mundo por ser más eficiente y de mayores rendimientos económicos

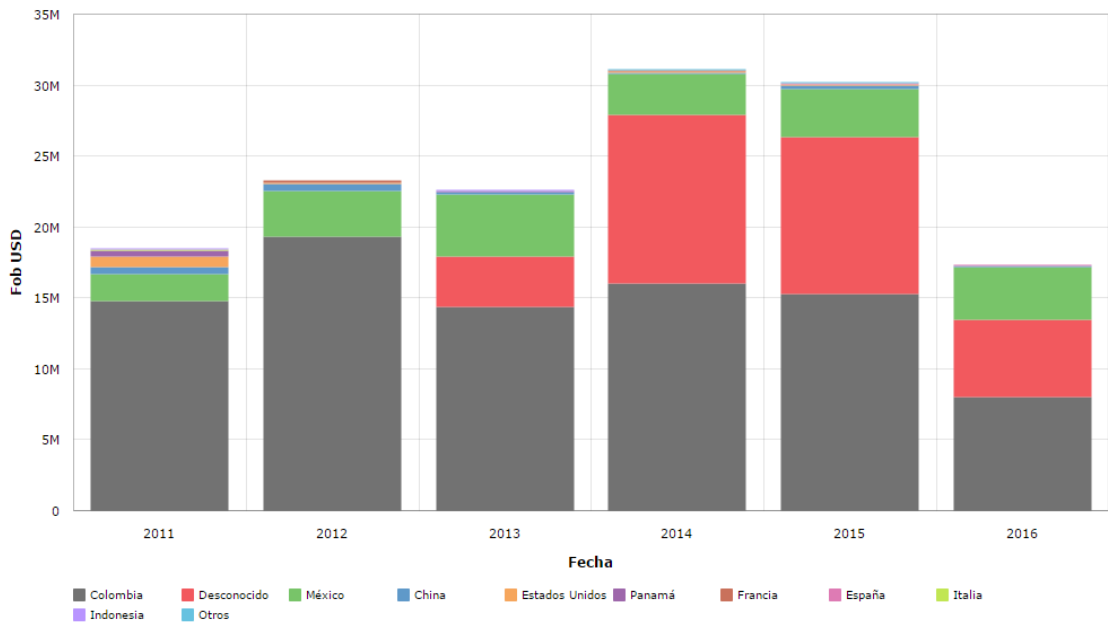


Ilustración 25. Evolución de las importaciones de placas de yeso a nivel mundial del 2011 al 2016

Fuente: Trade Comex, 2016.

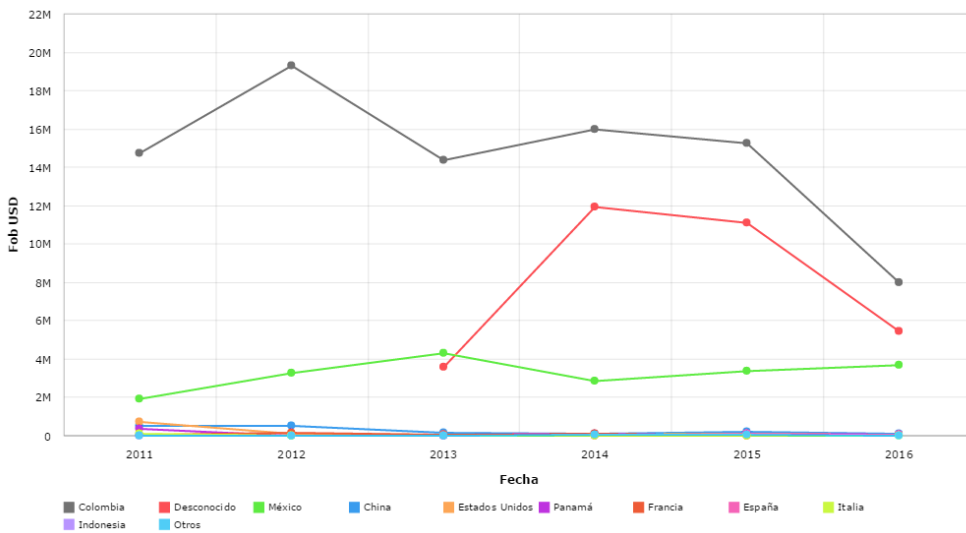


Ilustración 26. Participación de las importaciones de placas de yeso por países

Fuente: Trade Comex, 2016.

Tabla 8. Importaciones de tablas de yeso o drywall

PAÍS	AÑO/ (FOB USD)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016 (Agosto)
Colombia	14.741.546	19.276.971	14.360.876	15.978.664	15.257.690	7.975.342
Desconocido			3.574.870	11.912.420	11.088.531	5.470.167
México	1.934.865	3.271.244	4.320.240	2.870.990	3.375.545	3.701.695
China	520.350	496.379	174.293	120.773	211.688	83.079
Estados Unidos	731.275	89.651	60.563	70.771	81.012	35.005
Panamá	361.799	4.412	19.670	93	18.936	
Francia	57.598	140.095	50.710	100.153	281	
España		9.126	3.322	20.277	105.612	45.694
Italia	89.929	6.403	617	351	622	120
Indonesia	20.463		16.389			
Otros	7.071	10.362	8.361	35.938	60.798	1.822
TOTAL	18.464.897	23.304.642	22.589.911	31.110.430	30.200.713	17.312.923

Fuente: Trade Comex, 2016.

En la tabla anterior muestra claramente la participación de Colombia en las importaciones de placas de yeso en los últimos cinco años, sin embargo podemos observar que a agosto del 2016 no fue tan bueno en las importaciones de este material dado que Colombia sufrió a nivel general una desaceleración en todos los sectores pese a que se sintió menos en el sector constructor y de infraestructura afectó las cifras que venía presentando en años anteriores.

Es así que Colombia es un país importador de placas de yeso o Drywall mas no exportador de este producto, el análisis anterior nos muestra un panorama a nivel mundial tanto de las importaciones como de exportaciones de acuerdo a la clasificación arancelaria que tiene las placas de yeso y vemos a nuestro país liderando las importaciones desde el año 2011 hasta la fecha.

Realizando una comparación de las importaciones vs. Las exportaciones para Colombia tenemos lo siguiente:

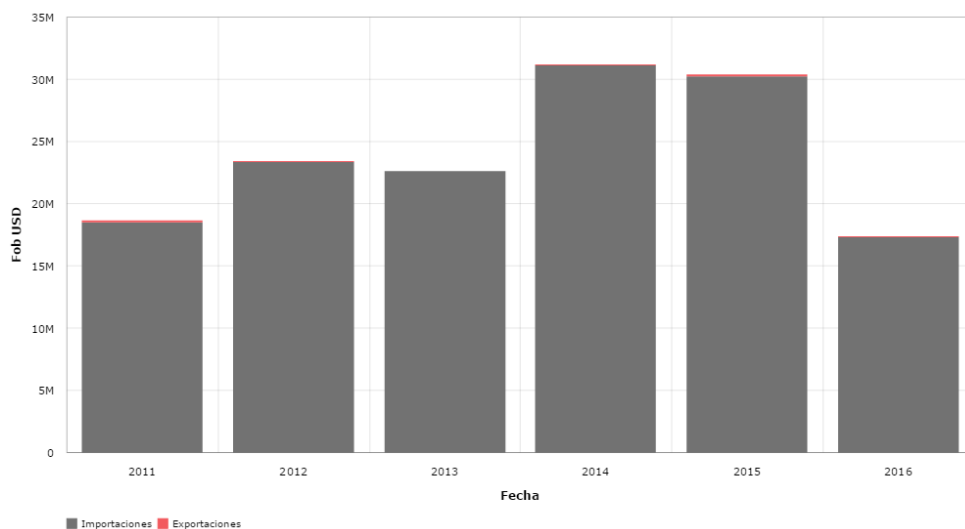


Ilustración 27. Evolución de las Importaciones vs Exportaciones para Colombia del año 2011 al 2016 (agosto)

Fuente: Trade Comex, 2016.

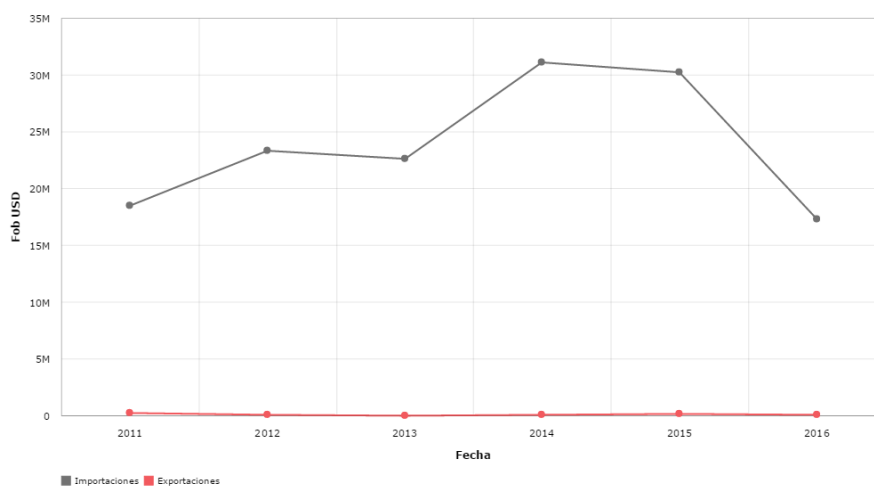


Ilustración 28. Importaciones vs Exportaciones en Colombia del año 2011 al 2016 (agosto)

Fuente: Trade Comex, 2016.

A pesar que el drywall es importado en grandes cantidades, existen empresas colombianas que fabrican este insumo e incluso son distribuidores exclusivos de empresas extranjeras que son pioneras en este mercado y poseen una amplia experiencia en la elaboración de este tipo de material. Los fabricantes o mayores productores del país de acuerdo al Ministerio de Comercio Exterior son los siguientes:

Tabla 9. Productores de placas de yeso o drywall en Colombia

NIT	RAZÓN SOCIAL	PARTIDA ARANCELARIA	NOMBRE COMERCIAL
900149460	GYPLAC S.A.	6809110000	Placa De Yeso St Extra liviana, Rh Y Rf
900488297	KNAUF DE COLOMBIA S.A.S.	6809110000	Placa Estándar De Media Pulgada

Fuente: Elaboración propia.

12.2.3.1. GYPLAC S.A

Gyplac S.A. especializada en Sistemas Drywall o construcción liviana en seco, perteneciente a Etex Group.

Sus filiales en el país son Skinco Colombit y Cerámicas San Lorenzo; con Skinco Colombit desarrolla complementariedad de gama de producto y del sistema constructivo con las placas cementicias Superboard.

Gyplac S.A. es líder en el sector de Sistemas Drywall, consolidando su posición con la más moderna planta de producción de Latinoamérica, ubicada en Cartagena Colombia (Gyplac, 2014, p. 4).



Ilustración 29. Planta Gyplac Cartagena

Fuente: Gyplac Sistema Drywall, 2014.



Ilustración 30. Planta Gyplac Cartagena

Fuente: Gyplac Sistema Drywall, 2014.

12.2.3.2. KNAUF de Colombia S.A.S

Afianzando su rol como líder en innovación, Knauf le ha dado en las últimas décadas un impulso definitivo al desarrollo de productos y sistemas integrales para la construcción en seco. Las soluciones Knauf ofrecen hoy una gran capacidad de rendimiento combinado con alta versatilidad, aspectos que resultan imposibles o requieren mayor nivel de inversión con los métodos de construcción convencionales.

Knauf a nivel mundial se ha caracterizado por una empresa responsable con el medio ambiente, de hecho en diversas partes del mundo Knauf ha implementado su planta para el aprovechamiento de las placas de yeso contribuyendo así a la economía circular de los países en donde se encuentra ubicado (KNAUF, 2016, p. 4).

12.2.3.3. Panel rock Colombia S.A.

Su casa matriz se encuentra en México; es una empresa ampliamente reconocida a nivel nacional por su capacidad de instalación, suministro, diseños constructivos y arquitectónicos en los sistemas livianos de construcción en seco (drywall). PANELROCK introdujo por primera vez en Colombia los sistemas livianos de construcción en seco. Su reconocida experiencia en el mercado nacional permite ofrecer soluciones acordes a las necesidades del mundo actual industrializado (Panel Rock, 2016, p. 3).

Como se pudo observar las plantas productoras de placas de yeso o Drywall existentes en la actualidad se encuentran en la zona industrial de Cartagena (Mamonal) y de ahí distribuyen y comercializan sus productos al interior del país.

12.2.4. Proyección de la demanda

Como ya se expuso anteriormente, la demanda de materiales de construcción en general para Medellín suma 8 millones 777 mil toneladas al año. Desde 2008, la variación media en el número de toneladas de materiales despachadas a la ciudad ha sido de 2% anual. En la ciudad se compran 2.5 toneladas por persona por año (UPME y Consorcio de Proyección, 2014).

En el año 2023, la ciudad de Medellín demandará 11 millones 883 mil toneladas de material, lo que significará una demanda por habitante de 3.1 toneladas.

12.3 Oferta

El Banco de la República de Colombia define la oferta como la cantidad de bienes, productos o servicios que se ofrecen en un mercado bajo unas determinadas condiciones para que en función de éstas, el público los adquiera.

En el análisis de mercado, lo que interesa es saber cuál es la oferta existente del bien o servicio que se desea introducir comercio, para determinar si los que se proponen colocar en el mercado cumplen con las características deseadas por el público en este caso evaluar la disponibilidad del yeso natural como insumo en el mercado.

12.3.1. Situación actual: mercado del competidor

Para el análisis de la oferta del mercado, se pueden establecer como principales competidores las empresas explotadoras de yeso natural que se encuentran localizadas en los departamentos de Santander, Tolima y Boyacá. Dado que la cantidad de empresas que ofrecen yeso es comparativamente menor a la cantidad de clientes, se puede clasificar este tipo de competencia como un Oligopolio, en atención a que son pocas las empresas que ofrecen los productos y ellas mismas han estructurado el valor de los mismos en el mercado y las diferencias que se dan entre ellas corresponden exclusivamente al costo del transporte.

Por otra parte se encuentran las empresas productoras de concreto tales como Cemex y Argos, entre otras, las cuales cuentan con sus propias fuentes de extracción de agregados para su consumo interno, teniendo en cuenta que para la producción de cemento el 3% de los insumos corresponde al yeso. Estas empresas podrían llegar a ser competencia en el caso que decidan ampliar y diversificar la línea de productos que ofrecen.

Es importante resaltar que en Colombia el mercado del yeso reciclado sólo lo ofrece una empresa que está ubicada en Bogotá, la cual se dedica también al aprovechamiento de las placas de yeso o drywall y su principal nicho es el sector agricultor, sin embargo el estudio en mención pretende realizar el aprovechamiento en el Valle de Aburrá donde actualmente no existe mercado competidor directo.

