



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



PLANTA DE TRATAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS  
PARA LA FABRICACIÓN DE MADERA PLÁSTICA,  
EN LA CIUDAD DE CÚCUTA.

JEINER LEONARDO CASTRO CUEVAS  
COD: 1094279717

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
ARQUITECTURA  
PAMPLONA  
2021



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



PLANTA DE TRATAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS  
PARA LA FABRICACIÓN DE MADERA PLÁSTICA,  
EN LA CIUDAD DE CÚCUTA.

JEINER LEONARDO CASTRO CUEVAS  
COD: 1094279717

TRABAJO DE GRADO

TUTOR DE TESIS:  
ARQ. ESP. SERGIO ANDRÉS GONZÁLEZ CASTRO.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
ARQUITECTURA  
PAMPLONA  
2021



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



## **DEDICATORIA**

*Esta tesis está dedicada:*

*A mis padres Gabriel Castro y Yolanda Cuevas quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, seguido a mi tutor Arquitecto Especialista Sergio Andrés González Castro, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a la Universidad de Pamplona y a sus docentes por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo cada etapa a lo largo de mi carrera universitaria.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a todos mis compañeros que me acompañaron a lo largo de este recorrido, y a mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de mis padres, Gabriel Castro y Yolanda Cuevas, mi hermana Karen Castro, a Helen Gómez, Celeste Cruz, a mi perro Nerón por su compañía en las noches de estudio y a todos los que hicieron parte en este proceso.

Muchas gracias a todos.



## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	10
1. DESCRIPCIÓN INICIAL DEL PROYECTO.....	12
1.1 PREGUNTAS PROBLEMATIZADORAS.....	15
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.2.1 Ventajas de la madera plástica.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.3.1 General.....	18
1.3.2 Específicos.....	18
2. MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL.....	19
2.1 REFERENTE.....	24
2.1.1 Planta de fabricación y comercialización de madera plástica en Itagüí.....	24
2.2 MARCO NORMATIVO.....	26
2.2.1 Nivel Fundamental.....	26
2.2.2 Nivel Legal.....	27
2.2.3 Nivel Base.....	28
3. MARCO CONTEXTUAL.....	29
3.1 ÁREA DE CONTEXTO (escala macro).....	29
3.2 ÁREA DE ESTUDIO (escala meso).....	31
3.3 ÁREA DE INTERVENCIÓN (escala micro).....	36
4. MARCO METODOLÓGICO.....	45
4.1 MÉTODO O ENFOQUE.....	45
4.2 METODOLOGÍA.....	45
4.3 LÓGICA PROYECTUAL.....	48
4.3.1 ANÁLISIS REFERENTE ARQUITECTÓNICO.....	49
4.4 ESQUEMA BASICO.....	53
4.5 ANTEPROYECTO.....	55
4.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	57
4.5.2 ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	60
4.6 PROYECTO ARQUITECTÓNICO.....	61



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



4.6.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO.....	66
4.6.2 DETALLES CONSTRUCTIVOS.....	67
4.7 SÍNTESIS.....	70
5. CONCLUSIONES .....	71
5.1 Recomendaciones.....	72
6. BIBLIOGRAFÍA.....	73
7. ANEXOS.....	76



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz para delimitación inicial proyectos de investigación.....	12
Tabla 2. Artículos de la constitución del nivel 1.....	26
Tabla 3. Leyes, resoluciones y decretos del nivel 2. ....	27
Tabla 4. Ordenanzas del nivel 3. ....	28
Tabla 5. Fases de la metodología implementada.....	45
Tabla 6. Descripción de los equipos. ....	60



## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Norte de Santander.....	29
Mapa 2. Carreteras de Norte de Santander..	31
Mapa 3. Político de la ciudad de Cúcuta. ....	32
Mapa 4. Estructura vial urbana. ....	34
Mapa 5. Usos de suelo urbano..	35
Mapa 6. Ubicación del lote referente a las dos principales vías de acceso .....	36





## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción de plástico a nivel mundial de 1950 a 2018. ....	13
Gráfico 2. Producción de plástico en el mundo 2019 (en %). ....	13
Gráfico 3. Árbol Causas y consecuencias - problemática contaminación por plásticos. ....	14
Gráfico 4. Fundamentación teórica y conceptual. ....	19
Gráfico 5. Aplicación pirámide de Kelsen. ....	26
Gráfico 6. Uso del suelo. ....	37
Gráfico 7. Ubicación de nodos e hitos. ....	38
Gráfico 8. Movilidad sector a intervenir. ....	39
Gráfico 9. Perfil vial a implementar. ....	40
Gráfico 10. Alturas construcciones aledañas al lote. ....	41
Gráfico 11. Fichas fitotectura ciudad de Cúcuta. ....	42
Gráfico 12. Descripción del enfoque del proyecto. ....	45
Gráfico 13. Esquema y descripción de la lógica proyectual. ....	48
Gráfico 14. Ubicación y nombres de los diversos espacios de la UDAG. ....	50
Gráfico 15. Delimitación zona urbana y zona construida. ....	53
Gráfico 16. Zonificación arquitectónica. ....	54
Gráfico 17. Zonificación específica por áreas. ....	55
Gráfico 18. Convenciones zonificación específica por áreas. ....	56
Gráfico 19. Proceso de movilidad en producción. ....	57
Gráfico 20. Diagrama de flujo. ....	59
Gráfico 21. Plano cubiertas. ....	61
Gráfico 22. Planta general ubicada en contexto urbanístico. ....	62
Gráfico 23. Programa arquitectónico. ....	63
Gráfico 24. Planta general. ....	64
Gráfico 25. Fachadas. ....	65
Gráfico 26. Cortes. ....	65
Gráfico 27. Detalle de anclaje viga plástica a columna metálica. ....	67



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



Gráfico 28. Detalle de tanque de recolección de aguas lluvias. ....	68
Gráfico 29. Vista en planta y lateral con detalle de estructura.....	68
Gráfico 30. Detalle de anclaje a estructura de cubierta. ....	69
Gráfico 31. Vista en planta cubierta con inclinación y cimentación. ....	69
Gráfico 32. Vista lateral con detalle de estructura y cimentación. ....	70



## RESUMEN

Una de las problemáticas más grandes a nivel mundial es la contaminación por residuos inorgánicos, principalmente los plásticos; el consumo de este material es cada vez más elevado, debido a la alta elaboración de productos a base del mismo, sumando que la vida útil de la mayoría de estos es de un solo uso, por ende, terminan siendo desechados a la basura en un tiempo muy corto.

Actualmente, debido al cambio climático, todos los temas relacionados con este, como el medio ambiente y la conservación del mismo, son de suma importancia, por eso nuestro deber como arquitectos es buscar alternativas y nuevas tecnologías que sean amables con el entorno, pero que a su vez cumplan con su funcionalidad. Se propone la construcción de una planta de tratamiento de residuos plásticos, que tiene la finalidad de aprovechar este material para la elaboración de madera plástica, la cual se obtendrá después de un proceso de transformación y modelado, el producto obtenido posteriormente será utilizado en la fabricación de edificaciones.

Con el fin de proporcionar una alternativa amigable con el medio ambiente, que a su vez sea de fácil utilización con la aplicación de métodos constructivos modernos, como lo son las construcciones tipo lego, las cuales son de rápido ensamblado por ende la reducción de costos y tiempo es evidente.

Para demostrar la eficacia de la madera plástica, se propone realizar la construcción de la planta con estos bloques, así generar una percepción real del producto que se fabricara en esta, no solo se pretende presentar un material de construcción, sino exponer todo lo que este abarca, la reutilización del plástico a gran escala, así como el apoyo al medio ambiente, ayudando a reducir la contaminación de estos residuos.

### **PALABRAS CLAVE:**

RECICLAJE, RESIDUOS PLÁSTICOS, EXTRUSIÓN, MADERA PLÁSTICA.



## **ABSTRACT**

One of the biggest problems worldwide is pollution by inorganic waste, mainly plastics; the consumption of this material is increasingly high, due to the high production of products based on it, adding that the useful life of most of these is for a single use, therefore, they end up being discarded in the trash in a very short time.

Currently, due to climate change, all issues related to it, such as the environment and its conservation, are of the utmost importance, that is why our duty as architects is to look for alternatives and new technologies that are kind to the environment, but that in turn fulfill their functionality. The construction of a plastic waste treatment plant is proposed, which has the purpose of taking advantage of this material for the elaboration of plastic wood, which will be obtained after a transformation and modeling process, the product obtained later will be used in the manufacture of buildings.

In order to provide an environmentally friendly alternative, which in turn is easy to use with the application of modern construction methods, such as Lego-type constructions, which are quickly assembled, thus reducing costs and time is obvious.

To demonstrate the effectiveness of plastic wood, it is proposed to make the construction of the plant with these blocks, thus generating a real perception of the product that will be manufactured in it, it is not only intended to present a construction material, but to expose everything that is It encompasses the reuse of plastic on a large scale, as well as supporting the environment, helping to reduce the pollution of these wastes.

### **KEYWORDS:**

RECYCLING, PLASTIC WASTE, EXTRUSION, PLASTIC WOOD.



## INTRODUCCIÓN

La contaminación por residuos plásticos es uno de los principales problemas medioambientales de nuestro tiempo. Según ECODES (2020) un aproximado de 8 millones de toneladas de dichos desechos es vertida cada año a los mares y océanos, lo cual equivaldría a cada minuto depositar o vaciar un camión lleno de plásticos, es una imagen aterradora. Si no se hace algo al respecto generando un cambio, en 2025 se espera una equivalencia de 1 tonelada de plástico por cada 3 de peces, y peor aún en 2050 habrá más plásticos que peces. Un cambio radical es urgente en la manera que se procesan estos desechos, así lo señalan algunos de los artículos recopilados en el Observatorio de Salud y Medio Ambiente “Contaminación por plásticos. Uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI”, elaborado por el Instituto DKV de la Vida Saludable, en colaboración con ECODES. Este informe lanza una clara alerta sobre la realidad que se vive actualmente, el cómo se llegó a esta situación, las repercusiones que esto acarrea tanto a nuestra salud como a nuestro planeta, y recomendaciones a poner en práctica instantáneamente para lograr alcanzar una solución, convertir el problema en un aliado no en el causante de uno de los mayores problemas medioambientales de nuestro siglo.