12.3.2. Plantas nacionales existentes

Para la localización de la oferta se tiene en cuenta el censo minero departamental realizado en el año 2011, por el Ministerio de Minas y Energía, en este documento se muestran las unidades de producción minera general (UPM) censadas en todo el país.

Para este proyecto solamente tendremos en cuenta las Unidades Productivas Censadas para los minerales no metálicos, clasificación en la que se encuentra el yeso y del cual podremos conocer en donde se encuentran ubicados los centros de explotación más importantes.

Tabla 10. Datos de las Unidades Productivas Mineras para los minerales no metálicos en el país, 2011

MINERAL	TOTAL		CON TÍTULO MINERO		SIN TÍTULO MINERO	
	UPM	%Col	UPM	% Fila	UPM	%Fila
Arena	2943	43,60%	1342	45,60%	1601	54,40%
Arcilla	2316	34,30%	720	31,10%	1596	68,90%
Grava	1078	16,00%	576	53,40%	502	46,60%
Caliza para Cemento	477	7,10%	291	61,00%	186	39,00%
Piedra	220	3,30%	88	40,00%	132	60,00%
Sal Terrestre	220	3,30%	7	3,20%	213	96,80%
Silicato de Magnesio	74	1,10%	6	8,10%	68	91,90%
Roca Fosfórica	50	0,70%	49	98,00%	1	2,00%
Basalto	18	0,30%	13	72,20%	5	27,80%
Caolín	17	0,30%	10	58,80%	7	41,20%
Yeso	16	0,20%	9	56,30%	7	43,80%
Roca Coralina	15	0,20%	6	40,00%	9	60,00%
Dolomita	14	0,20%	13	92,90%	1	7,10%
Feldespato	14	0,20%	13	92,90%	1	7,10%
Magnesita	8	0,10%	7	87,50%	1	12,50%
Puzolana	8	0,10%	8	100,00%		0,00%
Bauxita	7	0,10%	7	100,00%		0,00%
Cuarzo Azul	5	0,10%	2	40,00%	3	60,00%
Silíceas	5	0,10%	3	60,00%	2	40,00%
Azufre	3	0,00%	3	100,00%		0,00%
Bentonita	3	0,00%	2	66,70%	1	33,30%
Cal	3	0,00%	3	100,00%		0,00%
Sin Información	282	4,20%	195	69,10%	87	30,90%
TOTAL	6755	100,00%	2790	41,30%	3965	58,7%

Fuente: Colombia. Ministerio de Minas y Energía, 2012.



Ilustración 31. Unidades productivas mineras del yeso en Colombia

Fuente: Elaboración propia.

Según los gráficos anteriores de las 6755 unidades productivas mineras censadas solo 16 corresponde a explotación de yeso que representa el 0,2 % del total de minería no metálica del país; 9 tienen registro minero que corresponden al 56,30% y 7 no cuentan con registro minero podría concluirse que son ilegales y corresponden al 43,80%.

Tabla 11. Canteras de explotación de minerales no metálicos en Colombia

DEPARTAMENTO	Arena	Arcilla	Grava	Caliza para Cemento	Piedra	Sal Terrestre	Silicato de Magnesio	Roca Fosfórica	Basalto	Caolín	Yeso	Roca Coralina
Antioquia	144	46	96	44	58		73				2	
Atlántico	141	9	55	70	32							2
Bolívar	33	8	21	94	4	1						
Boyacá	212	379	12	134	5	1		36		4	3	1
Caldas	14	11	9				1					
Caquetá	170	4	45						3			
Cauca	167	197		1					1			1
Cesar	49	14	52	17	1			1	2	1		1
Córdoba	227				42							
Cundinamarca	226	353	28	1	51	3				5		1
Huila	69	132	6	28				12		1		
La Guajira	16	160	10		1	92						1
Magdalena	3	428	4			118						7
Meta	85	16	50	1		3						
Norte de Santander	145	234	39	11	1				5			1
Risaralda	89	16	88						2			
Santander	573	182	163	16	21						7	
Tolima	125	55	27	18	4						4	
Valle del Cauca	87	13	52	25				1	5			
Arauca	39	8	14									
Casanare	80	21	67			2						
Putumayo	249	30	240	17								
TOTAL	2943	2316	1078	477	220	220	74	50	18	17	15	

Fuente: Colombia. Ministerio de Minas y Energía, 2012.

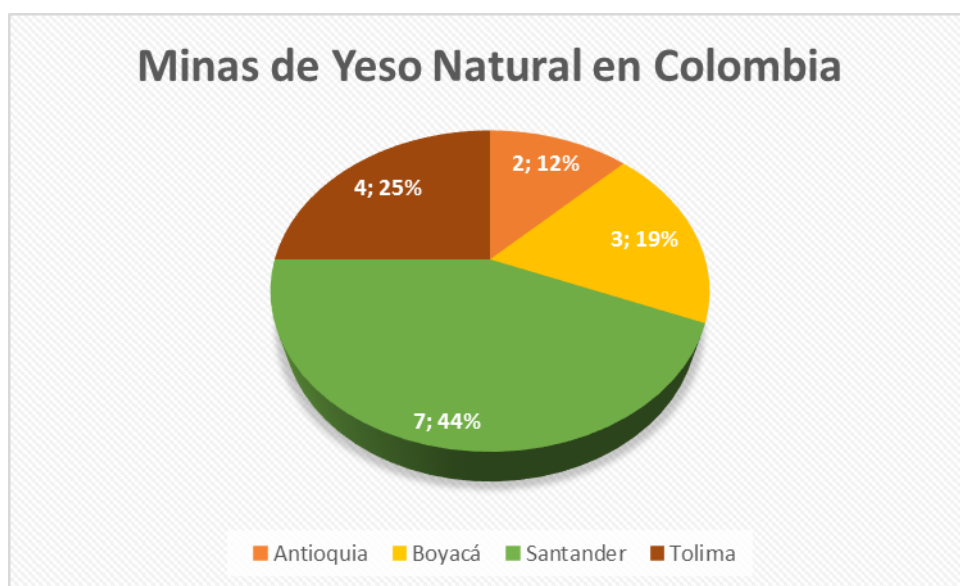


Ilustración 32. Minas de yeso natural en Colombia

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla y el gráfico anterior, Colombia cuenta con 16 minas de yeso; los departamentos que tienen explotación son Santander con 7 minas (44%), Tolima con 4 (25%), Boyacá con 3 (19%) y Antioquia con 2 minas (12%).

12.3.3. Proyección de la oferta

De acuerdo con información bibliográfica consultada la producción anual de yeso en Colombia hasta el año 2016 ha sido la siguiente:

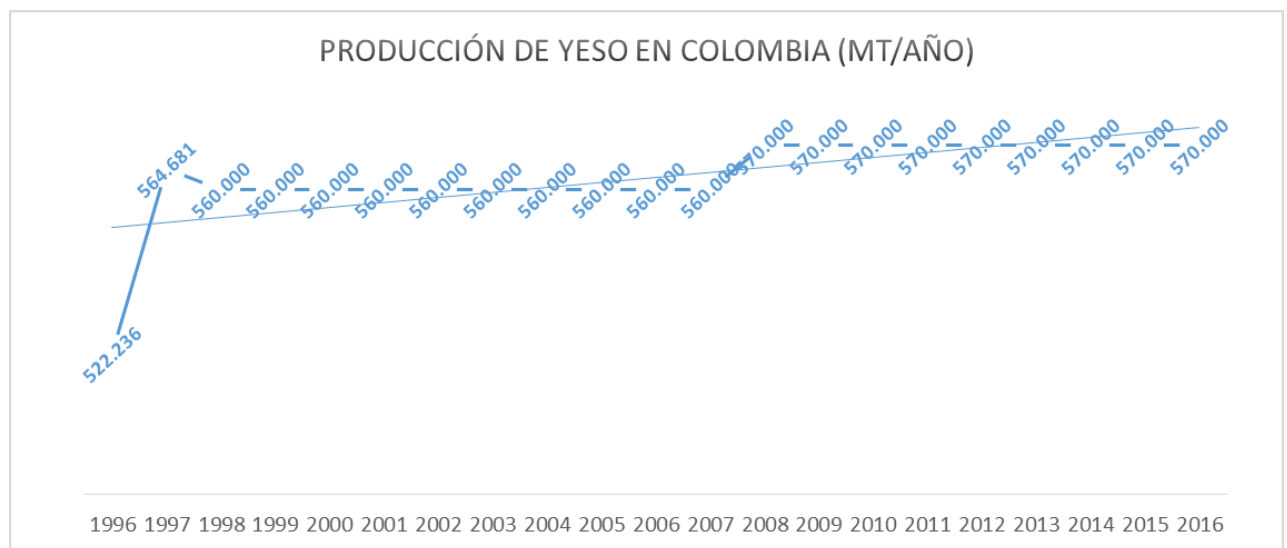


Ilustración 33. Producción de yeso en Colombia

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar desde el año 1999 hasta el 2004 la producción anual ha sido la misma, se incrementa de nuevo en el 2008 y continua estable hasta el 2016, se tiene en cuenta que casi toda la producción se consume al interior del país para la producción principalmente de cemento y placas de yeso como se mostró anteriormente.

Si tenemos en cuenta que en Colombia se producen al año 570000 millones de toneladas de yeso que salen a diferentes sectores y que el 12% de

las minas existentes se encuentran en Antioquia, se podría estimar que 68000 millones de toneladas de yeso se producen en el departamento, ahora bien, no se podría concluir que esa cifra es exacta puesto que la falta de información no se puede determinar qué áreas son las que Antioquia explota con relación a las otras, pero nos da una base para determinar la oferta existente.

12.4. Precio

12.4.1. Análisis histórico y actual de precios

Teniendo en cuenta que por la ausencia de información y por la informalidad que se maneja en la distribución del producto por su origen, se tendrá en cuenta para este análisis los precios actuales del yeso como insumo para la construcción consultado en diferentes lugares de la ciudad de Medellín.

LUGAR	PRESENTACIÓN	PRECIOS	MARCA
Homecenter	25 Kg	\$ 21.900,00	Extra Corona
	25 Kg	\$ 24.900,00	Corona
	25 Kg	\$ 27.900,00	Corona Escayola
	10 Kg	\$ 16.900,00	El Vencedor
	5 Kg	\$ 6.000,00	Corona
Easy			
	1 Kg	\$ 3.590,00	D.G.H

Como se muestra en la tabla anterior el producto vienen en diversas presentaciones, los precios se encuentran en un rango de \$24.900 para la presentación de 25 kilogramos, \$16.900 para la presentación de 10 kilogramos, \$6.000 para 5 kilogramos y \$3.590 para 1 kilogramo, las diversas presentaciones son basadas en el consumo ya que en su mayoría van para mejora de vivienda que son obras menores o mantenimientos.

12.4.2. Elasticidad- precio demanda y elasticidad-precio oferta

Como se analizó anteriormente con el crecimiento del sector constructor año tras año, el consumo de los diversos materiales para la construcción tiende a subir, y este consumo no es exclusivo de las grandes o medianas obras civiles y de infraestructura, también es importante tener en cuenta las remodelaciones que diariamente puede realizar una persona en su vivienda y de las cuales podrá requerir un producto como el que se ofrece en este caso.

Elasticidad- precio demanda

Como se observa en la tabla anterior las diversas presentaciones que encontramos en el mercado para el yeso son basadas en el consumidor lo requiere y está dispuesto a pagar hasta por un kilogramo hasta 25 kilogramos de producto. Para que el producto que se pretende distribuir sea competitivo y demandado se podrá ofrecer en presentaciones de 25 kilogramos, Así el consumidor podrá acceder al producto siendo competitivo con los otros ofrecidos.

Elasticidad-precio oferta

Si bien la oferta es variada se considera que los precios ofrecidos en el mercado para ser competitivos deberán ofrecerse a un precio entre \$24.900 y \$22.900 para presentaciones de 25 kilogramos, se considera por la demanda de materiales analizada anteriormente y el crecimiento del sector que el consumo será constante y tendiente al crecimiento por lo tanto se podrá tener precios un poco más bajos que el mercado así podríamos fidelizar un mercado que está orientado a la sostenibilidad.

12.4.3. Determinación de las principales variables para la definición del precio

Para este caso se puede observar que una de las principales variables para la determinación del precio son las presentaciones en las que viene el producto que son muy variadas.

Otra variable es la marca ya que no hay muchos oferentes en este caso, Corona sigue siendo el líder de estos productos, además que junto con el sector cementero y construcción de placas de yeso, Corona es uno de los grandes consumidores de esta materia prima para sus productos.

Una de las principales variables para este producto es su procedencia ya que contiene grandes beneficios intangibles pero importantes para un sector que está comenzando a sensibilizarse del tema ambiental y a sabiendas que el yeso natural no es un producto constante e infinito las reservas se van agotando por lo tanto este se convierte en una alternativa importante y determinante a la hora de establecer el precio para el mismo.

12.4.4. Proyección de precios

Acorde a las proyecciones estimadas tanto por Bancolombia como por el DANE para el IPC se proyectan los precios consultados en los diferentes mercados de la ciudad de Medellín.

LUGAR	PRESENTACIÓN	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Homecenter	25 Kg	\$ 21.900,00	\$ 23.433,00	\$ 25.073,31	\$ 26.828,44	\$ 28.706,43	\$ 30.715,88
	25 Kg	\$ 24.900,00	\$ 26.643,00	\$ 28.508,01	\$ 30.503,57	\$ 32.638,82	\$ 34.923,54
	25 Kg	\$ 27.900,00	\$ 29.853,00	\$ 31.942,71	\$ 34.178,70	\$ 36.571,21	\$ 39.131,19
	10 Kg	\$ 16.900,00	\$ 18.083,00	\$ 19.348,81	\$ 20.703,23	\$ 22.152,45	\$ 23.703,12
	5 Kg	\$ 6.000,00	\$ 6.420,00	\$ 6.869,40	\$ 7.350,26	\$ 7.864,78	\$ 8.415,31
Easy	1 Kg	\$ 3.590,00	\$ 3.841,30	\$ 4.110,19	\$ 4.397,90	\$ 4.705,76	\$ 5.035,16

12.5. Canales de comercialización

Un canal de distribución permite establecer los mecanismos para hacer llegar un producto hasta su consumidor final, fabricante, intermediario, hasta llegar finalmente a su destino el comprador o usuario.

Para el caso del yeso los canales de distribución utilizados en el país son directos e indirectos:

Directos:

- **Productores de mineral:** Generalmente son los dueños de las canteras o empresarios que alquilan los terrenos para explotar el banco de mineral. Cuando no se tiene la capacidad de realizar el beneficio del mineral, los productores venden directamente el producto a las empresas transformadoras
- **Transformadores:** Las grandes empresas mineras productoras de yeso tienen la capacidad para el beneficio y procesamiento del mineral para la obtención del producto final; sin embargo, los pequeños mineros tienen que obtener este servicio de terceros

- **Comercializadores:** Tanto los pequeños mineros como las grandes empresas no tienen problemas para comercializar sus productos finales. Las empresas pequeñas a veces obtienen ayuda de intermediarios para vender sus productos, ya que estos últimos tienen mayor conocimiento sobre la demanda de los consumidores locales facilitando su venta
- **Consumidores:** En general, los consumidores finales de éste mineral están como se mencionó anteriormente en la industria cementera y en el área de la arquitectura y la construcción. Desde la venta a menor escala en depósitos de construcción, hasta la venta de paneles de yeso que utilizan grandes empresas constructoras. También hay que considerar a la industria agrícola pues ellos utilizan el yeso sin calcinar para tratar los suelos con problemas de alcalinidad.

Indirectos:

- **Proveedores de insumos y materiales:** Deben tener la capacidad de suministrar recursos materiales en volumen, tiempo y calidad, a fin de no afectar el ritmo producción, el stock disponible en los almacenes y la programación de los costos (México. Ministerio de Economía, 2013).

De acuerdo a lo anterior el interés es llegarle al comercializador y al consumidor ya que ahí es donde se encuentra el público objetivo de interés tanto para la obtención de materia prima como para la distribución de producto terminado.

12.6. Distribución del producto

El sitio para la distribución se realizará en el norte del Valle de Aburrá de manera que ahorre tiempos de desplazamientos y tiempos de cargues y descargues de material.

La distribución se hará directamente a distribuidores minoristas, industria y sector agrícola directamente desde la planta de aprovechamiento. Se hará de acuerdo a pedidos recibidos por medio de entrega en la planta del producto o suministrado en viajes de vehículos adecuados.

Se establecerán estrategias que permitan posicionar el producto y fidelizar tanto a los comercializadores y consumidores no solo para el producto sino también para la recepción de materia prima, algunas de ellas son:

- ✓ Asesoría técnica sobre el uso adecuado del yeso reciclado en diferentes procesos.
- ✓ Entrega de certificados de aprovechamiento.
- ✓ Valoración de procesos de clasificación, separación y aprovechamiento de residuos en obras.
- ✓ Capacitaciones técnicas al personal directivo, gerencial y operativo de la empresa.

Para la difusión del producto y de la empresa se hará lo siguiente:

- ✓ Diseño de elementos publicitarios que permitan comunicar nuestros productos y servicios como: página web, brochure, redes sociales y volantes.
- ✓ Buscar pautar en medios escritos especializados para el sector constructor.

Para la promoción del producto lo que se pretende es buscar atraer nuevos clientes, extender el conocimiento del producto y posicionar la marca. Beneficiando al mismo tiempo a los clientes al brindarles información necesaria sobre el producto, sus usos y beneficios, las estrategias serían las siguientes:

- ✓ Afiliaciones a gremios constructores.
- ✓ Participación en ferias y eventos especializados.
- ✓ Visitas técnicas a la planta.
- ✓ Participación en mesas de trabajo relacionadas con el proceso.
- ✓ Desarrollar un esquema de precios más bajo para quienes realicen toda la cadena de valor del producto con la planta, es decir, que el cliente entregue su material para ser transformado y lo vuelva a adquirir para sus procesos.
- ✓ Realizar alianzas con empresas productoras de drywall para establecer campañas que orienten al posconsumo del producto con beneficios económicos.

- ✓ Velar porque los productos cumplan con todas las especificaciones ambientales para su distribución.

12.7. Ventajas y desventajas de los canales empleados

Ventajas

- ✓ Ubicación de la planta facilitará la logística para la disposición de materia prima y para la adquisición del yeso como producto.
- ✓ Precios accequibles, comparado con los precios ofrecidos en el mercado.
- ✓ Productos que cumplen con toda la normatividad técnica vigente.
- ✓ Reconocimiento como cliente sostenible al adquirir y creer en productos reciclados.

Desventajas

- ✓ Entradas de nuevos canales de distribución que puedan castigar los precios hacia los consumidores.
- ✓ Incumplimiento de las entregas por parte de los canales escogidos.
- ✓ Entrada de competidores que puedan interferir en el mercado.
- ✓ Poca o nula aceptación del producto.

12.8. Conclusión general del análisis de mercados

De acuerdo con el estudio de mercado expuesto anteriormente se puede concluir lo siguiente:

Unas de las grandes ventajas que tiene el proyecto es frente a la demanda de materiales para la construcción que todos los años presenta un crecimiento positivo para el departamento y específicamente para Medellín y su área metropolitana, lo anterior muestra que el sector de la construcción liviana específicamente se está posicionando año tras año haciendo que los proyectos utilicen cada vez más estos sistemas, tanto así que ya están ubicadas en Cartagena dos grandes complejos industriales de fabricación de Drywall, esto deja 2 análisis importantes:

- La materia prima para el aprovechamiento seguirá generándose bajo las cantidades expuestas en el marco teórico acorde a la caracterización de los residuos de construcción y demolición por lo tanto se estará contando con insumos para realizar el proceso, lo que hace posible el montaje de la planta
- Por otro lado está en el mercado que tiene el producto que sale de dicho aprovechamiento, el yeso, que como se pudo evidenciar tiene amplias aplicaciones en diferentes sectores predominando el constructor y el agrícola, lo que hace amplia la diversificación del producto puesto que se podrían tener diferentes segmentos de clientes a los que se puede llegar con precios competitivos teniendo en cuenta que estamos hablando de un producto que cumple con todas las características técnicas y que es alternativo frente al yeso natural.

Antioquia cuenta con dos minas de yeso las cuales producen aproximadamente 68000 MT/año, lo cual abastece en su mayoría al sector

constructor, específicamente el del cemento y también el agrícola para la fabricación de enmiendas para suelos. Sin embargo la oferta de este material bien sabemos que por su procedencia no es infinita por lo tanto en algún momento dado el yeso reciclado podrá ser fundamental para abastecer en cierta forma la demanda que requiera los diferentes consumidores del mercado. Por la ausencia de información ya que se demostró en la bibliografía suministrada por el censo minero del 2011, la mayoría de estas explotaciones son informales por lo tanto no hay datos confiables frente a las reservas y distribución de dicho material al interior de la ciudad para poder tener datos más exactos frente a la oferta brindada del yeso natural en Antioquia.

Se está generando mayor demanda del producto en consecuencia del mayor desarrollo de obras de infraestructura impulsadas por políticas de gobierno nacional ya que en la actualidad las viviendas de interés social su método constructivo está tendiendo a ser de tipología liviana, demandando no solamente placas sino también la utilización de estucos a bases de yesos para la obra blanca.

Por ser un proyecto amigable con el medio ambiente se generan mayores ventajas competitivas en el mercado, podría acceder a beneficios tributarios y estaría en el mercado de productos amigables con el ambiente, dado que contribuiría a que la explotación de yeso sea menor y sea una alternativa viable para reutilizarlo en diferentes procesos.

El sector de la construcción es un sector dinámico que genera residuos sólidos de construcción y su crecimiento asegura la materia prima de la planta a un bajo costo.

La planta le ayudaría al cliente al cumplimiento de la normatividad ambiental y podría ser innovador en la medida que este tipo de plantas les

ayuden a las empresas que están en la cadena productiva del yeso se asocien y contribuyan a que sus consumidores retornen sus residuos a la planta con beneficios no solo ambientales, sino sociales y económicos.

La consecución de los datos para el estudio de mercado deja vacíos que permitan tener datos más aterrizados del mercado del producto final (yeso reciclado), la falta de información fue un factor clave para que se partiera de supuestos y no se pudiera identificar con mayor claridad el mercado al cual estaría llegando el producto, de igual manera en la estructuración de precios se observa que el yeso para estuco tiene una alta elasticidad lo que imposibilita realizar proyecciones de ventas cercanas a la realidad.

13. ANÁLISIS TÉCNICO

Como parte del Estudio de Pre-factibilidad del proyecto se analizan los factores técnicos, tecnológicos y de ingeniería, los cuales incluyen los estudios de tamaño, capacidad y localización requerida del proyecto para la comercialización del yeso reciclado a partir de las placas de Drywall.

En los Estudios Técnicos, igualmente, se consideran los equipos, la materia prima y la logística necesaria para agregar valor al yeso, mediante la transformación de los residuos de placas de yeso o drywall que genera el sector constructor.

13.1. Localización

13.1.1. Factores de localización

Con el fin de obtener la ubicación del proyecto considerando macrolocalización y la microlocalización, se determinan los siguientes factores para poder definir el lugar más indicado para la instalación de la planta

Económicos

- ✓ Adquisición de terrenos, alquiler, preparación y construcción
- ✓ Costos de mano de obra
- ✓ Costos de transporte y operación
- ✓ Impuestos
- ✓ Disponibilidad de materia prima
- ✓ Distribución de producto terminado

No económicos

- ✓ Aspectos culturales
- ✓ Disponibilidad de Mano Obra y oportunidades de entrenamiento
- ✓ Actitud de la comunidad
- ✓ Disponibilidad de vivienda, recreación, escuelas, clima.
- ✓ Seguridad, estabilidad
- ✓ Ambiente laboral

Ambientales

- ✓ Ubicación de sitios de disposición final de residuos de construcción y demolición (escombreras legales).

13.1.2. Macro localización

Dentro de los factores más importantes a tener en cuenta de la macro localización para definir la ubicación estratégica de la planta de aprovechamiento de las placas de yeso o drywall sería la ubicación de los sitios de disposición final de residuos de construcción y demolición o escombreras legales del Valle de Aburrá, así se facilitaría la disponibilidad de la materia prima a utilizar para el proceso.

En el norte del valle de Aburrá entre el Municipio de Bello y el Municipio de Barbosa están ubicadas la totalidad de sitios de disposición final legales donde llegan todos los residuos no solo del municipio de Medellín sino de todo su área Metropolitana, ya que son los que cumplen con todos los requisitos legales y ambientales para este fin. Allí llegan diariamente volquetas de diferentes tamaños, moto cargueros y carros tipo ampli roll y polinguindaste

transportando miles de metros cúbicos de escombros generados por todas las obras de construcción, infraestructura y obras civiles domésticas, de igual forma el norte de la ciudad se ha convertido en los últimos años el sitio para el desarrollo industrial de la ciudad, de allí también se mueven miles de metros cúbicos diariamente de materiales para la construcción como agregados ya que allí están ubicadas las canteras que proveen materiales a todo el área metropolitana, como se observa en la siguiente imagen.



Ilustración 34. Zonas de disposición final de RCD norte de Valle de Aburrá
Fuente: Elaboración propia.

Para tener más certeza de que municipio es el indicado para la ubicación de la planta utilizaremos el método de Brown y Gibson.

13.1.2.1. Método Por Brown y Gibson

Se debe especificar la importancia relativa de los factores o condiciones que requiere conjuntar la alternativa de localización, mediante un porcentaje al que se le denomina peso relativo o factor de ponderación. La suma de todos los factores contemplados representa el 100%, cada uno de los grupos o factores considerados se puede reducir o ampliar según las características del proyecto que se trate.

Tabla 12. Factores de localización para la planta de aprovechamiento

FACTOR DE LOCALIZACIÓN	% Asignado	BELLO		COPACABANA		GIRARDOTA		BARBOSA	
		Calificación	%	Calificación	%	Calificación	%	Calificación	%
Disponibilidad Materia Prima e insumos	20%	10	1,0%	10	1,5%	8	0,8%	6	0,6%
Costos del Transporte	15%	8	0,8%	6	0,6%	5	0,5%	4	0,4%
Distribución producto terminado	20%	9	0,9%	7	0,7%	6	0,6%	4	0,4%
Ubicación de escombreras	15%	10	1,0%	10	1,0%	10	1,0%	8	0,8%
Disponibilidad de mano de obra	10%	7	0,7%	6	0,6%	4	0,4%	3	0,3%
Comunidad	10%	3	0,3%	6	0,6%	4	0,4%	4	0,4%
Vías de acceso	10%	7	0,7%	7	0,7%	7	0,7%	7	0,7%
TOTAL	100%		5,4%		5,7%		4,4%		3,6%

Fuente: Elaboración propia.

Acorde a la aplicación del método de Brown y Gibson se considera que la ubicación ideal para la planta de aprovechamiento es el municipio de Copacabana con 5.7%, principalmente por la facilidad de acceder a las materia primas e insumos requeridos para el proceso, el costo del transporte además es cercano a Medellín y a su vez es la ventana hacia otros departamentos y ciudades del país.

De igual manera para la distribución del producto terminado (yeso reciclado) se considera que el municipio de Copacabana también es importante ya que podría facilitar la logística de producto terminado hacia el interior de la ciudad y hacia las empresas ubicadas en el norte que potencialmente podrían comprar el producto.

13.1.2.2. Micro localización

De acuerdo a la selección anterior se establece que el Municipio de Copacabana es el ideal para la ubicación de la planta, acorde a esto se evalúa las zonas de este municipio en el que se puede establecer la operación, se hace las averiguaciones frente al costo del metro cuadrado y la ubicación.

Estas alternativas fueron buscadas teniendo en cuenta que la planta esté cercana a los sitios de disposición final de residuos de construcción y demolición, industria de la construcción e industrias agrícolas.

Se realizaron consultas acorde a la oferta establecida por portales como Finca Raíz, OLX, Icasas entre otros:

Tabla 13. Alternativas de lote para la ubicación de la planta

UBICACIONES IDENTIFICADAS	ÁREA	VALOR	VALOR M2	USO
Alternativa 1	1.723	\$ 6.499.156	\$ 3.772	Comercial
Alternativa 2	1.000	\$ 8.000.000	\$ 8.000	Industrial
Alternativa 3	2.970	\$ 5.500.440	\$ 1.852	Industrial

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el alquiler de lotes por la zona está con áreas promedio a los 1.900 metros cuadrados, están alrededor de los \$7.000.000; la oferta no es mucha para la zona y el lote más viable por costos está ubicado en el límite con el Municipio de Bello

Cuenta con redes de servicios hidráulicos, eléctricos y alcantarillado, vías internas, zonas de circulación. Acceso para para transporte pesado y vehículos livianos.

13.2. Tamaño

13.2.1. Tamaño óptimo

De acuerdo con la bibliografía consultada y la tecnología elegida y adecuada a acorde para este tipo de procesos, se requiere un lote de 1000 metros cuadrados, en el cual se tendrá, la planta, los acopios de materia prima

y producto terminado, las oficinas de la planta y los espacios suficientes para el movimiento de vehículos para el cargue y el descargue de material.