Frente a esta circunstancia, no todo es negativo, la maleabilidad del plástico es una propiedad que genera que sea posible su reutilización de manera más eficaz. Una planta de tratamiento y transformación de residuos sólidos plásticos, es un equipamiento con la capacidad de almacenar, clasificar, tratar, modificar y transformar los desechos plásticos en productos con una nueva vida útil, este tipo de planta ayuda a disminuir la cantidad de plásticos que son desechados en los rellenos sanitarios, los cuales podrían tardar en descomponerse hasta 500 años. Los productos obtenidos en el proceso no son solo ecológicos, sino que, a su vez funcionales, estéticos y de gran durabilidad, por mencionar solo algunas de sus características y/o beneficios.

La contaminación ambiental es de conveniencia de todos, y el campo de la arquitectura no se queda atrás, los desechos marinos como botellas plásticas, empaques de comida, papel film, bolsas de plástico, entre otros, se están convirtiendo en paredes y techos de diversas edificaciones. De esta forma, la basura plástica que termina en fuentes hídricas puede tener un destino más amigable y servir como un hogar, un equipamiento o incluso mobiliario (entre otras muchas aplicaciones). Es por ello que esta investigación se enfoca como tema principal en



los residuos plásticos y su aprovechamiento, proponiendo una planta de tratamiento y transformación de residuos sólidos, principalmente tipo 2 – HDPE (polietileno de alta densidad) y tipo 4 – LDPE (polietileno de baja densidad), en la ciudad de Cúcuta, resaltando la problemática actual de su principal relleno sanitario, que no es solo de carácter municipal, sino que a su vez atiende a 24 municipios más.

Precisamente se busca plantear el diseño de una planta de tratamiento y transformación que cumpla con los aspectos ambientales, tecnológicos y normativos necesarios para el correcto desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta la normativa y POT del municipio de Cúcuta, a su vez relacionado todo lo referente a procesos de reciclaje de la ciudad como rutas de recolección, almacenamiento de materiales, procesos de separación y clasificación, con la finalidad de que el proyecto tenga una adaptación satisfactoria con su entorno, y de manera puntual con referencia a su materialidad se propone la utilización de madera pastica como principal material para la construcción de la planta.

En aras de consolidar el proceso investigativo del documento, se realizó una exhausta revisión bibliográfica y una selección de las fuentes más relevantes y apropiadas, en este proceso se consideraron estadísticas tanto mundiales como municipales, para tener un panorama amplio y completo de la problemática trabajada, a su vez se analizan los conceptos y procesos relacionados directamente con el proyecto.

La estructura de la monografía da comienzo con una descripción inicial del proyecto, donde se exponen las bases, la problemática a resolver, justificación y los objetivos del proyecto, con la finalidad de crear una visión enfocada en los propósitos de este documento. Continuando se mencionan y explican los conceptos y teorías utilizadas y/o relacionadas directamente con el desarrollo de la planta de tratamiento y transformación, plásticos, reciclaje y contaminación, sin dejar a un lado la normativa que va en relación; seguido se enuncian y describen las diferentes escalas utilizadas para la recolección de información de interés. Prosiguiendo, se da a conocer el proceso de investigación, análisis y producto más a fondo y puntual, y, por último, las conclusiones derivadas del proceso investigativo, de las interrogantes planteadas y los objetivos propuestos.

## 1. DESCRIPCIÓN INICIAL DEL PROYECTO

La contaminación es una de los principales problemáticas que se vive en todo el mundo en estos momentos, generando dificultades ambientales, y a su vez consecuencias graves para la salud de las personas. Los residuos plásticos al ser desechados, en su mayoría terminan en fuentes hídricas que tienen finalidad en los océanos, estos son conocidos o definidos como vertederos mundiales de plástico.

*Tabla 1. Matriz para delimitación inicial proyectos de investigación.*

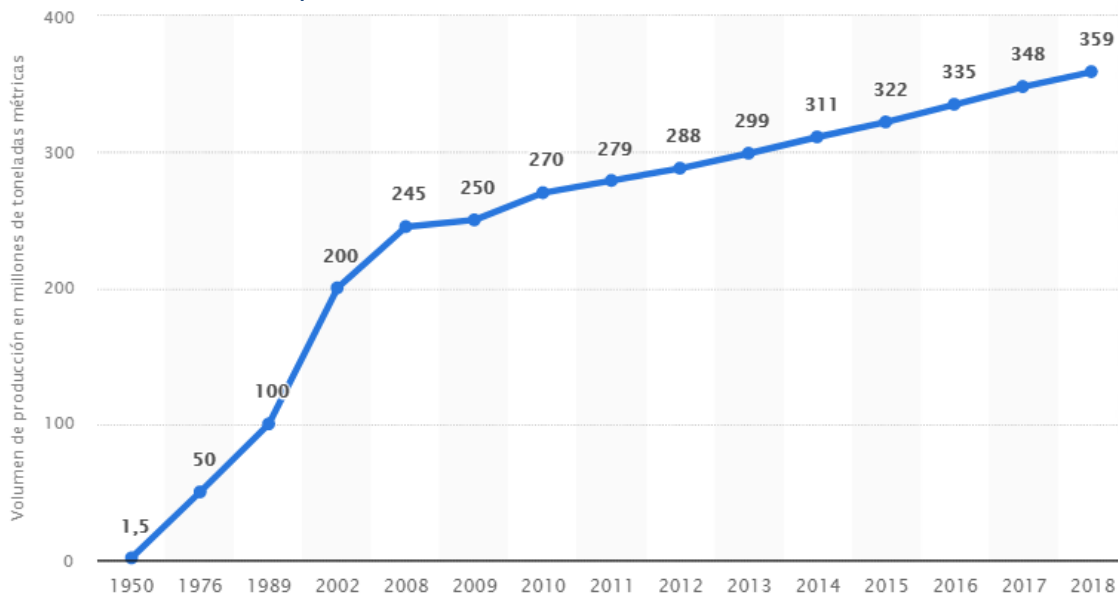
MATRIZ SISTEMICA DE INVESTIGACIÓN EN ARQUITECTURA						
Ejes del ejercicio arquitectónico	SOCIAL	AMBIENTAL	CULTURAL	ECONOMICO	POLITICO	TECNOLOGICO
Conflictos asociados al sistema						
Diseño Arquitectónico						X
Diseño Urbano						
Hábitat						
Diseño Espacio público						
Ordenamiento Territorial						
SIG						
Construcción						
Tecnologías de construcción		X				
Técnicas de Representación						
Teoría y Crítica						
Patrimonio						
Historia						
BIM						
Modelos complejos						
política pública						
Participación ciudadana						

*Fuente: Elaboración propia, a partir de matriz de delimitación inicial del grupo GIT Unipamplona, 2018.*

Mundialmente la producción de materiales polímeros plásticos como PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS y otros (mezcla de plásticos), ha aumentado de manera acelerada de 270 millones de toneladas en 2010 a 367 millones de toneladas en 2020, lo que representa un aumento del 36%. Vale aclarar que cada plástico es un polímero, pero no todos los polímeros son plásticos.



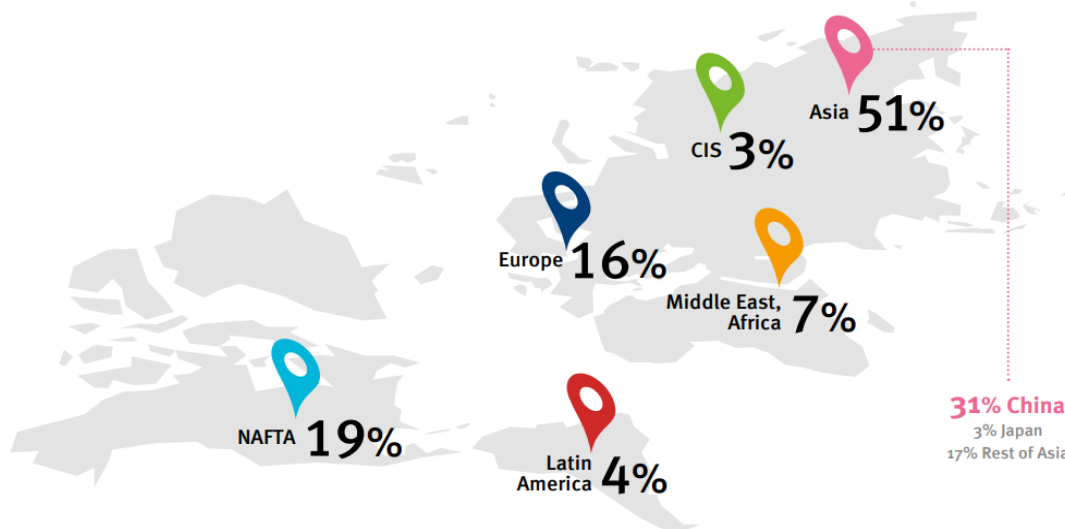
Gráfico 1. Producción de plástico a nivel mundial de 1950 a 2018.



Fuente: *Plastics Europe, 2019.*

Como se observa en el gráfico la producción de plástico anual es cada vez mayor y aumenta a un ritmo acelerado, resaltando que gran parte de estos son de un solo uso y desechados en un tiempo muy corto, para que un residuo de este tipo se descomponga se requiere de 100 a 1000 años aproximadamente, depende de sus componentes. China es el mayor productor de plásticos en el mundo, con un 31% de fabricación de la totalidad mundial. (Plastics Europe, 2020)

Gráfico 2. Producción de plástico en el mundo 2019 (en %).