13.2.2. Tamaño y mercado

La generación de residuos de construcción y demolición (RCD) solamente en la ciudad de Medellín son 6.000 toneladas día, sumando a los municipios que conforman el área metropolitana (Envigado, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa) tendríamos aproximadamente 9000 toneladas de escombros de los cuales el 1% corresponden a residuos derivados del yeso o sea 900 toneladas que pueden ser materia prima diariamente para ser aprovechadas, y ese volumen llegan a las escombreras o sitios de disposición final legales que en su totalidad están ubicados en el norte, por lo que estaríamos ubicados perfectamente donde el generador dispone sus residuos y así podríamos tener estratégicamente la materia prima.

Para el producto terminado el mercado sería también el adecuado porque algunas de las empresas que están ubicadas en el norte podrían ser clientes potenciales del producto como tal.

Por lo tanto los 1000 metros cuadrados requeridos para el proceso es el área adecuada acorde a los volúmenes de generación diarios en la ciudad.

13.2.3. Tamaño y tecnología

Para la adecuación de la tecnología existente para este tipo de procesos la cual requiere trituradoras que pueden ser móviles, tromel y bandas transportadoras se requiere de un área amplia que permita fácilmente la instalación y si es necesario el ajuste acorde a la producción requerida, las zonas de acopio deben ser amplia que permitan fácilmente la maniobra de los

diferentes vehículos que transportan tanto la materia prima como el producto terminado.

13.2.4. Tamaño y Localización

La oferta consultada de los lotes que están disponibles en la zona de interés tienen el tamaño requerido y adecuado para realizar el montaje, de acuerdo con los criterios tenidos en cuenta para la localización se presta para que en el municipio de Copacabana se establezca todo lo necesario para establecer la empresa.

13.2.5 Tamaño e Inversiones

Se evalúa de acuerdo al área requerida que las adecuaciones a realizar no excedan el presupuesto ni lo estimado para realizar las inversiones al proyecto; por lo pronto lo estimado serían básicamente para el montaje de la planta ya que las oficina se contempla adquirir un contenedor amoblado que no requiere adecuaciones adicionales para instalarlo en la planta.

13.3. Ingeniería del proyecto

13.3.1. Descripción técnica del producto o servicio

El objetivo del montaje para el aprovechamiento de las placas de yeso o Drywall, será prestar el servicio de recepción y disposición final de las placas de yeso y venta del producto que es yeso reciclado; prácticamente el 91% de la placa es yeso, un 7% cartón y el resto son aditivos u otras sustancias inertes que acompañan al yeso desde su origen, que como se vio anteriormente no afecta la composición original del yeso para su aprovechamiento.

Su presentación será en sacos (bultos) de 25 kilos, sin embargo acorde a la necesidad se analizará si se pueden establecer varias presentaciones acorde a la necesidad del cliente.

13.3.2. Identificación y selección del proceso de producción

Tabla 14. Proceso productivo planta de aprovechamiento de placas de yeso

	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO	FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO
PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PLACAS DE YESO O DRYWALL			
1	Recepción De Materia Prima En Planta	La entrega de la materia prima en la planta llega a través de vehículos externos tipo volqueta, doble troque, ampli roll, moto coche, los cuales llegan se pesan y revisan si cumplen con las condiciones adecuadas.	La materia prima llega en vehículos tipo ampli roll con cajones de 14.3 metros cúbicos, Polinguisdaste duplo de 7 metros cúbicos. Volqueta de 7 metros cúbicos, Doble troque entre otros.
2	Cargue De Material A Tolva Primaria	Un cargador toma el material de los acopios de materia prima y lo lleva hasta la tolva primaria	Banda alimentadora
3	Tolva Primaria Y Alimentador Vibrante	Recepción del material a procesar para ingresarlo al proceso de selección.	Separa los sobre tamaños al inicio del proceso. Mediante vibración distribuye sobre la banda transportadora las placas contenidas en la tolva y las distribuye uniformemente en la banda transportadora.
4	Cinta Transportadora C1	Transporte horizontal de material	Sistema de banda transportadora sobre rodillos giratorios que traslada el material desde el alimentador vibrante hacia el Trommel.
5	Tromel Clasificador	Separa los finos contenidos en los residuos de placas de Drywall	Tambor giratorio con mallas que permiten separar los finos y recogerlos en la parte inferior. Los residuos libres de finos continúan a la cabina de triaje.

6	Impactor (trituradora)	Reduce el tamaño de los residuos de placa de yeso para ser posteriormente seleccionados.	Descompone mediante impacto las placas de mayor tamaño para reducirlas a tamaños óptimos para su aprovechamiento
7	Cabina De Triaje	Permite extraer residuos diferentes incluidos en la placa: papel y cartón.	El material dispuesto sobre la banda es clasificado manualmente y se acumulan en contenedores independientes.
8	Criba De 3 Salidas Para Impactor	Clasifica según el tamaño de partícula deseado para hacer aprovechamiento de las placas de yeso	Tiene un sistema de mallas que permite separar las placas de yeso en los tamaños deseados por el cliente.

Fuente: Elaboración propia.

13.3.3. Inversiones en maquinaria y equipo

Tabla 15. Inversiones en maquinaria y equipos

INVERSIONES EN MAQUINARIA Y EQUIPOS	
MAQUINARIA	
Sistema Trituradora	\$ 20.000.000,00
Sistema Clasificación	\$ 20.000.000,00
EQUIPOS	
Computadores	\$ 6.000.000,00
Fotocopiadora e impresora	\$ 400.000,00
Teléfonos	\$ 200.000,00
EQUIPOS DE OFICINA	
Escritorios	\$ 1.800.000,00
Archivador	\$ 500.000,00
Sillas	\$ 1.000.000,00
Casilleros	\$ 427.100,00
Estanterías	\$ 500.000,00
TOTAL	\$ 50.827.100,00

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de clasificación incluye la trituradora y las cribas de salida de material y el sistema de clasificación incluye Tolva, banda transportadora, tromel y la cabina de triaje.

13.3.4 Descripción de insumos

En la siguiente tabla se presenta un listado de los insumos requeridos para el funcionamiento de los equipos de clasificación y beneficio de las placas de yeso o Drywall.

Tabla 16. Insumos requeridos

PROCESO	INSUMOS
Recepción de materia prima	Residuos de placas de Yeso
Clasificación	Energía
	ACPM
	Agua
Beneficio	Energía
	ACPM
	Agua

Fuente: Elaboración propia.

13.3.5. Distribución espacial (área de influencia directa)



Ilustración 35. Ubicación propuesta para la planta de aprovechamiento

Fuente: Elaboración propia.

13.3.6. Distribución Interna

De acuerdo con los requerimientos para el funcionamiento de la planta de aprovechamiento, se presenta el esquema propuesto para su Montaje.

En el esquema se pueden apreciar algunos de los siguientes espacios:

1. Administración: Se contempla tener varias estructuras tipo contenedor dotado con todas las comodidades para los fines requeridos, allí funcionaría:

- ✓ Oficinas
- ✓ Almacén
- ✓ Zona de campamento para los operarios

2. Producción

- ✓ Punto de acopio materia prima
- ✓ Planta trituradora y clasificadora
- ✓ Acopios de producto terminado
- ✓ Despacho

La siguiente imagen esquematiza lo anteriormente dicho, cabe aclarar que el yeso al ser un material tan fino y para evitar generar problemas con la comunidad se contemplará realizar una cubierta tipo invernadero que permita evitar las emisiones de material particulado producto de la trituración, a su vez el material terminado tiene que evitar al máximo el contacto con la humedad o el agua por lo tanto lo ideal es que sea cubierto.

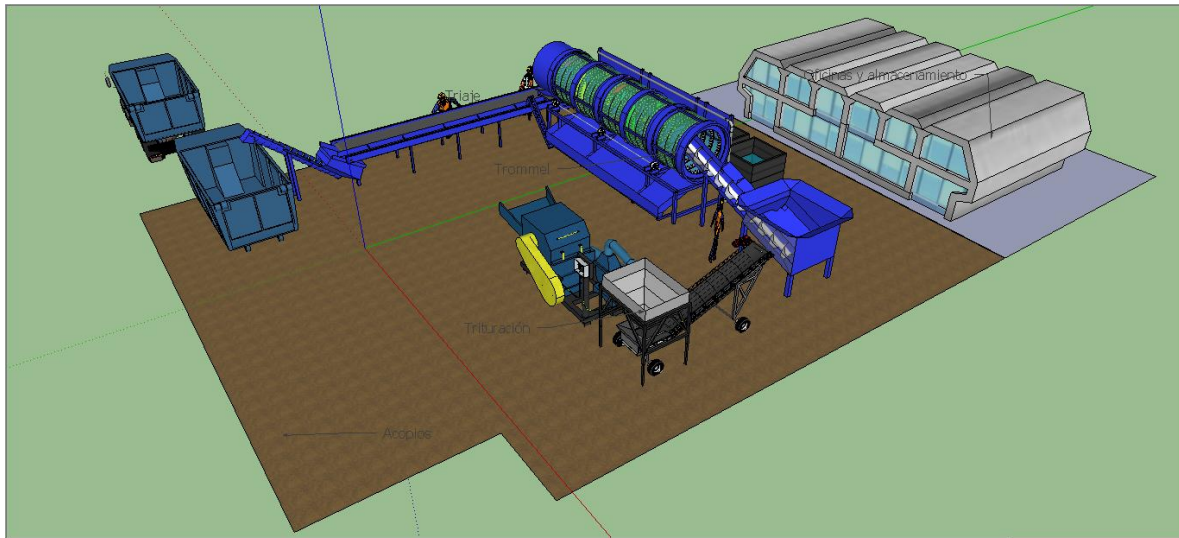


Ilustración 36. Distribución espacial propuesta para la planta de aprovechamiento

Fuente: Elaboración propia.

13.2.7. Determinación de mano de obra necesaria

Tabla 17. Requerimientos de personal

REQUERIMIENTOS DE PERSONAL	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ADMINISTRATIVO	
Gerente General	1
Mercadeo	1
Jefe Administrativo	1
Vigilante	1
PERSONAL TÉCNICO	
Jefe de Producción	1
Operador Trituradora	1
Auxiliar Operación	1
EXTERNOS	
Contador	1
Asesor Legal	1
Asesor HSEQ	1
TOTAL PERSONAL	10

Fuente: Elaboración propia.

13.4. Aspectos legales

13.4.1. Tipos de sociedades

Se considera que la forma jurídica más adecuada y viable para el proyecto es crear una Sociedad por Acciones Simplificada (SAS).

De acuerdo con el artículo del portal “Finanzas Personales” la creación de la empresa es más fácil. Una SAS se puede crear mediante documento privado, lo cual le ahorra a la empresa tiempo y dinero. La responsabilidad de sus socios se limita a sus aportes. La empresa puede beneficiarse de la limitación de la responsabilidad de sus socios, sin tener que tener la pesada estructura de una sociedad anónima.

No se requiere establecer una duración determinada. La empresa reduce costos, ya que no tiene que hacer reformas estatutarias cada vez que el término de duración societaria esté próximo a caducar.

El pago de capital puede diferirse hasta por dos años. Esto da a los socios recursos para obtener el capital necesario para el pago de las acciones. La sociedad puede establecer libremente las condiciones en que se realice el pago.

Por regla general no exige revisor fiscal. La SAS solo estará obligada a tener revisor fiscal cuando los activos brutos a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior, sean o excedan el equivalente a tres mil salarios mínimos.

Por lo anterior el tipo de sociedad más indicado para el proyecto será SAS

13.4.2. Requisitos de constitución de la empresa SAS

Requisitos para la constitución de la empresa ante Cámara de Comercio:

- Redactar el contrato o acto unilateral constitución de la SAS. Este documento debe incluir: nombre, documento de identidad y domicilio de los accionistas; razón social o denominación de la sociedad (seguida de la palabra Sociedad por Acciones Simplificada); el domicilio principal de la sociedad y el de las distintas sucursales; el capital autorizado, suscrito y pagado, la clase, número y valor nominal de las acciones; y la forma de administración y el nombre de sus administradores, especificando sus facultades.
- Autenticar las firmas de las personas que suscriben el documento de constitución.
- Inscribir el documento privado en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio. Adicionalmente, ante la Cámara de Comercio se diligencian los formularios del Registro único Empresarial (RUE) si es necesario, el Formulario de inscripción en el RUT y el pago de la matrícula mercantil, el impuesto de registro y los derechos de inscripción.
- Los costos de constitución estarían costando alrededor de \$400.000 pesos.

13.4.3. Requisitos legales ambientales

De acuerdo al proceso productivo y a los impactos que posiblemente pueda ocasionar es importante tener en cuenta la normatividad ambiental que la empresa debería que cumplir, la identificación realizada establece lo siguiente:

ASPECTO	PROCESO	MARCO LEGAL AMBIENTAL APLICABLE
Aire	Trituración	Calidad de aire, Resolución 601 de 2006 Ruido Ambiental, Resolución 627 de 2006
Agua	Todos los procesos	Vertimientos Decreto 3930 de 2010 Uso eficiente y ahorro de agua Ley 373 de 1997. Usos del agua, Decreto 1594 de 1984,
Suelo		Usos del suelo, Ley 388 de 1997,
Residuos Sólidos	Todos los procesos	Guía para la implementación de un Plan de Manejo de Residuos sólidos, Resolución 879 de 2008. Manejo de Residuos Peligrosos Decreto 4741 de 2005 Transporte y disposición de escombros, Resolución 541 de 1994
Gestión Ambiental	Todos los procesos	Departamento de gestión ambiental: Decreto 1299 de 2008 Licencia Ambiental: Decreto 2820 de 2005 Registro Único Ambiental Resolución 1023 de 2010

Fuente: Elaboración propia.

13.4.4. Normas para el control de calidad (ASTM C471, C 472)

También es importante tener en cuenta que tipo de normas deben cumplir el producto para su distribución para este caso normas de calidad que se deben tener en cuenta, es importante aclarar que para el yeso reciclado

actualmente no existen normas de calidad, por lo tanto se tienen en cuenta las normas para el yeso virgen.

Pureza del yeso:

Se exige que el yeso tenga como mínimo un 37.5% de óxido de calcio y un mínimo de 53.5% expresado como SO₃, determinado por valoración, y un máximo del 6% como agua combinada. Este último parámetro limita el contenido de los hemidratos o yeso sin calcinar.

Consistencia:

La consistencia indica la relación agua yeso para que la pasta adquiera una consistencia dada y se reporta como los mililitros de agua adicionados a 100 gramos de yeso. Dependiendo del tipo de yeso se encuentra entre 30 y 80 ml. Se mide con el diámetro de 6" formado por la pasta de yeso retardado, usando la copa con orificio de salida o con la aguja de Vicat modificada y con una penetración de tres centímetros.

Tiempo de vida de la suspensión:

Este método se aplica para la determinación del tiempo de vida de las suspensiones de yeso retardado que indica el tiempo requerido para perder sus propiedades de fluido.

Tiempo de fraguado:

Nos indica el tiempo útil de la pasta de yeso y se mide con la aguja de Vicat convencional. El yeso se considera fraguado cuando la aguja no penetra más hacia el fondo de la pasta. Los tiempos de fraguado indican la velocidad de

las reacciones químicas y varían para cada yeso. Estos se deben acondicionar según las necesidades.

Granulometría:

Se mide la distribución del tamaño de las partículas de yeso con la serie de tamices estándar. En los yesos finos regularmente hay un porcentaje considerable de material que pasa la malla 325 y un porcentaje mínimo en la malla 200. La muestra se debe secar a una temperatura de 40° C.

Otros ensayos son la medición de la masa específica y la masa unitaria que pueden indicar sobre la homogeneidad del yeso y se usa como en los cementos el frasco de Le Chatelier. Dependiendo del peso unitario se debe corregir el peso de 50 gramos que indica la norma. Las resistencias mecánicas a los esfuerzos de ruptura para flexión, tracción, dureza y compresión. La humedad total y el pH a una temperatura de 25 °C, también son importantes.

En algunos casos especiales es importante determinar el color y la apariencia que indiquen su pureza, blancura, olores, sabores y la presencia de materias extrañas. Otro parámetro importante es la observación de la estabilidad del yeso bajo condiciones adversas. (Ecoingeniería, 2005).

13.5. Aspectos administrativos

13.5.1. Reclutamiento, selección y vinculación

Para garantizar la idoneidad reclutamiento, selección y en la vinculación de los candidatos y posteriores trabajadores de la empresa, se definirá el siguiente proceso:

La primera etapa es la de reclutamiento, como se definió anteriormente se requiere la contratación de 10 personas para lo cual se utilizarán las siguientes fuentes:

Portales de Empleo

- Computrabajo
- Indeed
- El empleo.com

Empresas de Trabajo Temporal

- Jiro
- Tempotrabajamos

Otros

- Sena

Se hará una preselección acorde a las hojas de vida presentadas, los elegidos pasarán a la siguiente etapa que es la selección de las cuales se tendrá en cuenta:

- Hojas de vida
- Presentación de pruebas técnicas
- Entrevistas que en este caso serían dos (2) una con la sicóloga y otra una visita domiciliaria.

Para todos los cargos requeridos se realizará el mismo proceso quienes pasen a esta última etapa se les hará de nuevo una entrevista con el fin de estar seguros en la elección.

Quienes pasen positivamente los anteriores filtros se procederá a la vinculación la cual será directamente con la empresa.

Los procesos serán realizados por los socios fundadores de la empresa para garantizar la idoneidad de los procesos y reducir los costos asociados.

13.5.2. Tipo de contrato

Para garantizar un sentido de pertenencia y compromiso hacia la empresa se considera que el tipo de contrato para el personal requerido será indefinido.

Tabla 18. Tipo de contrato para el personal requerido

CONTRATACIÓN DE PERSONAL		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIPO DE CONTRATO
ADMINISTRATIVO		
Gerente General	1	Indefinido
Director Mercadeo	1	Indefinido
Jefe Administrativo	1	Indefinido
PERSONAL TÉCNICO		
Jefe de Producción	1	Indefinido
Operador Trituradora	1	Indefinido
Auxiliar Operación	1	Indefinido
EXTERNO		
Contador	1	Servicios
Asesor Legal	1	Servicios
Asesor HSEQ	1	Servicios
TOTAL PERSONAL	9	

Fuente: Elaboración propia.

13.5.3. Inducción

Las personas que serán vinculadas a la empresa tendrán que pasar por su proceso de inducción el cual durará aproximadamente dos (2) días acorde al cargo al cual fue contratado, dicha inducción consiste en lo siguiente:

Día 1

Se le dará una capacitación que incluye los siguientes temas:

- Misión
- Visión
- Objetivos estratégicos
- Visita a cada una de las áreas de la empresa
- Derechos y deberes
- Seguridad Industrial y Salud ocupacional
- Medio Ambiente

Día 2

- Presentación al jefe directo
- Presentación del equipo de trabajo
- Recorrido por la planta
- Entrenamiento de las funciones a desempeñar

Se realizará al finalizar la inducción una evaluación que permita demostrar que el vinculado ha cumplido satisfactoriamente con dicho entrenamiento.

13.5.4. Definición de cargos

Para los cargos definidos se establecen los siguientes perfiles:

Tabla 19. Perfil gerente general

DESCRIPCIÓN DE CARGO	
CARGO: Gerente General	
RESPONSABILIDADES GENERALES	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fijar las políticas operativas, administrativas y de calidad en base a los parámetros fijados. 2. Presentar a los accionistas los resultados de las operaciones y el desempeño organizacional. 3. Con los directores funcionales de cada proceso de la empresa planear, dirigir y controlar las actividades de la empresa. 4. Actuar como soporte de la organización a nivel general, es decir a nivel conceptual y de manejo de cada área funcional, así como con conocimientos del área técnica y de aplicación de nuestros productos y servicios. 5. Proveer contactos y relaciones empresariales a la organización con el objetivo de establecer negocios a largo plazo, tanto de forma local como a nivel internacional. 6. Liderar y desarrollar el proceso de planeación estratégica de la organización, determinando los factores críticos de éxito, estableciendo los objetivos y metas específicas de la empresa. 7. Optimizar los recursos disponibles. 8. Preparar descripciones de tareas y objetivos individuales para cada proceso lideradas por su director. 9. Definir necesidades de personal consistentes con los objetivos y planes de la empresa. 10. Seleccionar personal competente y desarrollar programas de entrenamiento para potenciar sus capacidades. 11. Medir continuamente la ejecución y comparar resultados reales con los planes y estándares de ejecución (autocontrol y Control de Gestión). 12. Mantener contacto continuo con proveedores, en busca de nuevas tecnologías o materias primas, insumos y productos más adecuados. 13. Decidir cuándo un nuevo producto ha de ingresar al mercado. 14. Encargarse de la contratación y despido de personal. 15. Aprobar cualquier transacción financiera mayor como obtención de préstamos, cartas de crédito, asignación de créditos a clientes, etc. 16. Velar por el control y el seguimiento de los impactos ambientales generados en los procesos. 	
COMPETENCIA LABORAL	
Educación formal: Deseable: Administrador de Empresas con Especialización en Gerencia de Proyectos Mínimo: Ingeniero Administrativo	
FORMACIÓN	
Conocimientos de: <ul style="list-style-type: none"> • Manejo básico de sistemas (Word, Excel, Power Point) y manejo de Project • Formulación y Evaluación de proyectos • Habilidades Administrativas • Habilidades Financieras • Materiales y Concretos • Sostenibilidad en la construcción 	
HABILIDADES GERENCIALES	
	<i>Niveles de Exigencia</i>
Orientación al cliente	Alto
Trabajo en equipo	Alto
Proactividad	Alto
Iniciativa	Alto
Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente	Alto
Orientación a resultados	Alto
Planeación	Alto
Comunicación	Alto
Eficiencia	Alto
Liderazgo	Medio
Trabajo bajo presión	Alto
Aportes al proceso	Alto
Experiencia: <ul style="list-style-type: none"> • 3 años en proyectos relacionados con el medio ambiente • Habilidades comerciales • Formulación y ejecución de proyectos ambientales 	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Perfil director de mercadeo

DESCRIPCIÓN DE CARGO		
CARGO: Director de Mercadeo		
RESPONSABILIDADES GENERALES		
1. Planificación de las acciones y tareas del equipo comercial. 2. Supervisión: conocer a la perfección las tareas que realizan día a día sus vendedores y supervisar el trabajo del equipo. Organizar reuniones quincenales de ventas y corrige desvíos. 3. Escucha Activa: Tiene que leer y descifrar los mensajes que recibe de los vendedores. 4. Respaldo y defender las gestiones realizadas y acompañar al equipo en la venta y la captación de nuevos clientes. 5. Castigar y sancionar al que se desvía del camino. 6. Clasificar en categorías a los clientes de la empresa. La categorización, estará relacionada con las políticas de la organización y los objetivos. 7. Fijar Precios: Es el responsable de la fijación de precios y de definir la política de descuentos y bonificaciones. Autoriza a los vendedores, a hacer acuerdos puntuales. 8. Gestiona la cobranza: El director siempre debe estar al tanto de las cobranzas y su evolución. Vender y cobrar en tiempo y forma, tiene que ser su prioridad. 9. Capacitar a los vendedores y transmitir la experiencia acumulada. 10. Seleccionar personal contratar y despedir a los vendedores. Necesita conocer de recursos humanos y de leyes laborales, para no cometer errores. Dentro de la selección de personal, la misma puede ser iniciada por el gerente comercial o por una agencia de recursos humanos		
COMPETENCIA LABORAL		
Educación formal: Deseable: Profesional en Mercadeo con Especialización en mercado Mínimo: Administrador de empresas		
FORMACIÓN		
Conocimientos de: • Manejo básico de sistemas (Word, Excel, Power Point) y manejo de Project • Formulación y Evaluación de proyectos • Habilidades Administrativas Logística		
HABILIDADES GERENCIALES		
	<i>Niveles de Exigencia</i>	Experiencia: • 3 años direccionando áreas de mercadeo en empresas • Habilidades comerciales • Formulación y ejecución de proyectos ambientales Comunicación acertiva
Orientación al cliente	Alto	
Trabajo en equipo	Alto	
Proactividad	Alto	
Iniciativa	Alto	
Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente	Alto	
Orientación a resultados	Alto	
Planeación	Alto	
Comunicación	Alto	
Eficiencia	Alto	
Liderazgo	Medio	
Trabajo bajo presión	Alto	
Aportes al proceso	Alto	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Perfil jefe administrativo

DESCRIPCIÓN DE CARGO	
CARGO: Jefe Administrativo	
RESPONSABILIDADES GENERALES	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar de los aspectos financieros de todas las decisiones. 2. Analizar de la cantidad de inversión necesaria para alcanzar las ventas esperadas, decisiones que afectan al lado izquierdo del balance general (activos). 3. Ayudar a elaborar las decisiones específicas que se deban tomar y a elegir las fuentes y formas alternativas de fondos para financiar dichas inversiones. Las variables de decisión incluyen fondos internos vs. Externos, fondos provenientes de deuda vs. Fondos aportados por los accionistas y financiamiento a largo plazo vs. Corto plazo. 4. Analizar de las cuentas específicas e individuales del balance general con el objeto de obtener información valiosa de la posición financiera de la compañía. 5. Analizar de las cuentas individuales del estado de resultados: ingresos y costos. 6. Control de costos con relación al valor producido, principalmente con el objeto de que la empresa pueda asignar a sus productos un precio competitivo y rentable. 7. El director administrativo y financiero interactúa con las otras gerencias funcionales para que la organización opere de manera eficiente, todas las decisiones de negocios que tengan implicaciones financieras deberán ser consideradas. Por ejemplo, las decisiones de negocios de la gerencia general afectan al crecimiento de ventas y, consecuentemente modifican los requerimientos de inversión, por lo tanto se deben considerar sus efectos sobre la disponibilidad de fondos, las políticas de inventarios, recursos, personal, etc. 8. Encargado de todos los temas administrativos relacionados con recursos humanos, nómina, préstamos, descuentos, vacaciones, etc. 9. Manejo del archivo administrativo y contable. 10. Aprobación de la facturación que se realiza por ventas de bodega. 11. Supervisión de la facturación de proyectos hecha por bodega bajo lo establecido en los contratos firmados con el cliente. 12. Administrar y autorizar préstamos para empleados 	
COMPETENCIA LABORAL	
Educación formal: Deseable: Profesional administración y finanzas Mínimo: Administración de negocios	
FORMACIÓN	
Conocimientos de: <ul style="list-style-type: none"> • Manejo básico de sistemas (Word, Excel, Power Point) y manejo de Project • Ventas • Habilidades Administrativas Logística	
HABILIDADES GERENCIALES	
	Niveles de Exigencia
Orientación al cliente	Alto
Trabajo en equipo	Alto
Proactividad	Alto
Iniciativa	Alto
Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente	Alto
Orientación a resultados	Alto
Planeación	Alto
Comunicación	Alto
Eficiencia	Alto
Liderazgo	Medio
Trabajo bajo presión	Alto
Aportes al proceso	Medio
Experiencia: <ul style="list-style-type: none"> • 3 años en áreas administrativas en empresas • Formulación y ejecución de proyectos Comunicación acertiva	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Perfil jefe de producción

DESCRIPCIÓN DE CARGO																											
CARGO: Jefe de Producción																											
RESPONSABILIDADES GENERALES																											
<ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisar la maquinaria y las instalaciones de la empresa o de los talleres. 2. Supervisar los procesos de producción o fabricación, en empresas manufactureras. 3. Supervisar los procesos comerciales o de prestación de servicios, en empresas no fabriles. 4. Supervisar el mando y gestión del personal a su cargo. 5. Supervisar el flujo y distribución de las materias primas y de los materiales o mercancías dentro de la empresa. 6. Supervisar los métodos de trabajo. 7. Planificación de la producción. 8. Gestión de los procesos de producción o fabricación. 9. Gestión de los productos en proceso y terminados. 10. Control de stocks y la gestión de almacenes. 11. Control de calidad de la producción. 12. Supervisar servicios de mantenimiento y reparación. 13. Supervisar investigación e innovación tecnológica. 14. Supervisar diseño de productos o servicios. 																											
COMPETENCIA LABORAL																											
Educación formal: Deseable: Ingeniero de Producción o procesos; Ingeniero mecánico Mínimo: Tecnólogo de producción																											
FORMACIÓN																											
Conocimientos de: <ul style="list-style-type: none"> • Manejo básico de sistemas (Word, Excel, Power Point) y manejo de Project • TPM • Salud Ocupacional Innovación y Desarrollo																											
HABILIDADES GERENCIALES																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Niveles de Exigencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Orientación al cliente</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Trabajo en equipo</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Proactividad</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Iniciativa</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Orientación a resultados</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Planeación</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Comunicación</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Liderazgo</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>Trabajo bajo presión</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>Aportes al proceso</td> <td>Medio</td> </tr> </tbody> </table>		Niveles de Exigencia	Orientación al cliente	Alto	Trabajo en equipo	Alto	Proactividad	Alto	Iniciativa	Alto	Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente	Alto	Orientación a resultados	Alto	Planeación	Alto	Comunicación	Alto	Eficiencia	Alto	Liderazgo	Medio	Trabajo bajo presión	Alto	Aportes al proceso	Medio
	Niveles de Exigencia																										
Orientación al cliente	Alto																										
Trabajo en equipo	Alto																										
Proactividad	Alto																										
Iniciativa	Alto																										
Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente	Alto																										
Orientación a resultados	Alto																										
Planeación	Alto																										
Comunicación	Alto																										
Eficiencia	Alto																										
Liderazgo	Medio																										
Trabajo bajo presión	Alto																										
Aportes al proceso	Medio																										
Experiencia: <ul style="list-style-type: none"> • 3 años en cargos relacionados producción en las empresas • Formulación y ejecución de proyectos Sistemas de gestión integral																											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Perfil operador trituradora