Fuente: *Plastics Europe, 2019.*



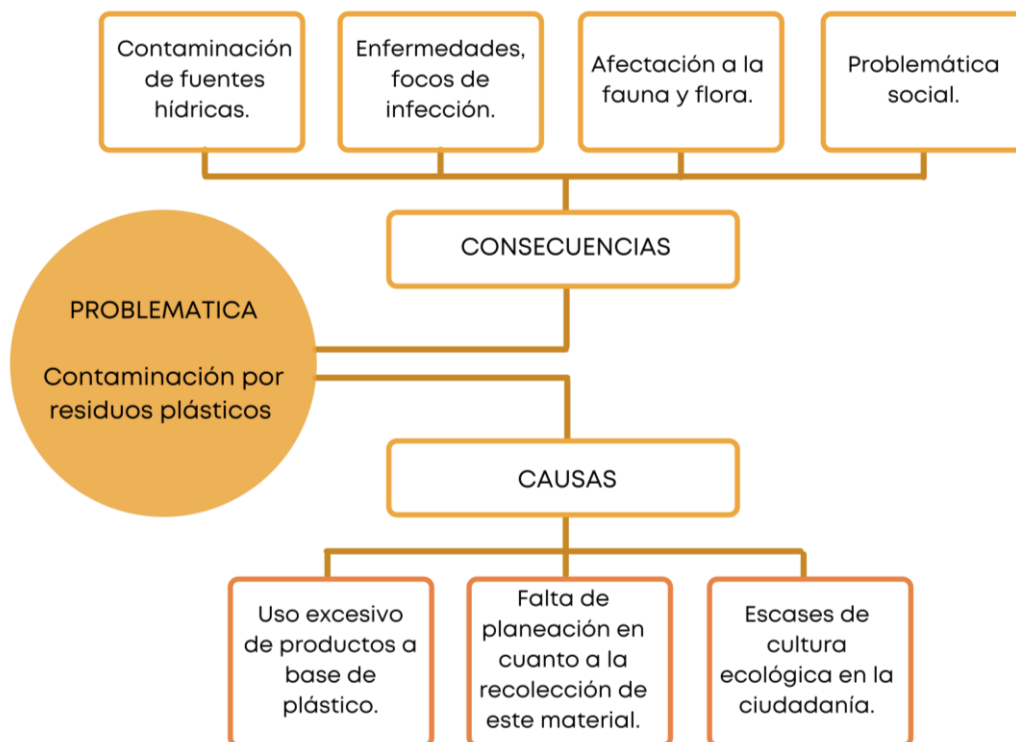


A nivel nacional, en Colombia se generan cerca de 12 millones de toneladas de basura al año, de las cuales se recicla en promedio un 17%. Solo en Bogotá se producen 6.300 toneladas de basura al día y solo se reaprovechan entre el 14% y 15%, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (DNP, 2016, pág. 1)

Los hogares, fabricas, instituciones, son la fuente del reciclaje, lastimosamente el nivel de este es bajo, su consecuencia se ve reflejada en las constantes aglomeraciones y crisis en los rellenos sanitarios, principalmente por la falta de espacio para depositar los residuos. El problema se estima que empeorara en los siguientes cinco años, pues se considera que 321 rellenos del país cumplirán su vida útil. Vale mencionar que a nivel nacional el 80% de los municipios no han actualizado sus Planes municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

A nivel regional, de manera más puntual, haciendo un estudio al municipio de Cúcuta, se trabajará con la población encargada de la labor del reciclaje, ellos como principal fuente de información, ya que día a día viven la realidad de esta problemática.

*Gráfico 3. Árbol Causas y consecuencias - problemática contaminación por plásticos.*



*Fuente: Elaboración propia.*



## 1.1 PREGUNTAS PROBLEMATIZADORAS

- ¿Qué tipo de plásticos son aptos y es posible su reciclaje para un posterior aprovechamiento, teniendo un enfoque hacia el sector de la construcción, puntualmente la madera plástica, en relación a la arquitectura?  
Los plásticos reciclables se dividen en 6 categorías, las cuales son: PET o PETE, HDPE, PVC, LDPE, PP y PS, también encontramos los plásticos mixtos, que es difícil separar sus componentes, por ello no se pueden hacer uso de estos, principalmente en la fabricación de madera plástica se usan los HDPE y LDPE.
- ¿Cuáles son las variables del entorno específico y sus pobladores, que más influyen en el reciclaje?  
En el proceso del reciclaje se ven involucradas varias poblaciones, este inicia desde los hogares con la separación de los residuos orgánicos de los inorgánicos (aprovechables y no aprovechables), los encargados de la separación de estos elementos son los denominados recicladores, algunos están asociados a empresas tecnificadas encargadas de este trabajo y otros de manera independientemente. Después los materiales separados continúan su proceso de reutilización en manos de expertos en ese campo y dependiendo de su finalidad se les dará su adecuado tratamiento.
- ¿Qué tratamiento, proceso y/o transformación se puede efectuar sobre los materiales plásticos para así ayudar a su disminución como desecho contaminante?  
Después de la debida recolección de los plásticos estos continúan su proceso en las conocidas plantas de tratamiento de residuos plásticos, no todos los plásticos recolectados funcionan para la misma finalidad, por ende, pasan por un proceso de clasificación para así poder darles el uso adecuado, por ejemplo, los plásticos PET son reutilizados en su mayoría para la fabricación de botellas o embaces de alimentos.
- ¿Cuáles son los aspectos teóricos, conceptuales, tendenciales y normativos claves para el desarrollo de una planta de tratamiento?  
El proceso de diseño de una planta de tratamiento de plásticos debe llevar un estudio tecnificado basado en las normas y parámetros ya establecidos para la construcción de este tipo de proyectos, debido a la complejidad de los procesos que allí se efectúan, teniendo en cuenta los olores, ruidos y emisiones de gases que se producirán debido a la fundición del material.



## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Si hablamos de materiales de construcción en la actualidad se deben buscar alternativas amigables con el planeta, ya que los componentes tradicionales como la madera, ladrillo, cemento, entre otros, generan un impacto negativo el medio ambiente.

Colombia cuenta con una gran extensión de bosques que representan diversos servicios ecológicos a la población, sin embargo, esta extensión año a año se ve disminuida por la intervención de las actividades humanas en los diferentes ecosistemas para dar paso a la producción de los sectores económicos del país. Las actividades del sector de la construcción son unas de las causas que aumentan esta situación debido al consumo de madera para la construcción de viviendas a nivel nacional. Este consumo de material se debe a las bondades que representa respecto a otros productos en aplicaciones de procesos constructivos, decoración y acabados. De manera puntual lo mencionado anteriormente tiene una representación del 0.79% del total de la deforestación anual en Colombia representados en un total de 1.558 hectáreas al año (Gamba Sanchez, 2020, pág. 2), por ende, reemplazar la madera natural por madera plástica tendría un aporte significativo a combatir la deforestación nacional.

En la fabricación del ladrillo, los usos de los hornos para su cocción representan un alto nivel de contaminación atmosférica, a su vez convirtiéndose en un problema ambiental, eso constituye una problemática de salud pública, la deficiencia en la calidad del aire deterioran la salud humana, que genera una afectación principalmente a niños, adultos mayores y personas con enfermedades respiratorias, sin dejar a un lado los trabajadores que ven el deterioro en su salud de una manera más acelerada. (Arango Ordoñez & Rodríguez Moreno, 2017)

Los plásticos han dado grandes beneficios a la sociedad, pero es evidente que el uso excesivo de estos ha creado una problemática mundial, debido a su acumulación como desechos en el medio ambiente. No es un secreto que la descomposición de este material va a un ritmo muchísimo menor que el de su fabricación, utilización y posterior desuso, creando así una sobresaturación de desperdicios plásticos en los rellenos sanitarios, y sin dejar a un lado que parte de estos residuos van a parar a fuentes hídricas, bosques, entre otros, generando una contaminación ambiental gigantesca.



Los plásticos se clasifican en 7 grupos, de los cuales 6 de estos se pueden reciclar, generando así una posibilidad de disminuir el impacto negativo de este material hacia el entorno. Los PET o PETE (tipo 1), HDPE (tipo 2), PVC (tipo 3), LDPE (tipo 4), PP (tipo 5) y PS (tipo 6), son las categorías que permiten realizar el proceso de las tres R, y generar así nuevos objetos, utensilios y/o materiales para su posterior uso.

Entre materiales innovadores que tienen un gran aporte ambiental y se consideran ecológicos encontramos la madera plástica. Esta se elabora a partir de residuos plásticos 100% reciclados que son rigurosamente seleccionados por sus características y una proporción de madera, dando aprovechamiento a las cualidades y ventajas de la madera natural, pero mejorando sus propiedades al incorporar las ventajas del plástico, mejorando su durabilidad y versatilidad permitiendo la fabricación de diversas formas y/o piezas funcionales para el ámbito de la construcción.

Una planta de tratamiento y transformación de residuos sólidos plásticos es un conjunto de instalaciones, operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la concentración o el volumen de los residuos sólidos plásticos o basuras, o su conversión en formas más estables. Esta es una gran alternativa, se podrá reutilizar una cantidad de plásticos considerable y a su vez generar un material de construcción (madera plástica) de increíbles características.

### **1.2.1 Ventajas de la madera plástica**

El uso de esta madera trae considerables ventajas que benefician a la comunidad y al planeta. Entre ellas se encuentran:

- La disminución de la tala de árboles debido a que su materia prima es el plástico reciclado y no la madera natural.
- Es higiénica porque se puede lavar con cualquier tipo de detergente.
- No se raja ni se astilla, lo que se traduce en menos accidentes para sus usuarios e instaladores.
- Tiene una alta durabilidad comparada con la madera natural.
- No es sensible a los insectos ni roedores.
- El mantenimiento es sencillo porque no requiere de anticorrosivos ni de la aplicación de plaguicidas como las maderas naturales.
- Su aplicación se puede dar en cualquier clima.
- No da lugar a ningún tipo de alergia de contacto.



- No genera partículas en el ambiente al momento de su instalación y/o limpieza.
- Rápida fabricación.
- Material reutilizable al tener una alta durabilidad.

Al tener como materia prima el plástico reciclado, la madera plástica se convierte en un factor de alivio para el medio ambiente, donde se disminuye la contaminación y se reduce el impacto ambiental que el plástico genera con su degradación cuando es desechado, aliviando en parte los rellenos sanitarios porque se rebaja el contenido de residuos plásticos. Es la recuperación de un espacio vital del planeta que ocupan estos residuos y transformarlos en una solución que puede ser una vivienda o un parque infantil o simplemente muebles o estacas. (Rincón Garzón , Rodríguez Carmona , & Espitia Cubillos , 2016, págs. 41-48)

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 General**

Diseñar una planta de tratamiento y transformación de residuos sólidos plásticos, principalmente tipo 2 – HDPE (polietileno de alta densidad) y tipo 4 – LDPE (polietileno de baja densidad), enfocada en la producción de madera plástica como material constructivo para un modelo de vivienda en la ciudad de Cúcuta.

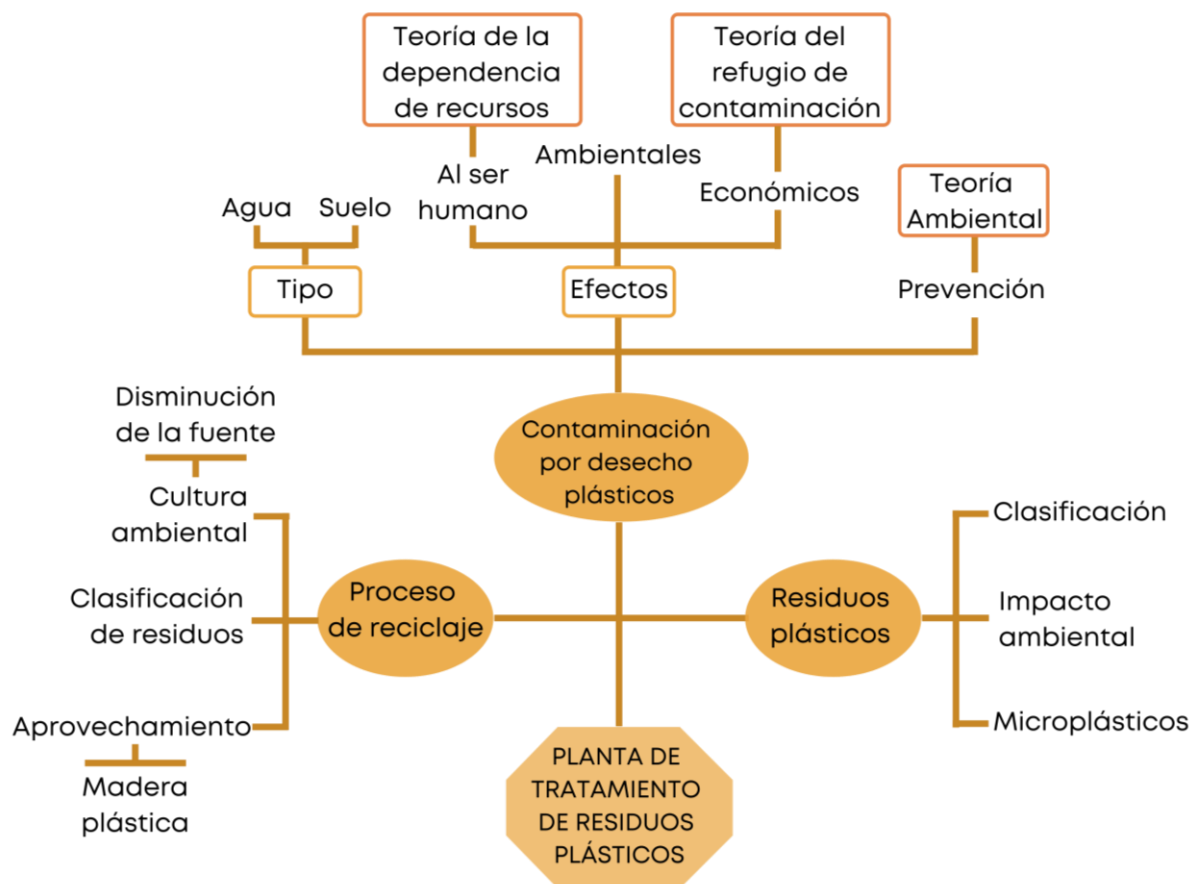
#### **1.3.2 Específicos**

- Identificar los aspectos ambientales, tecnológicos y normativos, que se asocien al desarrollo de un proyecto arquitectónico de una planta de tratamiento de residuos plásticos, asegurando cumplir con las respectivas normas del municipio de Cúcuta, Norte de Santander, para determinar las áreas y programa arquitectónico adecuado para el desarrollo satisfactorio del diseño para el proyecto.
- Analizar los procesos vinculados con el reciclaje que se emplean actualmente en la ciudad como rutas de recolección, almacenamiento de materiales, procesos de separación y clasificación, para generar una adaptación adecuada del proyecto con su entorno.
- Diseñar una planta de tratamiento y transformación de residuos con madera plástica como principal material de construcción, en conjunto con el método constructivo de zapatas como cimentación, con la finalidad de reflejar de manera física y tangible el empleo de este material.

## 2. MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

A continuación, se abordan conceptos y teorías que fortalecen la parte investigativa del proyecto desde tres enfoques principales: contaminación por desecho plásticos, residuos plásticos y proceso de reciclaje. Dicha conceptualización permite tener un mayor conocimiento, comprensión y entendimiento con el fin de brindar apoyo en el desarrollo de la investigación. En cuanto a contaminación los conceptos serán: contaminación del agua, contaminación del suelo (tierra), efectos ambientales, efectos al ser humano, efectos económicos y prevención, junto a las teorías: teoría de la dependencia de recursos, teoría ambiental y teoría del refugio de contaminación; en residuos plásticos se encuentran: clasificación, micro plásticos e impacto ambiental, y en el proceso de reciclaje serán: clasificación de residuos, cultura ambiental, disminución de la fuente, aprovechamiento y madera plástica.

Gráfico 4. Fundamentación teórica y conceptual.



Fuente: Elaboración propia.



La contaminación por plástico es la acumulación de productos de plástico en el medio ambiente que produce efectos adversos sobre la vida silvestre, el hábitat o los humanos, en Colombia, cada persona consume 24 kilos de plástico al año y solo se recicla el 20 % del más de 1,4 millones de toneladas desechos que de este material se consumen. Esto ubica al país como la nación que más contribuye a la contaminación del mar Caribe con plásticos, por encima de México y Estados Unidos. Del total de material que se consume, unas 770.000 toneladas corresponden a un uso corto, como empaques y envases. Y de esa cantidad, por lo menos 38.500 toneladas tienen que ver con elementos de un solo uso, como bolsas, platos, vasos y cubiertos desechables, además de pitillos. (Semana, 2021, pág. 1).

La contaminación del agua o hídrica hace referencia a la presencia de desechos en el agua; la contaminación de mares, ríos y lagos se produce por las actividades del ser humano y es foco de infecciones. Por otro lado, la contaminación del suelo o la tierra como el anterior tipo, es desgraciadamente por la mano humana, este se refiere a los residuos y la basura arrojada en cualquier zona terrestre, directamente en la tierra sin debido proceso (montañas, lotes sin construcción, peñas, zonas poco trascurridas, entre otros). (Aguae, 2021)

Algunos efectos ocasionados por la contaminación de plásticos se ven reflejados o afectan directamente: **al ser humano**, ya que, con la contaminación a fuentes hídricas, el agua al ser bebida por las personas ocasiona enfermedades, intoxicaciones, etc., y no solo por lo mencionado anteriormente, en general puede ocasionar la muerte en la población, se estima que cerca de 2 millones de personas podrían morir al año a causa de la contaminación, mutaciones genéticas: esto es para adaptarse a medios alterados, desertificación: tiene como consecuencia la pérdida de cosechas junto con la migración de poblaciones. Es importante mencionar la **teoría de la dependencia de recursos** esta supone como principio básico que la organización debe obtener recursos del entorno (bienes tangibles e intangibles), puesto que no tiene las condiciones y los factores suficientes para generar dentro de sí todo lo que requiere para sobrevivir (Arik, Clark, & Raffo, 2016, pp. 48-70), es un claro ejemplo del ser humano con el medio ambiente, si se continua con la agravación de la contaminación es una segura extinción, sin recursos no puede funcionar la organización.

**Ambientales**, es una de las causas del cambio climático, principalmente a través del calentamiento global, enfermedades que afectan a flora y fauna, hasta llegar en algunos casos a la extinción de especies, fenómenos meteorológicos anómalos: Inundaciones, tormentas, aluviones, etc., fuera de lo común. Y **económicos**, la



contaminación no sólo tiene efectos perjudiciales sobre la vida, sino que también sobre la economía. De acuerdo a un estudio de la OCDE, podría costar 2,6 billones de dólares al año, o el 1% del PIB mundial, para el año 2060. Los costos estimados se relacionan con gastos médicos, pérdida de trabajo por enfermedad y disminución de la producción agrícola (Economipedia, 2017, pág. 1).

La **teoría del refugio de contaminación**, definida como el fenómeno socio-económico y socio-ecosistémico de contaminación resultante de los estándares ambientales y su repercusión en la economía de las industrias, aparece con la evolución de la política ambiental de un país desarrollado el cual adoptaría un alto estándar ambiental que imposibilitaría la continuidad de industrias contaminantes; obligándolas a adecuarse al nuevo estándar ambiental; provocando una crisis en la producción y ganancia que menguaría la competitividad comercial, generando el desplazamiento de estas por medio de la IED desde países desarrollados o países del Norte global a países en vías de desarrollo o del Sur global, ya que serían estos últimos los que contarían con estándares ambientales laxos e incluso nulos (Birnie, Boyle, & Redgwell, 2009, pp. 24-28).