DESCRIPCIÓN DE CARGO		
CARGO: Operador Trituradora		
RESPONSABILIDADES GENERALES		
1. Manipulación de maquinaria 2. Reportar cualquier anomalía que se pueda presentar 3. Acogerse a los programas de producción 4. Velar por el autocuidado y la seguridad industrial		
COMPETENCIA LABORAL		
Educación formal: Deseable: Técnico Mecánico Mínimo: Bachiller académico		
FORMACIÓN		
Conocimientos de: • Operación de maquinaria • Salud Ocupacional Reportes de operación		
HABILIDADES GERENCIALES		
	Niveles de Exigencia	Experiencia: • 3 años en operación de maquinaria • Mantenimiento Sistemas de gestión integral
Orientación al cliente	Alto	
Trabajo en equipo	Alto	
Proactividad	Alto	
Iniciativa	Alto	
Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente	Alto	
Orientación a resultados	Alto	
Planeación	Alto	
Comunicación	Alto	
Eficiencia	Alto	
Liderazgo	Medio	
Trabajo bajo presión	Alto	
Aportes al proceso	Medio	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Perfil auxiliar de operación

DESCRIPCIÓN DE CARGO	
CARGO: Auxiliar de Operación	
RESPONSABILIDADES GENERALES	
1. Colaborar con el área en la definición del programa de operación 2. Reportar cualquier anomalía que se pueda presentar 3. Trasladar, acopiar, manipular e inventariar la materia prima y el producto terminado 4. Velar por el autocuidado y la seguridad industrial 5. Revisar previamente si el material que ingresa cumple con las condiciones adecuadas	
COMPETENCIA LABORAL	
Educación formal: Deseable: Técnico en obras Mínimo: Bachiller académico	
FORMACIÓN	
Conocimientos de: • Obras de construcción • Salud Ocupacional Reportes de operación	
HABILIDADES GERENCIALES	
	Niveles de Exigencia
Orientación al cliente	Alto
Trabajo en equipo	Alto
Proactividad	Alto
Iniciativa	Alto
Compromiso con el orden, la salud y el cuidado del medio ambiente	Alto
Orientación a resultados	Alto
Planeación	Alto
Comunicación	Alto
Eficiencia	Alto
Liderazgo	Medio
Trabajo bajo presión	Alto
Aportes al proceso	Medio
Experiencia: • 3 años en proyectos constructivos • Mantenimiento Sistemas de gestión integral	

Fuente: Elaboración propia.

13.6. Salarios

Tabla 25. Salarios propuestos para el personal

SALARIOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
ADMINISTRATIVO	
Gerente General	\$ 3.500.000,00
Mercadeo	\$ 2.000.000,00
Jefe Administrativo	\$ 1.500.000,00
PERSONAL TÉCNICO	
Jefe de Producción	\$ 1.500.000,00
Operador Trituradora	\$ 850.000,00
Auxiliar Operación	\$ 737.717,00
EXTERNOS	
Contador	\$ 737.717,00
Asesor Legal	\$ 737.717,00
Asesor HSEQ	\$ 737.717,00
TOTAL PERSONAL	\$ 12.300.868,00

Fuente: Elaboración propia.

13.7. Factor de ajuste

Para el factor de ajuste se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Dos (2) primas anuales
- Comisiones por ventas mensual
- Bonificación por producción mensual

13.8. Organigrama

El organigrama propuesto para la empresa sería el siguiente

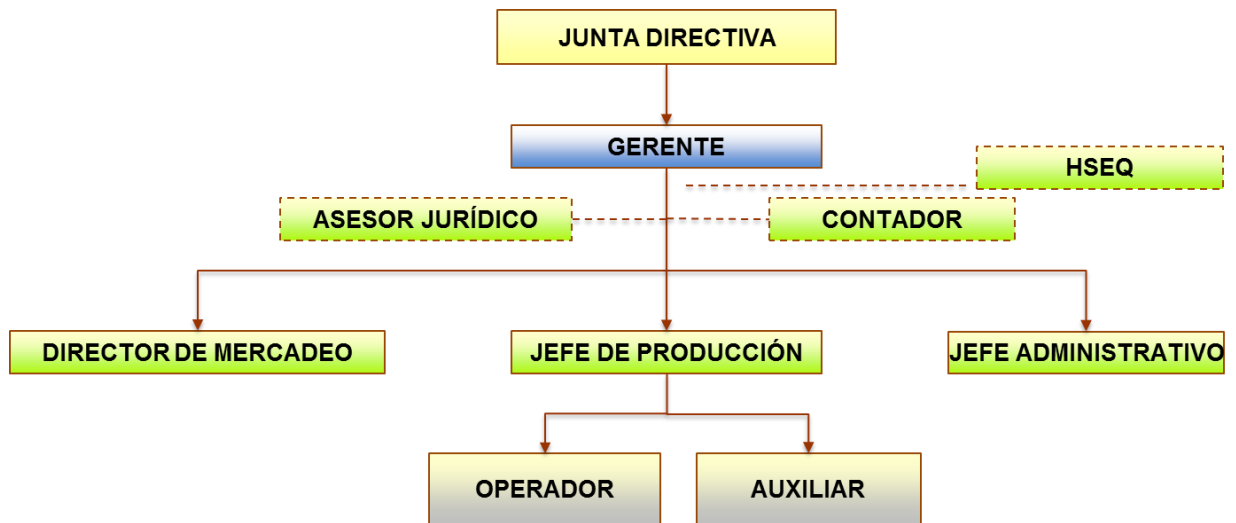


Ilustración 37. Organigrama propuesto para la planta

Fuente: Elaboración propia.

13.9. Bienestar social

El área administrativa será la encargada de ejecutar todos los planes de bienestar social, que buscan el mejoramiento de la calidad de vida de los integrantes de la empresa para lo cual se tienen los siguientes:

- Calidad de Vida
- Promoción y Prevención de la salud
- Plan de Vida saludable
- Eventos y celebraciones
- Recreación y Deportes

13.10. Inversiones y financiación

13.10.1 Inversiones fijas

Las inversiones fijas previstas para el proyecto serán las siguientes:

- Arrendamientos
- Maquinaria y Equipos
- Servicios de profesionales independientes (contador y abogado)
- Material de oficina
- Reparaciones y mantenimientos
- Gastos financieros
- Otros gastos

13.10.2. Inversiones diferidas

- Mano de Obra
- Materiales e Insumos
- Depreciaciones
- Servicios Públicos

13.10.3. Capital de trabajo

El capital de trabajo requerido para que la empresa pueda operar sería de \$150.000.000, en él está incluido:

- Pago de Salarios, en los 3 primeros meses del Gerente General, Jefe Administrativo, operario y asesores
- Servicios Públicos y arrendamiento de los 3 primeros meses

- Compra de equipos y enseres
- Montaje inicial

13.10.4. Alternativas de financiación

Teniendo en cuenta que este tipo de proyecto tiene un gran beneficio ambiental, existen varias instituciones que brindan sus créditos bajo líneas verdes o sostenibles con beneficios en intereses, periodos de gracia o condonación de ciertos porcentajes en sus préstamos cuando los beneficios son evidentes. Esas instituciones son:

- Bancoldex
- Línea Verde de Bancolombia
- Créame, Incubadora de empresas, programa Emprendimiento Ambiental Metropolitano

Sin embargo para el proyecto no se contempla la financiación a través de bancos, se tiene un grupo de socios pertenecientes al sector que pondrán capital propio y apalancar el proyecto con una inversión inicial de \$150.000.000 que como se menciona anteriormente financia 3 meses del proyecto.

13.10.5. Presupuesto ingresos, costos y gastos

Tabla 26. Costos y gastos del proyecto

COSTOS Y GASTOS			
Maquinaria y Equipos			
	cantidad	Costo	Total
Sistema Trituradora	1	\$ 20.000.000,00	\$ 20.000.000,00
Sistema Clasificadora	1	\$ 20.000.000,00	\$ 20.000.000,00
TOTAL			\$ 40.000.000,00
Equipo de oficina			
	cantidad	Costo	Total
Escritorio	4	\$ 450.000,00	\$ 1.800.000,00
Silla giratoria	4	\$ 250.000,00	\$ 1.000.000,00
Archivador	2	\$ 300.000,00	\$ 600.000,00
TOTAL			\$ 3.400.000,00
Equipo de computo			
Computadores	1	\$ 1.200.000,00	\$ 1.200.000,00
Portátiles	3	\$ 1.500.000,00	\$ 4.500.000,00
Impresora y Fotocopiadora	1	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00
TOTAL			\$ 6.100.000,00
Muebles y encerres			
Casilleros	1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
Estanterías	1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
Teléfonos	4	\$ 50.000,00	\$ 200.000,00
TOTAL			\$ 1.200.000,00
Otros			
Papelería	1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
Página Web	1	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00
Registros y tramites legales	NA	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00
Arrendamiento 12 meses	12	\$ 5.500.440,00	\$ 66.005.280,00
Servicios Públicos 12 meses	12	\$ 800.000,00	\$ 9.600.000,00
TOTAL			\$ 78.005.280,00
Recurso Humano			
Proceso de Selección	3	\$ 450.000,00	\$ 1.350.000,00
Nomina	7		\$ 10.087.717,00
Prestaciones			\$ 4.909.488,00
Asesores Externos	3	\$ 737.717,00	\$ 2.213.151,00
Dotación	2	\$ 75.000,00	\$ 150.000,00
Actividades binestar laboral	4	\$ 120.000,00	\$ 480.000,00
TOTAL			\$ 19.190.356,00
Inversion Inicial			
Adecuaciones y Montaje			\$ 25.000.000,00
Polizas de seguros			\$ 5.000.000,00
Aporte de los socios			\$ 150.000.000,00
TOTAL			\$ 180.000.000,00
TOTAL			\$ 234.450.000,00
Impuesto	25%		

Fuente: Elaboración propia.

13.10.5.1. Ingresos por ventas

Tabla 27. Ingresos por ventas

INGRESOS EN VENTAS						
Toneladas de Generación/día placas de yeso	900					
Toneladas de Generación/mes placas de yeso	27000					
Unidades a vender mensual	900					
Presentación de 25 Kg	\$ 26.000,00					
Total unidades vendidas	\$ 23.400.000,00					
Crecimiento en Ventas	5%					
VENTAS	AÑO	1	2	3	4	5
Ventas Anuales		\$ 280.800.000,00	\$ 294.840.000	\$ 309.582.000	\$ 325.061.100	\$ 341.314.155

Fuente: Elaboración propia.

Para la prefactibilidad del proyecto se considera captar al menos el 80% de la generación actual de las placas de yeso como residuo, teniendo en cuenta que el área metropolitana genera diariamente alrededor de 900 toneladas de paneles de yeso, se pretende captar y vender alrededor de 21.5 toneladas mensuales.

13.10.5.2. Depreciaciones

Tabla 28. Depreciaciones

DEPRECIACIONES	AÑOS				1	2	3	4	5
					\$ 40.140.000	\$ 36.126.000	\$ 32.513.400	\$ 29.262.060	\$ 26.335.854
Maquinaria, Equipos y enseres	10	10%	\$ 44.600.000	\$ 4.460.000	\$ 4.014.000	\$ 3.612.600	\$ 3.251.340	\$ 2.926.206	\$ 2.633.585
Equipos de computo	5	20%	\$ 6.100.000	\$ 1.220.000	\$ 4.880.000	\$ 3.904.000	\$ 3.123.200	\$ 2.498.560	\$ 1.998.848
					\$ 976.000	\$ 780.800	\$ 624.640	\$ 499.712	\$ 399.770

Fuente: Elaboración propia.

13.11. Conclusión general de análisis técnico

Uno de los factores determinantes de la prefactibilidad del proyecto es el análisis técnico en donde no solamente se evalúan los equipos y maquinarias necesarias para el proceso, sino el conjunto de elementos como ubicación, personal, análisis de costos y gastos entre otros. Para este caso en particular la decisión de analizar la tecnología y su capacidad de producción fue fundamental para elegir el tamaño de los equipos a utilizar, ya que en un principio se había optado por una tecnología costosa y con amplia capacidad de procesamiento, técnicamente y económicamente no era la opción más adecuada puesto que al analizar las ventas, los costos y los gastos se tuvo que replantear la tecnología e investigar que otros equipos pudiesen cumplir con las mismas funciones a un costo más aterrizado acorde tanto a la generación de las placas de yeso como residuo como también a la comercialización del producto (yeso reciclado) como metas en ventas, de igual manera el cambio en la tecnología obligó también a replantear el personal que se requiere, salarios y la decisión de alquilar o comprar un lote para la instalación de la empresa.

Se determinó ubicarlo en el norte del Valle de Aburrá puesto que esa zona es donde están concentradas gran parte de los sitios de disposición final de escombros de todo el área metropolitana, siendo estratégico para la captación de materia prima.

Se considera que la mejor opción de conformación jurídica para dicho proyecto es una sociedad por acciones simplificada SAS lo cual tiene grandes beneficios para aquellos proyectos nuevos de emprendimiento.

Aunque el proyecto tiene una gran posibilidad de acceder a créditos o líneas verdes por los beneficios ambientales que tiene, al modificar y aterrizar en cuanto a la tecnología a utilizar que no requiere grandes inversiones, la

fuente de financiación será a través de un grupo de socios que pondrán capital propio.

Para la prefactibilidad del proyecto se considera también importante lograr captar al menos el 80% de la generación actual de las placas de yeso como residuo, de manera que se podrían cumplir las metas establecidas para la distribución del producto, si bien el porcentaje es ambicioso la necesidad de disponer este residuo también es muy alta por lo tanto se podría llegar a cumplir esta meta.

No se contempló el transporte de materia prima e insumos ya que se considera también estratégico para el proyecto tener alianzas con los gestores de residuos de construcción y demolición que pueden dejar estos materiales en planta sin costos de disposición, así la cadena de residuos se verá beneficiada.