**Prevenir**, se refiere a la preparación con la que se busca evitar, de manera anticipada, un riesgo, un evento desfavorable o un acontecimiento dañoso. Pueden prevenirse enfermedades, accidentes, delitos, etc. La palabra proviene del latín *praeventio*, *praeventiōnis* (Significados, 2015). Por consiguiente, tenemos la **teoría ambiental** o ambientalista, que fue presentada por Nightingale en 1859. En su teoría, aunque fue escrita hace más de 150 años, respalda varias acciones de la actualidad, tales como: la higiene previene la morbilidad; y con un ambiente limpio, el número de casos de infección disminuye, en conclusión, el principal aspecto destacado por Nightingale fue la higiene, con el control del medio ambiente de las personas y sus familias.

Los **residuos plásticos** o plásticos son materiales sintéticos obtenidos mediante reacciones de polimerización a partir de derivados de petróleo. Son materiales orgánicos, igual que la madera, el papel o la lana. Las materias primas que se utilizan para producir plástico son productos naturales como el carbón, el gas natural, la celulosa, la sal y, por supuesto, el petróleo. El término «**plástico**» proviene del griego «*plastikos*» que significa que se puede moldear. Los plásticos poseen distintas propiedades que permiten moldearlos y adaptarlos a diferentes formas y aplicaciones. Si miramos bien, en todos los ámbitos vemos elementos de plástico: los envases, la ropa, los utensilios, los dispositivos médicos, los electrodomésticos, los medios de transporte, entre otros. (CAIRPLAS, 2016)





Existen diversas listas de **clasificación**, según su comportamiento frente al calor existen dos grandes tipos de plásticos: Los termoplásticos, que no sufren cambios en su estructura química durante el calentamiento. Se pueden calentar y volver a moldear cuantas veces se desee. Por ejemplo, el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), el poliestireno expandido (EPS), el policloruro de vinilo (PVC), el poli tereftalato de etilenglicol (PET), etc. Y los termoestables, que sufren un cambio químico cuando se moldean y, una vez transformados por la acción del calor, no pueden ya modificar su forma. Por ejemplo, las resinas epoxídicas, las resinas fenólicas y amídicas y los poliuretanos.

Actualmente los plásticos son muy utilizados como envases o envolturas de sustancias o artículos alimenticios que, al desecharse sin control, tras su utilización, han originado gigantescos basureros marinos, como la llamada Isla de basura, el mayor vertedero del mundo. De este modo surge un **impacto ambiental** de manera negativa, las características moleculares (tipos de polímeros) del plástico contribuyen a que presenten una gran resistencia a la degradación ambiental y con mayor razón a la biodegradación. Como es evidente el desecho acumulativo de estos plásticos en el medio ambiente trae graves consecuencias a las comunidades, como enfermedades.

Los **microplásticos** son partículas plásticas con un tamaño no superior a los 5 mm o 1/5 de pulgada, las cuales por su diminuto tamaño es difícil su remoción en las plantas de tratamiento de aguas residuales, y terminan llegando a los cuerpos de agua. Estos son consumidos por un amplio rango de organismos afectando su ecosistema y desarrollo. De acuerdo con investigaciones en curso, sustancias tóxicas como los PCBs, PAHs y Bisfenol-A, son ingeridas por medio de los microplásticos consumidos por medio del agua. En la actualidad se presenta un aumento en el consumo de plásticos, por lo tanto, el aumento de la contaminación y elevación en el índice de microplásticos en las fuentes hídricas.

Por todo lo mencionado anteriormente, es importante implementar el **reciclaje** en nuestros hogares. Castells describe el **reciclaje** como la operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de residuos, ya sea total o parcial en la composición definitiva (2012, pág. 67). Es de suma importancia incentivar a la **cultura ambiental**, esta debe formar y desarrollar en la comunidad comportamientos en función de cuidar su entorno y los recursos de la naturaleza, en sí, es educar en valores **ambientales** y actitudes en favor del medio ambiente para una mejor calidad de vida de las sociedades, lo cual actualmente es prioritario.



Al reciclar desde cada casa y concientizándose del uso exagerado de plásticos, se está contribuyendo a la **disminución de la fuente** de desechos, al separar los residuos se está facilitando la reutilización de los mismos, y a su vez la disminución de los desechos plásticos en el medio ambiente. Puntualmente la **clasificación de los residuos plásticos** según sus características para ser reciclados y reutilizados es:

- 1) PET o PETE (Tereftalato de polietileno). Es un plástico transparente que se usa para fabricar botellas de agua o refrescos. Este plástico tiene buena resistencia al vapor y a los gases. Es uno de los plásticos más usados y reciclados.
- 2) PE-HD o HDPE (Polietileno de alta densidad). Este plástico se utiliza para fabricar envases de lácteos, zumos, champú, perfume, detergentes, etc. Resiste bien la humedad y es muy duro.
- 3) PVC (Policloruro de vinilo). Este plástico es rígido, duro y versátil, y se utiliza para embalar elementos no alimenticios.
- 4) LDPE (Polietileno de baja densidad). El LDPE es muy flexible e impermeable al vapor. Se utiliza para fabricar bolsas de alimentos y de basura, botellas exprimibles o tapas flexibles.
- 5) PP (Polipropileno). Se emplea sobre todo en la fabricación de utensilios de cocina, como por ejemplo platos de plástico para microondas, pajitas de bebida, cubiertos desechables, etc.
- 6) PS (Poliestireno). Muy fácil de moldear, el poliestireno se usa para fabricar material electrónico y espuma de embalaje.

\*Por seguridad alimentaria, los plásticos con el número 2, 3, 5 y 6 no se pueden reciclar para obtener nuevos envases de comida.

Por último, y con el número 7 y la letra O, se catalogan aquellos plásticos fabricados con la mezcla de varias resinas, entre ellas el policarbonato y el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno). Estos plásticos no pueden reciclarse. (SMV, 2021, pág. 1)

Con esta clasificación se puede llegar a un mejor **aprovechamiento** de los residuos, porque con los diferentes tipos se obtienen diferentes resultados, cada tipología tiene sus características especiales, por ejemplo, el número 5 o PP una vez reciclado se puede utilizar en utensilios de aseo como escobas, cepillos, baldes, también en rastrillos, bandejas, cajones de bebidas, baldes de pintura, señales luminosas, pallets, entre otros.

La **madera plástica** generalmente se fabrica con los tipos 2 HDPE (Polietileno de alta densidad) y 4 LDPE (Polietileno de baja densidad), pero también se pueden utilizar otros de los mencionados anteriormente. Este material es una buena alternativa a la hora de reutilizar los plásticos ya que no solo se ayuda a mitigar el impacto ambiental, sino a su vez se produce un elemento constructivo de alta calidad y resistencia, con un uso flexible gracias a su posibilidad de diversas formas a la hora de fabricarlo.

## 2.1 REFERENTE

### 2.1.1 Planta de fabricación y comercialización de madera plástica en Itagüí

CONSTRUPLAST es una industria que transforma materiales plásticos postindustrial 100% reciclados, los cuales se convierten en un sustituto de la madera tradicional llamada de un modo comercial MADERA PLASTICA O ECOLOGICA. El producto evita la tala de bosques, protegiendo de esta manera el medio ambiente, lo que garantiza una inversión segura, de alta rentabilidad y durabilidad en el tiempo, con amplias aplicaciones y beneficios.

#### **Impacto Ambiental e Innovación**

Desde la intensa búsqueda de suplir las necesidades planteadas por nuestros clientes, CONSTRUPLAST, ha desarrollado productos con altos estándares de diseño, calidad e innovación. Al procesar estos materiales plásticos también estamos contribuyendo no solo a dejar de talar si no a evitar contaminar el agua, el aire y el suelo. CONSTRUPLAST contribuye generando empleos directos e indirectos de entidades como fundaciones y cooperativa de Reciclaje, entre otros. (Construplast, 2018)



Fuente: *Página oficial Construplast.*



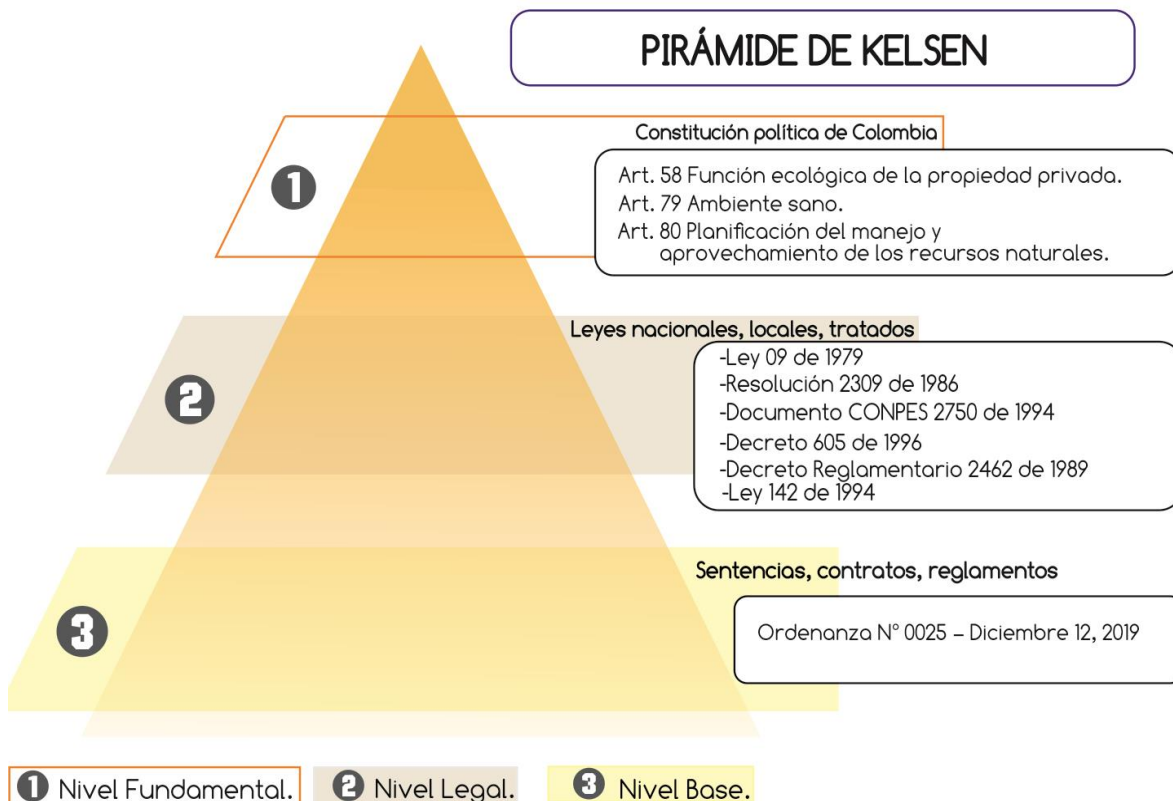
Fuente: *Página oficial Construplast, 2021.*

Estos son algunos de los posibles productos que se pueden fabricar en una planta de tratamiento y transformación de residuos plásticos, con el uso de madera plástica.

## 2.2 MARCO NORMATIVO

La normativa relacionada con el proyecto se expondrá a continuación, haciendo referencia a la Constitución Política de Colombia, leyes, decretos, reglamentos, tratados u otros documentos que se consideren necesarios para un desarrollo adecuado del proyecto expuesto.

Gráfico 5. Aplicación pirámide de Kelsen.



Fuente: *Elaboración propia.*

### 2.2.1 Nivel Fundamental

La Constitución política de Colombia contempla normativas a nivel nacional, los artículos de conveniencia son:

Tabla 2. Artículos de la constitución del nivel 1.

Art.	Tema	Contenido
58	Función ecológica de la propiedad privada.	Establece que la propiedad es una función social que implica obligaciones y que, como tal, le es inherente una función ecológica.

79	Ambiente sano.	Consagra el derecho de todas las personas residentes en el país de gozar de un ambiente sano. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
80	Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.	Deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

*Fuente: Constitución política de Colombia y elaboración propia.*

### 2.2.2 Nivel Legal

Leyes nacionales, locales, tratados y/o decretos asociados con el proyecto:

*Tabla 3. Leyes, resoluciones y decretos del nivel 2.*

Norma	Contenido
Ley 09 de 1979	Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos.
Resolución 2309 de 1986	Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad.
Ley 142 de 1994	Dicta el régimen de servicios públicos domiciliarios. Servicio público de aseo.
Documento CONPES 2750 de 1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos.
Decreto Reglamentario 2462 de 1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción.
Decreto 1713 de 2002	Establece un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos, localización de la planta de aprovechamiento, diseño de edificaciones para el aprovechamiento, almacenamiento de materiales aprovechables.

*Fuente: Políticas Nacionales y elaboración propia.*



### 2.2.3 Nivel Base

Sentencias, contratos, reglamentos y/u ordenanzas que se implementaran:

*Tabla 4. Ordenanzas del nivel 3.*

<b>Norma</b>	<b>Contenido</b>
Ordenanza N° 0025 – diciembre 12, 2019	Por la cual se formula la política pública del manejo, recolección y entrega para la disposición final de los residuos pos consumo en el territorio del departamento de Norte de Santander.

*Fuente: Políticas departamento de Norte de Santander y elaboración propia.*

### 3. MARCO CONTEXTUAL

El componente de análisis en el que se realizara el estudio es de interés propio del proyecto, en el cual se estudiará la infraestructura vial, infraestructura de servicios públicos, sistema ambiental, usos del suelo y prestación de servicios dotacionales.

#### 3.1 ÁREA DE CONTEXTO (escala macro)

##### Norte de Santander

##### Descripción geográfica:

El Departamento de Norte de Santander está situado en el noreste de la región andina del país, cuenta con una superficie de 22.367 km<sup>2</sup> lo que representa el 1.9% del territorio nacional. Limita por el Norte y Este con la República de Venezuela, por el Sur con los departamentos de Boyacá y Santander, y por el Oeste con los departamentos de Santander y Cesar. Por otro lado, con relación al relieve departamental de Norte de Santander se determina una amplia variedad de climas; las temperaturas van desde los 30°C, en los valles del Zulia y Catatumbo, hasta los 3°C en los altos páramos. El departamento está dividido en 40 municipios, 108 corregimientos, 106 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados. (Gov.NortedeSantander, 2016)



Mapa 1. Norte de Santander. Fuente: Plan de desarrollo Norte de Santander 2020-2023 y elaboración propia.





### **Infraestructura vial:**

Norte de Santander cuenta con una vía muy importante y estratégica que atraviesa su territorio geográfico como lo es la carretera Bolivariana y Panamericana que viene desde Caracas recorre el territorio departamental, pasando por Cúcuta, Villa del Rosario, Pamplona, Silos, Pamplonita y otras poblaciones; de esta vía se desprenden vías secundarias que conectan las cabeceras municipales de Cácuta, Chitagá, Labateca, Toledo, Mutiscua, Chinácota, Ragonvalia, Herrán, Bochalema y Durania.

Por su parte en Cúcuta tienen su origen varias carreteras que unen la capital con Arboledas, Cucutilla, Los Patios, Puerto Santander, Salazar, Santiago, Gramalote, El Zulia, San Cayetano, Lourdes, Sardinata, Ábrego, Ocaña, Hacarí, Convención, San Calixto, Teorama y El Carmen. Finalmente, se encuentra la Ruta Nacional 55 o Troncal Central del Norte (también llamada Carretera central del Norte) que es un importante corredor de la Red Nacional de Vías de Colombia, planificado para cubrir el trayecto entre Bogotá y el municipio de Puerto Santander, ubicado justo en la frontera con Venezuela.

Cuenta con 603,3km de longitud y es uno de los corredores viales más importantes del país, ya que permite la comunicación terrestre entre Bogotá y los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander y el vecino país. En la Troncal Central del Norte, en el sector del Páramo del Almorzadero, se encuentra el punto más alto alcanzado por una vía nacional en Colombia, a 3.864 metros sobre el nivel del mar. (PDD, 2020)

**VÍAS Y TRANSPORTE**  
 NORTE DE SANTANDER



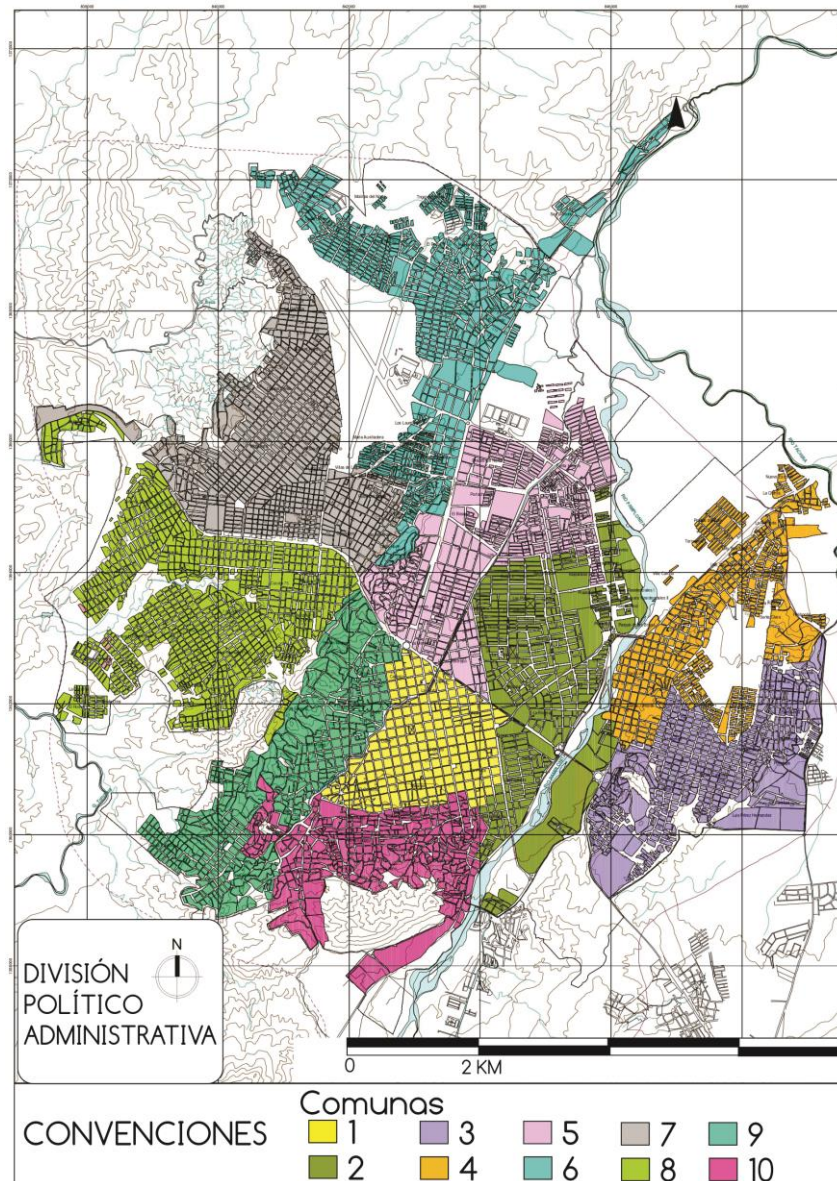
*Mapa 2. Carreteras de Norte de Santander. Fuente: Instituto Nacional de Vías – Invias, y elaboración propia.*

**3.2 ÁREA DE ESTUDIO (escala meso)**  
**Ciudad de Cúcuta**

**Descripción geográfica:**

Cúcuta, oficialmente San José de Cúcuta, es un municipio colombiano, capital del departamento de Norte de Santander. Se encuentra situado en el noreste del país, en el Valle homónimo, sobre la Cordillera Oriental de los Andes, y frente a la frontera con Venezuela. Cúcuta cuenta con una población aproximada de 650 mil habitantes.