14. EVALUACIÓN FINANCIERA

14.1. Construcción flujo de caja del proyecto

Tabla 29. Flujo de caja del proyecto

INGRESOS	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Ventas Anuales		\$ 280.800.000,00	\$ 294.840.000	\$ 309.582.000	\$ 325.061.100	\$ 341.314.155
Aporte accionistas	\$ 150.000.000					
Tasa de costo de oportunidad del inversionista	19%					
Total Ingresos	\$ 150.000.000	\$ 280.800.000,00	\$ 294.840.000,00	\$ 309.582.000,00	\$ 325.061.100,00	\$ 341.314.155,00
COSTOS Y GASTOS						
Recurso Humano						
Proceso de Selección	\$ 1.350.000					
Nomina		\$ 121.052.604,00	\$ 124.684.182	\$ 128.424.708	\$ 132.277.449	\$ 136.245.772
Prestaciones		\$ 58.913.856,00	\$ 60.681.272	\$ 62.501.710	\$ 64.376.761	\$ 66.308.064
Asesores Externos		\$ 26.557.812,00	\$ 27.354.546	\$ 28.175.183	\$ 29.020.438	\$ 29.891.051
Dotación		\$ 600.000,00	\$ 618.000	\$ 636.540	\$ 655.636	\$ 675.305
Actividades binestar laboral		\$ 5.760.000,00	\$ 5.932.800	\$ 6.110.784	\$ 6.294.108	\$ 6.482.931
TOTAL	\$ 1.350.000	\$ 212.884.272,00	\$ 219.270.800,16	\$ 225.848.924,16	\$ 232.624.391,89	\$ 239.603.123,65
Equipo de oficina						
Escritorio	\$ 1.800.000,00					
Silla giratoria	\$ 1.000.000,00					
Archivador	\$ 600.000,00					
TOTAL	\$ 3.400.000,00					
Equipo de computo						
Computadores	\$ 1.200.000,00					
Portátiles	\$ 4.500.000,00					
Impresora y Fotocopiadora	\$ 400.000,00					
TOTAL	\$ 6.100.000,00					
Maquinaria y Equipos						
Sistema Trituradora	\$ 20.000.000,00					
Sistema Clasificadora	\$ 20.000.000,00					
TOTAL	\$ 40.000.000,00					
Otros						
Papelería	\$ 500.000,00					
Página Web	\$ 1.500.000,00					
Registros y tramites legales	\$ 400.000,00					
Arrendamiento 12 meses		\$ 66.005.280,00	\$ 66.665.333	\$ 67.331.986	\$ 68.005.306	\$ 68.685.359
Servicios Públicos 12 meses		\$ 9.600.000,00	\$ 9.696.000	\$ 9.792.960	\$ 9.890.890	\$ 9.989.798
TOTAL	\$ 2.400.000,00	\$ 75.605.280,00	\$ 76.361.332,80	\$ 77.124.946,13	\$ 77.896.195,59	\$ 78.675.157,55
Inversion Inicial						
Adecuaciones y Montaje	\$ 25.000.000,00					
Polizas de seguros	\$ 5.000.000,00	\$ 5.050.000	\$ 5.100.500	\$ 5.151.505	\$ 5.203.020	\$ 5.255.050
TOTAL	\$ 30.000.000,00	\$ 5.050.000				
TOTAL GASTOS	-\$ 66.750.000,00	\$ 293.539.552,00	\$ 295.632.132,96	\$ 302.973.870,29	\$ 310.520.587,48	\$ 318.278.281,19
Utilidad Bruta		-\$ 12.739.552	-\$ 792.133	\$ 6.608.130	\$ 14.540.513	\$ 23.035.874
Impuestos 11%		-\$ 3.184.888	-\$ 198.033	\$ 1.652.032	\$ 3.635.128	\$ 5.758.968
Utilidad Neta		-\$ 9.554.664	-\$ 594.100	\$ 4.956.097	\$ 10.905.384	\$ 17.276.905
Depreciaciones Equipos Cómputo		\$ 4.880.000,00	\$ 3.904.000,00	\$ 3.123.200,00	\$ 2.498.560,00	\$ 1.998.848,00
Depreciaciones Maquinaria		\$ 40.140.000,00	\$ 36.126.000,00	\$ 32.513.400,00	\$ 29.262.060,00	\$ 26.335.854,00
Flujo de Caja	-\$ 66.750.000,00	\$ 35.465.336	\$ 39.435.900	\$ 40.592.697	\$ 42.666.004	\$ 45.611.607
VPN (16%)	\$ 55.379.116					
TIR	51%					
Ke'E	\$ 28.500.000					
WACC	19%					

Fuente: Elaboración propia.

14.2. Flujo de Caja del Inversionista

Tabla 30. Flujo de caja del inversionista

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA						
	0	1	2	3	4	5
Ventas		\$ 280.800.000	\$ 294.840.000	\$ 309.582.000	\$ 325.061.100	\$ 341.314.155
C. Variables						
C. Fijos		\$ 293.539.552	\$ 295.632.133	\$ 302.973.870	\$ 310.520.587	\$ 318.278.281
Comisiones						
Gtos. Venta						
Gtos. Admón.		\$ 75.605.280	\$ 76.361.333	\$ 77.124.946	\$ 77.896.196	\$ 78.675.158
Intereses						
Depreciaciones Equipos Cómputo		\$ 4.880.000	\$ 3.904.000	\$ 3.123.200	\$ 2.498.560	\$ 1.998.848
Depreciaciones Maquinaria		\$ 40.140.000,00	\$ 36.126.000,00	\$ 32.513.400,00	\$ 29.262.060,00	\$ 26.335.854,00
Amort. Intang						
Utilidad Bruta		\$ 133.364.832,00	\$ 117.183.465,76	\$ 106.153.416,42	\$ 95.116.303,07	\$ 83.973.985,74
Impuesto (25%)		\$ (3.184.888,00)	\$ (198.033,24)	\$ 1.652.032,43	\$ 3.635.128,13	\$ 5.758.968,45
Utilidad Neta		\$ 136.549.720,00	\$ 117.381.499,00	\$ 104.501.383,99	\$ 91.481.174,94	\$ 78.215.017,28

Fuente: Elaboración propia.

14.3. Construcción del estado de resultados

Tabla 31. Estados de resultados

ESTADO DE RESULTADOS						
	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 280.800.000	\$ 294.840.000	\$ 309.582.000	\$ 325.061.100	\$ 341.314.155
Costos		\$ 217.934.272	\$ 219.270.800	\$ 225.848.924	\$ 232.624.392	\$ 239.603.124
Utilidad Bruta		\$ 62.865.728	\$ 75.569.200	\$ 83.733.076	\$ 92.436.708	\$ 101.711.031
Gastos		\$ 80.655.280	\$ 81.461.833	\$ 82.276.451	\$ 83.099.216	\$ 83.930.208
Depreciación y Amortización		\$ 45.020.000	\$ 40.030.000	\$ 35.636.600	\$ 31.760.620	\$ 28.334.702
Utilidad Operacional		\$ 35.635.280	\$ 41.431.833	\$ 46.639.851	\$ 51.338.596	\$ 55.595.506
Intereses						
Utilidad despues de financiación		\$ 35.635.280	\$ 41.431.833	\$ 46.639.851	\$ 51.338.596	\$ 55.595.506
Impuestos		-\$ 3.184.888	-\$ 198.033	\$ 4.956.097	\$ 10.905.384	\$ 17.276.905
Utilidad Neta		\$ 32.450.392	\$ 41.233.800	\$ 41.683.754	\$ 40.433.211	\$ 38.318.600

Fuente: Elaboración propia.

14.4. Construcción del balance general

Tabla 32. Balance general

BALANCE GENERAL	0	1	2	3	4	5
Activo						
Efectivo		-\$ 9.554.664	-\$ 594.100	\$ 4.956.097	\$ 10.905.384	\$ 17.276.905
Cuentas X Cobrar						
Provisión Cuentas por Cobrar						
Inventarios Materias Primas e Insumos						
Inventarios de Producto en Proceso						
Inventarios Producto Terminado						
Anticipos y Otras Cuentas por Cobrar						
Gastos Anticipados						
Amortización Acumulada						
Gastos Anticipados						
Total Activo Corriente:	\$ -	-\$ 9.554.664	-\$ 594.100	\$ 4.956.097	\$ 10.905.384	\$ 17.276.905
Terrenos						
Construcciones y Edificios						
Depreciación Acumulada Planta						
Construcciones y Edificios						
Maquinaria, Equipos y enseres	\$ 44.600.000	\$ 40.140.000	\$ 36.126.000	\$ 32.513.400	\$ 29.262.060	\$ 26.335.854
Equipos de Cómputo	\$ 6.100.000	\$ 4.880.000	\$ 3.904.000	\$ 3.123.200	\$ 2.498.560	\$ 1.998.848
Total Activos Fijos:	\$ 50.700.000	\$ 45.020.000	\$ 40.030.000	\$ 35.636.600	\$ 31.760.620	\$ 28.334.702
Total Otros Activos Fijos						
ACTIVO	\$ 50.700.000	\$ 35.465.336	\$ 39.435.900	\$ 40.592.697	\$ 42.666.004	\$ 45.611.607
Pasivo						
Cuentas X Pagar Proveedores						
Impuestos X Pagar						
Acreedores Varios						
PASIVO						
Patrimonio						
Capital Social	\$ 50.700.000	\$ 50.700.000	\$ 50.700.000	\$ 50.700.000	\$ 50.700.000	\$ 50.700.000
Reserva Legal Acumulada						
Utilidades Retenidas						
Utilidades del Ejercicio		\$ 133.364.832	\$ 117.183.466	\$ 106.153.416	\$ 95.116.303	\$ 83.973.986
Revalorización patrimonio						
PATRIMONIO	\$ 50.700.000	\$ 184.064.832	\$ 167.883.466	\$ 156.853.416	\$ 145.816.303	\$ 134.673.986
PASIVO + PATRIMONIO	\$ 50.700.000	\$ 184.064.832	\$ 167.883.466	\$ 156.853.416	\$ 145.816.303	\$ 134.673.986

Fuente: Elaboración propia.

14.5. Análisis de sensibilidad y riesgo

Tabla 33. Evaluación de los riesgos

RIESGO	POSIBILIDAD	VALOR ASIGNADO	IMPACTO	VALOR ASIGNADO	VALOR ESPERADO
Poca aceptación de los generadores a llevar sus placas de yeso a la planta	MUY ALTA	5	ALTO	4,5	22,5
Altos costos en el alquiler de lotes para la instalación de la empresa	MUY ALTA	5	ALTO	4,5	22,5
Poca aceptación en el mercado del producto por su procedencia reciclada	MUY ALTA	5	MEDIO ALTO	4	20
Dificultad en el cumplimiento del producto con las normas técnicas de calidad	ALTA	4	ALTO	4,5	18
Imposibilidad de tener alianzas con gestores de Residuos de Construcción y Demolición	ALTA	4	MUY ALTO	5	20
Tecnología inadecuada para el tratamiento de las placas de yeso	MEDIO BAJO	2	ALTO	4,5	9

CATEGORÍA POSIBILIDAD	VALOR
MUY ALTA	5
ALTA	4
MEDIO	3
MEDIO BAJO	2
BAJO	1

CATEGORÍA IMPACTO	VALOR
MUY ALTO	5
ALTO	4,5
MEDIO ALTO	4
MEDIO	3,5
MEDIO BAJO	2,5
BAJO	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Evaluación del efecto de los riesgos

EVENTO DEL RIESGO	EFECTO (QUÉ VER)	VALOR ECONÓMICO (CÓMO VER)	COSTO
Poca aceptación de los generadores a llevar sus placas de yeso a la planta	Escasez de materia prima para procesar	Disminución en ventas por reducción en la oferta (generadores) en un 50% anual	\$ 140.000.000,00
Altos costos en el alquiler de lotes para la instalación de la empresa	Incumplimiento en el pago del arriendo	Costos económicos derivados de paros en el proceso anual	\$ 600.000.000,00
Poca aceptación en el mercado del producto por su procedencia reciclada	Barreras de entrada en el mercado local	Valor de los sobrecostos en la distribución del producto (transporte/año)	\$ 108.000.000,00
Dificultad en el cumplimiento del producto con las normas técnicas de calidad	Afectación de la calidad del yeso reciclado	Costo económico de análisis de Laboratorios (anual)	\$ 96.000.000,00
Imposibilidad de tener alianzas con gestores de Residuos de Construcción y Demolición	Errores e imprevistos en toda la cadena de gestión del residuo	Valor económico de los costos de transporte	\$ 72.000.000,00
Tecnología inadecuada para el tratamiento de las placas de yeso	Paros en el proceso	Costo económico de pérdidas ocasionadas por mal planteamiento del proyecto (inversión)	\$ 150.000.000,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Análisis de sensibilidad

1. Poca aceptación de los generadores a llevar sus placas de yeso a la planta			
% CAMBIO VPN	VPN	RIESGO 1	OBSERVACIÓN
	\$ 69.449.728	\$ 0	La falta de materia prima pudiese ocasionar un gran impacto en la producción de yeso reciclado, afectando la comercialización del producto y por ende los ingresos por ventas
-154,66%	-\$ 37.964.065	\$ 140.000.000	
2. Altos costos en el alquiler de lotes para la instalación de la empresa			
% CAMBIO VPN	VPN	RIESGO 2	OBSERVACIÓN
	\$ 69.449.728	\$ 0	Uno de los costos más críticos para el funcionamiento de la planta es el alquiler de un espacio necesario para el funcionamiento de la misma; los precios varían considerablemente en la zona escogida por lo tanto se considera un riesgo que afecta el VPN del proyecto
-662,85%	-\$ -390.895.099	\$ 600.000.000	
3. Poca aceptación en el mercado del producto por su procedencia reciclada			
% CAMBIO VPN	VPN	RIESGO 3	OBSERVACIÓN
	\$ 69.449.728	\$ 0	Este riesgo considera incluir el transporte de producto terminado como una alternativa de comercialización, buscando nuevos mercados haciendo inviable el proyecto
-119,31%	-\$ -13.412.341	\$ 108.000.000	
4. Dificultad en el cumplimiento del producto con las normas técnicas de calidad			
% CAMBIO VPN	VPN	RIESGO 4	OBSERVACIÓN
	\$ 69.449.728	\$ 0	La falta de calidad en el producto terminado obligaría a costear para el proyecto análisis de cada uno de los lotes de producción en laboratorios certificados para mayor tranquilidad
-106,06%	-\$ -4.205.444	\$ 96.000.000	
5. Imposibilidad de tener alianzas con gestores de Residuos de Construcción y Demolición			
% CAMBIO VPN	VPN	RIESGO 5	OBSERVACIÓN
	\$ 69.449.728	\$ 0	No generar alianzas con gestores obligaría a costear para el proyecto la logística para la recolección de estos materiales a cada uno de los generadores interesados.
-79,54%	\$ 14.208.349	\$ 72.000.000	

Fuente: Elaboración propia.

6. Tecnología inadecuada para el tratamiento de las placas de yeso			
% CAMBIO VPN	VPN	RIESGO 6	OBSERVACIÓN
	\$ 69.449.728		No generar alianzas con gestores obligaría a costear para el proyecto la logística para la recolección de estos materiales a cada uno de los generadores interesados.
-165,71%	\$ -45.636.479	\$ 150.000.000	

14.6. Conclusión general de la evaluación financiera

El proyecto para el montaje de una planta de aprovechamiento de placas de yeso, financieramente es viable, sin embargo tiene una alta sensibilidad a que los riesgos identificados puedan ocasionar que el proyecto no sea factible. Se identificó que la mejor alternativa es la inversión bajo recursos propios que un grupo de personas están dispuestos a poner como capital para su montaje y ejecución, de igual manera el proyecto en los tres 3 primeros años genere utilidades dado que hay todavía algunos elementos que se consideran que se podrían replantear para que el margen de ganancias sea más elevado y desde los primeros años pueda considerarse exitoso para los socios inversionistas; uno de ellos es el arriendo del lote que tiene un alto componente dentro del análisis financiero convirtiéndolo como un riesgo importante a la hora de considerar elegir de nuevo otra alternativa.

De igual forma la proyección de ingresos (ventas) están sujetas a la cantidad de material que ingrese (residuo) como materia prima así cuando la empresa llegue a consolidarse podría generar mayores ganancias y mejor rentabilidad.

La evaluación de los efectos en los riesgos tiene una gran incidencia en el VPN del proyecto, por lo que hay que considerar en un futuro desarrollo del proyecto tener en cuenta esos factores para evitar su fracaso.

De acuerdo con lo consultado para definir las fuentes de financiación, el proyecto tiene una alta probabilidad de acceder a créditos o líneas verdes que otorgan beneficios a proyectos que tienen un alto componente ambiental; sin embargo no se consideró por el momento viable dado que tener los recursos para el cumplimiento de las obligaciones con los bancos por los bajos márgenes de ganancias en el primer año del proyecto podría generar incumplimientos. La oportunidad de acceder a recursos de personas que quieren ser socios del proyecto se eligió como la opción más viable en el inicio del proyecto; se consideraría adquirir préstamos en la medida que la empresa genere mayor crecimiento.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Se identifica una gran oportunidad frente a proyectos que tienen que ver con el aprovechamiento de residuos dada la complejidad que vive actualmente el planeta frente a temas como el consumismo y el desarrollo de las ciudades que conlleva a que cada vez se produzcan más materiales que van a parar como residuos a fuentes de agua, ecosistemas o lotes que tienen una vida útil determinada.

El sector de la construcción frente a lo anterior ha sido el motor del desarrollo en los últimos años en el país por lo tanto los residuos que de este sector se generen y tengan potencial de aprovechamiento para reincorporarlo bajo estrategias de economía circular se convierte en una alternativa innovadora y viable si se formula y define bien.

Para este caso el proyecto identifica un residuo con alto potencial de ser reincorporado de nuevo a la cadena de valor a través de procesos mecánicos que tiene como resultado un producto que tiene un mercado que aún es incierto pero que puede ser alternativo frente al actual como es el yeso reciclado.

El área metropolitana en los últimos años ha presentado un fuerte crecimiento en temas constructivos de ahí es que cada año se incrementan los residuos de construcción y demolición llegando así a los 9000 toneladas/día, la forma de construir también ha presentado cambios y es así que toma fuerza la construcción liviana que tiene como elemento principal las placas de yeso o drywall del cual Colombia es fuerte importador y productor con dos grandes

plantas de Drywall que quedan en la zona industrial de Cartagena, Gyplac y Knauf de Colombia identificando una gran oportunidad para realizar proyectos que pretendan aprovechar estas placas cuando lleguen a su desuso.

Técnicamente el proyecto muestra un amplio potencial para realizarlo ya que la tecnología a utilizar se encuentra en el país y no requiere de montajes adicionales con elementos que tengan que ser importados para que su desempeño sea óptimo, sin embargo dentro del análisis técnico hay riesgos importantes como son los canales de distribución del producto ya que el mismo requiere un fuerte mercadeo dado a la tipología del producto (reciclado) y en la misma vía un mercadeo para lograr que a la planta lleguen grandes cantidades de materia prima (residuo de placas de yeso).

De igual forma el lugar definido juega un papel importante frente a la fuente de la materia prima así se tendrá una disponibilidad importante de material que puede ser recibido en la planta sin costo alguno.

El proyecto tiene un alto riesgo de no ser viable financieramente dado que los riesgos identificados son muy susceptibles a que sucedan dada el poco conocimiento de temas como materiales alternativos y la poca concientización del generador (constructor) a consumir productos de procedencia reciclada ya que lo asocian a mala calidad, por lo tanto si al generador no le interesa dejar la materia prima requerida para el proceso la empresa no tendrá producto para vender, y así si hay una alta recepción de materia prima y no hay salida de producto (ventas) tampoco es rentable el proyecto.

La ausencia de información para la realización de los diferentes análisis fue un factor que incidió para que gran parte de los datos fueran estimados, todo es debido a que frente al yeso que se denomina como un mineral no metálico de origen extractivo, la actividad informal prevalece en su explotación y

comercialización y los datos no son reportados a los entes autorizados para esto.

Recomendaciones:

El estudio de mercado está orientado a que el producto sea comercializado para el sector constructor sin embargo en la medida que este sector no presente buena respuesta se debe considerar alternativas como el sector agrícola ya que el mismo consume grandes cantidades de yeso para la realización de enmiendas que tienen propiedades que mejoran las propiedades de los suelos áridos y sirve también como preparación para diferentes cultivos.

El mercadeo debe ir acompañado de una serie de estrategias de acompañamiento y “evangelización” a los constructores, depósitos y demás actores importantes en la cadena, el proyecto tiene un gran contexto ambiental y beneficio a una problemática como es la disposición de escombros por esta razón es importante resaltar el beneficio que existe con este proyecto en valorizar unos residuos que para muchos es “basura” y que con esto los principales generadores pueden ser los principales clientes.

Buscar aliados estratégicos que puedan ser retroalimentadores de la información como el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, Camacol Antioquia, empresas prestadoras de servicio de aseo (EEVVM, Interaseo entre otros), empresas gestoras como Sinesco SAS puede ser importante en la generación de conocimiento del tema y la promoción de la valorización de placas de yeso en las obras y proyectos de infraestructura.

Se puede también buscar alternativas para que el valor del alquiler del lote no represente un costo tan alto en el proyecto, como hacer alianzas y

ubicar la planta en los sitios de disposición final como escombreras así estos sitios podrían convertirse en socios del proyecto haciéndolo más rentable.

BIBLIOGRAFÍA

Acodal. (2016). *El programa y los proyectos de gestión de residuos de construcción y demolición en el plan de gestión integral de residuos sólidos, elementos de la propuesta de decreto nacional*. Seminario Internacional De Residuos Construcción y Demolición. Acodal, 5 y 6 de mayo de 2016.

Ágamez, A. (2016). *El año de la construcción en Antioquia*. Recuperado de <http://www.publimetro.co/medellin/2016-el-ano-de-la-construccion-en-antioquia/lmkpby!0hCpEhrvXnKJc/>

Arce Gálvez, P. y Serrano López, Á. (2015). *El mercado de materiales de construcción para Colombia*. Bogotá: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España.

Asociación Nacional de Industriales –ANDI-. (2016). *Balance 2015 y perspectivas 2016*. Recuperado de <http://www.andi.com.co/Documents/Balance2015/ANDI%20%20Balance%202015%20y%20Perspectivas%202016.compressed.pdf>

Axioma Comunicaciones. (2015). Construcción en seco un "arte liviano" hecho estructura. *Revista Fierros*, (3). Recuperado de <http://fierros.com.co/revista/edicion-3/materiales-y-productos-3/construccion-en-seco-un-arte-liviano-hecho-estructura.htm>

- Bedoya Montoya, C. M. (2011). Viviendas de interés social y prioritario sostenibles en Colombia – VISS y VIPS. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, (7), 27-36.
- Cadavid, A. S. (2014). *Evaluación del manejo de residuos de construcción y demolición RCD en seis proyectos de viviendas de interés prioritario, como contribución a la revisión del panorama de gestión de RCD en la ciudad de Medellín*. Recuperado de http://www.colmayor.edu.co/archivos/31_alma_cadavidevaluacin_manej_dbzxr.pdf
- Cámara Colombiana de la Construcción –CAMACOL. (2016). *Los retos y perspectivas de la construcción en 2016*. Recuperado de <http://camacol.co/noticias/los-retos-y-perspectivas-de-la-construcci%C3%B3n-en-2016>
- Casado Fernández, S. (2010). *Reciclaje interno de los residuos en las fábricas. Reutilización del yeso reciclado para la fabricación de placas de yeso laminado*. Conama 10 Congreso Nacional de Medio Ambiente, 2010. Recuperado de www.conama10.es
- Casas, N. (2015). *Especificaciones técnicas sistema constructivo en seco drywall, interwall SAC contratistas generales*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/118324153/Especificaciones-Tecnicas-Drywall>
- Colombia. Ministerio de Minas y Energía. (2012). *Censo minero departamental 2010-2011*. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/censominero>
- Comoinsonorizar.com. (2017). *Placa de yeso (drywall), placas de yeso laminado*. Recuperado de <http://comoinsonorizar.com/materiales-acusticos/placas-de-yeso-laminado/>

Conescombros SAS. (2016). *Quiénes somos*. Recuperado de <http://www.conescombros.com/>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - Construcción Sostenible-. (2016). *Indicadores de sostenibilidad*. Recuperado de www.cccs.org.co

Corporación Red Gestora de Residuos Colombia. (2015). *Beneficios de la red*. Recuperado de www.redgestoraderesiduos.com

De La Puente Crespo, J. y Rodríguez Rodríguez, F. J. (2013). Búsqueda de alternativas para el reciclaje de los residuos de construcción y demolición: caracterización de los residuos generados en Galicia. *Revista Cintex*. 18, 113.

Departamento Administrativo de Estadísticas –DANE-. (2016). *Indicadores económicos alrededor de la construcción - I trimestre de 2016*. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_ltrim16.pdf

Ecoingeniería. (2005). *Producción de materiales para acabados en la construcción a partir de un yeso de alta calidad y pureza*. Recuperado de www.ecoingenieria.com

El Tiempo. (2014). *Colombia avanza en construcción sostenible*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/construccion-sostenible-en-colombia/14436963>

Escandón, J. C. (2011). *Diagnóstico técnico y económico del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en edificaciones en la ciudad de*

Bogotá. Trabajo de grado. (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana, Ingeniería Civil, Bogotá, Colombia.

Garcés García, C. (2011). *Se impone la construcción en seco el drywall cumple con los requerimientos del código de sismo resistencia que se exige en el país*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/impone-construccion-seco-139554>

Gyplac. (2014). *Manual Técnico, sistema de construcción en seco Eternit (Drywall)*. Recuperado de http://www.disconsasac.com/MANUAL_GYPLACC.pdf

Home Repair. (2008). *About drywall or gypsum wallboard*. Recuperado de http://homerepair.about.com/od/interiorhomerepair/ss/drywall_types.htm

ICEX. (2015). *Evolución de las importaciones de yeso en Colombia*. Recuperado de <http://www.si|icex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/219975057rad0C30C.pdf>

KNAUF. (2016). *Nuestra palabra para el futuro: sustentabilidad*. Recuperado de <http://www.knauf.com.co/>

Lavado Barón, Y. A. y Méndez Guayara, D. (2008). *Estudio de factibilidad para la importación de drywall a través de la empresa Acycon S.A.* Trabajo de grado (Administrador de Empresas). Universidad La Salle, Facultad de Administración de Empresas, Bogotá, Colombia.

Leandro Hernández, A. G. (2008). Manejo de desechos de la construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 21(4), 60-63.

- MAAT. (2016). *Disposición y recolección RCD*. Recuperado de <http://www.maat.com.co/>
- México. Ministerio de Economía. (2013). *Estudio de la cadena productiva del Yeso*. Ministerio de Economía. México: El Ministerio.
- Morán Del Pozo J. M., Juan Valdés A., Aguado, P. J., Guerra M. I. y Medina C. (2011). Estado actual de la gestión de residuos de construcción y demolición: limitaciones. *Informes de la Construcción*, 63(521), 89–95.
- Panel Rock Colombia. (2016). *Quiénes somos*. Recuperado de <http://www.panelrockcolombia.com/>
- Ponce, M. B. y Torres Duggan, M. (2005). *Minerales para la agricultura en Latinoamérica*. Recuperado de <http://www.unsam.edu.ar/publicaciones/tapas/cyted/parte5.pdf>
- Portafolio. (2015). *Construcción sostenible y ecológica, necesaria en el mundo*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/construccion-sostenible-ecologica-necesaria-mundo-35448>
- Presidencia de la República de Colombia. (s.f.). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Capítulo VI Sostenibilidad Ambiental y Prevención del Riesgo*.
- Quintero, O. y Ocampo Cifuentes, E. (2015). *Presentación observatorio de construcción Plan CTI, Ruta N-Innova*. Memorias Seminario Plan CTI, Materiales Sostenibles para la Construcción, Medellín.
- Reciclados y Recuperados del Sur. (2015). *Cadena de gestión de residuos*. Recuperado de http://recicladosyrecuperados.com/?page_id=1335

Rocha Osorio, C. L. (2015). *Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles*. Trabajo de grado. (Especialización en Prevención, Atención y Reducción de Desastres). Universidad Católica de Manizales Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Caldas, Colombia

Secretaría de Gestión y Control Territorial, Secretaría de Medio Ambiente. (2015). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del Municipio de Medellín dando cumplimiento a la Resolución 0754 del 25 de noviembre de 2014, Convenio 4600059602 de 2015*. Recuperado de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/AtencinCiudadana1/ProgramasyProyectos/Shared%20Content/Documentos/2015/DOCUMENTOACTUALIZACIONPGIRS%20MEDELL%C3%8DNPARACONSULTA.pdf

Serefercas. (2016). *Reciclaje del residuo drywall*. Recuperado de <http://serefecsas.com/>

Sinescombros SAS. (2016). *Empresa*. Recuperado de <http://www.sinesco.co/>

Suárez Silgado, S. S. (2014). *Viabilidad ambiental del reciclaje del yeso*. Conama 14 Congreso Nacional de Medio Ambiente. Recuperado de www.conama2014.org

Trade Comex. (2016). *Informes Colombia 6809 artículos de yeso*. Recuperado de <http://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Colombia/yeso-articulos--manufacturas-de-yeso-fraguable-o-de-preparaciones-a-base-de-yeso-fraguable/CO/6809>

UPME y Consorcio de Proyección. (2014). *Informe. Evaluación de la situación actual y futura del mercado de los materiales de construcción y arcillas en las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Santa Marta y eje cafetero*. Recuperado de http://www.simco.gov.co/portals/0/publicaciones/Documentos/INFORME_EJECUTIVO_MATERIALES_CONSTRUCCION.pdf

Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE). (2016). *Productores de bienes nacionales, Ministerio de Comercio Industria y Turismo*. Recuperado de <http://pbn.vuce.gov.co/consultas/index.php>