El área del municipio de Cúcuta es de 1.176 km<sup>2</sup>, que representan el 5,65% del departamento, su altura sobre el nivel del mar es de 320m. Su temperatura media es 28°C y su precipitación media anual es de 1.041 mm. (POT, POT Cúcuta, 2019)



*Mapa 3. Político de la ciudad de Cúcuta. Fuente: POT Cúcuta y elaboración propia.*

### **Infraestructura vial**

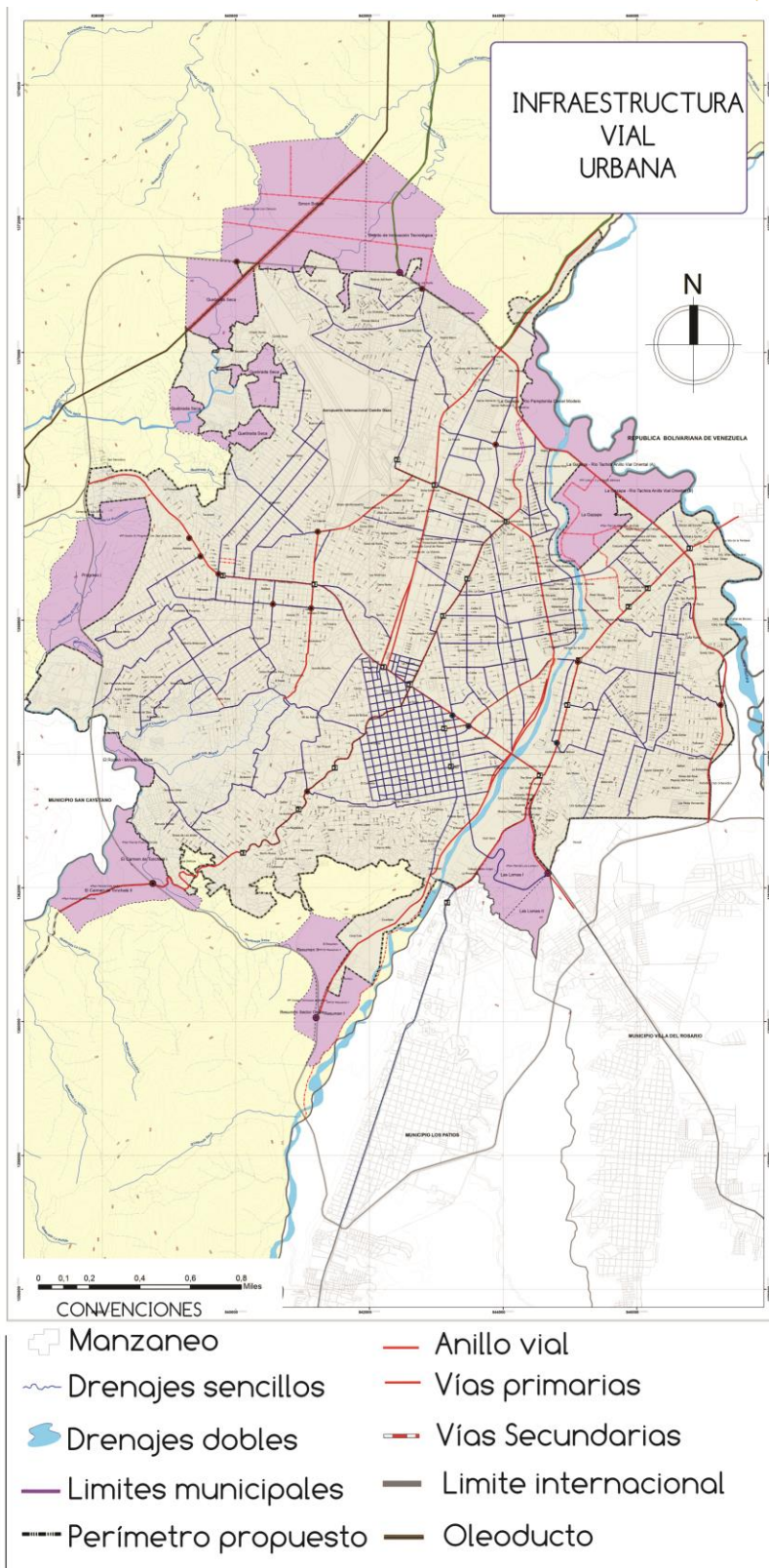
Conocer las rutas de acceso al área de estudio es un pilar fundamental para el correcto funcionamiento del proyecto, ya que son herramienta fundamental para las rutas de recolección de residuos y exportación de materiales. El sistema Vial Metropolitano (VM) está conformado por circuitos viales que facilitan la interrelación de la cabecera urbana de Cúcuta con los municipios que conforman el área metropolitana, la cual está conformada por Villa del Rosario, Los Patios, El Zulia, San Cayetano. Estos circuitos envuelven el área urbana y conducen el tránsito automotor en forma tangencial sin penetrar al sector céntrico de la ciudad. (POT, POT Cúcuta, Infraestructura vial, 2019)



Se han definido como Ejes Metropolitanos Estructurantes:

- **Anillo vial Occidental proyectado:** Desde la Redoma del Salado que permite la conexión con la Vía Cúcuta a San Faustino y con la Avenida Panamericana (Av. 7ª) en el Área Urbana, siguiendo por la vía hacia el oeste hasta encontrar la Autopista al Zulia, bordeando el área urbana, suelos de expansión, suburbana y de protección ambiental, pasando por los corregimientos de Buena Esperanza, El Carmen de Tonchalá, el Municipio de San Cayetano y el Corregimiento de San Pedro - El Pórtico, hasta llegar al sur al puente proyectado que lo unirá con el anillo vial oriental en el Municipio de los Patios.
- **Anillo vial Oriental:** Desde la Redoma del Salado siguiendo al este pasando por suelos urbanos y de expansión tomando la vía a Boconó – Villa del Rosario, hasta encontrar linderos con el Municipio de Villa del Rosario, donde sigue su curso hasta llegar al municipio de los Patios y su encuentro al sur con el anillo vial occidental.

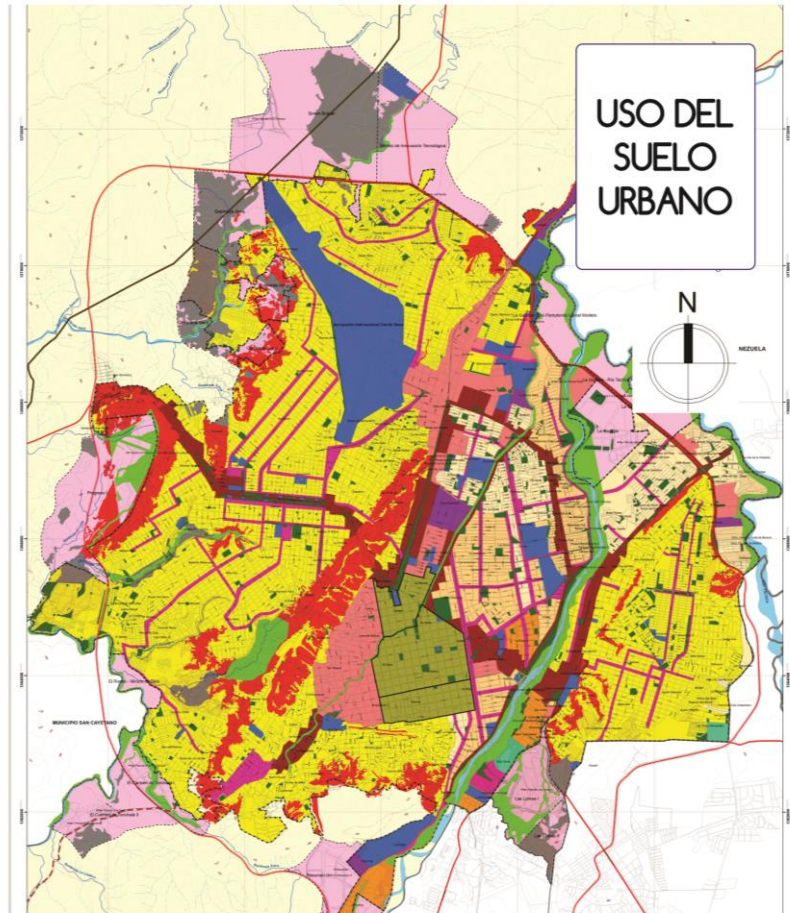
(POT, POT Cúcuta, Infraestructura vial, 2019)



Mapa 4. Estructura vial urbana. Fuente: POT Cúcuta y elaboración propia.

**Uso de suelos:**

El área de estudio del proyecto está ubicada sobre zona industrial de la ciudad, está se delimitada por la clasificación de usos de suelo urbano que se encuentra descrita en el POT del municipio. Se encuentra situada estratégicamente para no intervenir en las zonas residenciales, sumando que se ubica en la parte céntrica de la ciudad.



0 0.1 0.2 0.4 0.8 1.6 Kilómetros

**CONVENCIONES**

- Zonas con Condicion de Amenaza
- Zonas con Condicion de Riesgo
- Suelo de Proteccion
- Espacio Publico
- Suelo de Expansion Urbana
- Industrial**
- Area Industrial
- Dotacional e Institucional**
- Areas dotacionales e institucionales

**Comercial y de Servicios**

- Corredor Arterial
- Corredor Zonal
- Zona Central
- Zona Multiple
- Zonas de Servicios Recreativos

**Residencial**

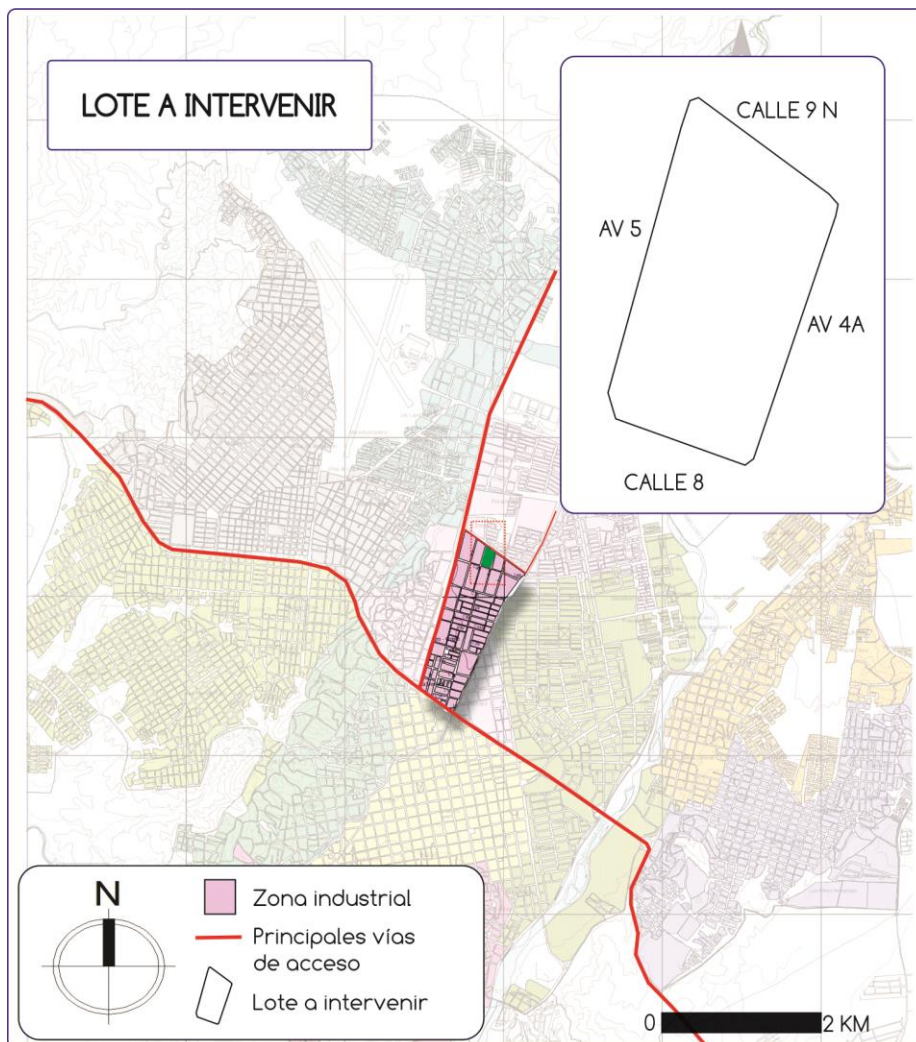
- Area de actividad residencial tipo ZR1
- Area de actividad residencial tipo ZR2
- Area de actividad residencial tipo ZR3
- Area de actividad residencial tipo ZR4

*Mapa 5. Usos de suelo urbano. Fuente: POT Cúcuta y elaboración propia.*

### 3.3 ÁREA DE INTERVENCIÓN (escala micro)

#### Lote a intervenir:

El sector destinado al proyecto está ubicado entre la calle 9a norte, calle 8 norte, avenida 5 y 4<sup>a</sup>, delimitado por la normativa encontrada en el POT, para la construcción de equipamientos industriales de carácter económico. La zona industrial tiene como función generar crecimiento y refuerzo a la economía del sector y la ciudad, es de gran importancia el cumplimiento de las normas establecidas para este tipo de construcción como lo son: aislamientos preventivos, ronda de protección, diseño urbanístico, entre otros. (POT, POT Cúcuta, Uso de suelos para la construcción de equipamientos, 2019)



Mapa 6. Ubicación del lote referente a las dos principales vías de acceso  
Fuente: elaboración propia.

**Área:**

El lote de intervención cuenta con un área total de 23.900 metros cuadrados.

**Uso del suelo:**

La ubicación estratégica en zona industrial, facilita la viabilidad del proyecto.

*Gráfico 6. Uso del suelo.*

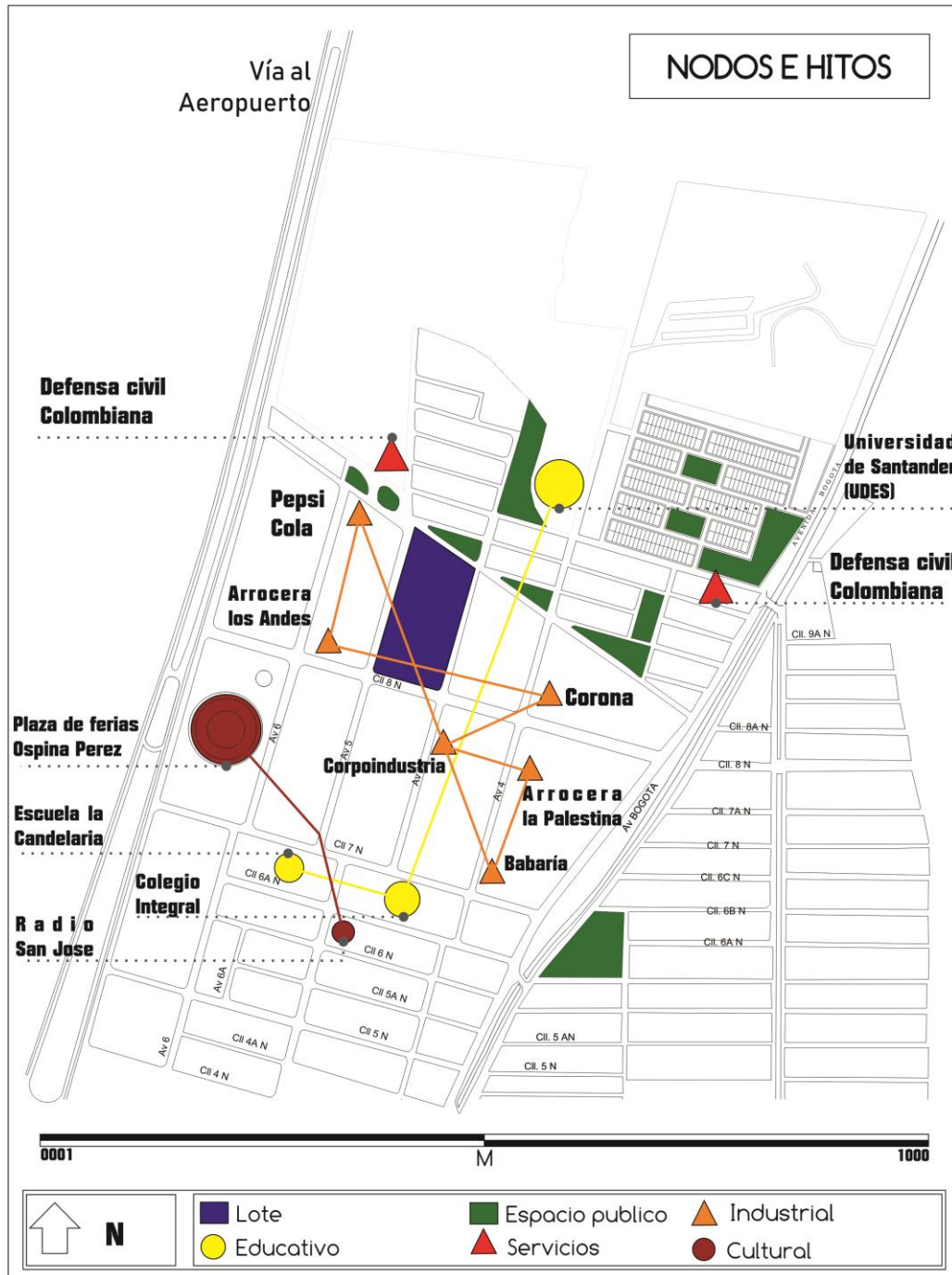


*Fuente: Elaboración propia.*



**Nodos e hitos:**

Gráfico 7. Ubicación de nodos e hitos.



Fuente: Elaboración propia.

En el sector se encuentran 6 empresas de carácter industrial, 3 instituciones educativas de carácter primaria, secundaria y superior, 2 centros de la defensa civil y 2 equipamientos de carácter cultural, lo mencionado anteriormente conforma la

red de equipamientos del sector a intervenir, en complemento múltiples zonas verdes y/o espacio público.

**Movilidad:**

*Gráfico 8. Movilidad sector a intervenir.*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Sección vial:**

En la actualidad no hay un perfil vial establecido en el sector a intervenir, es necesario proponer uno para la plena ejecución del proyecto. El perfil vial a trabajar será el tipo 12: peatón, protección, calzada en doble sentido, protección, peatón. A continuación, se presenta el estado actual de la vía y la gráfica de representación vial propuesta.

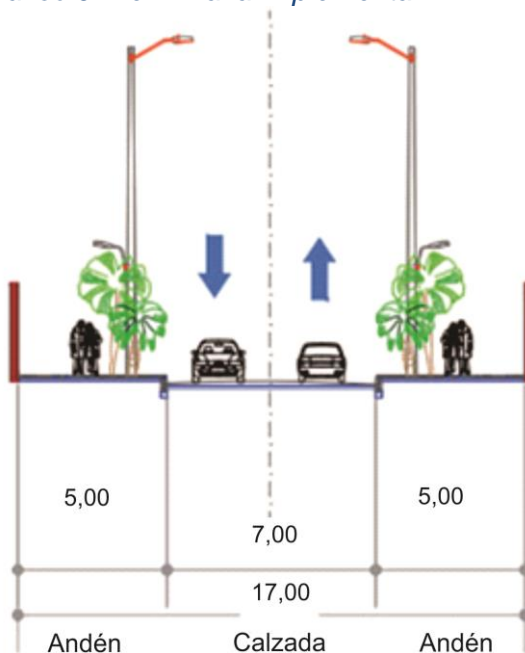


*Av. 5 vía lateral del lote. Fuente: Maps.*



*Calle 8 vía inferior del lote. Fuente: Maps.*

*Gráfico 9. Perfil vial a implementar.*



- Ancho total mínimo 17,00 m
- Ancho andén mínimo 5,00 m
- Número de carriles tráfico mínimo 2 (según diseño)
- Ancho carril tráfico máximo 3,50 m

*Fuente: POT Cúcuta.*

**Alturas:**

Gráfico 10. Alturas construcciones aledañas al lote.



Fuente: Elaboración propia.

Las alturas aledañas de manera inmediata al lote son de 1 o 2 pisos, por ende, se deduce que el sector o manzana en la cual se ubica el proyecto no maneja grandes

alturas en sus edificaciones, por ello la planta no superará la altura de dos pisos. Generando una adecuada matización con su entorno inmediato.

**Sistema ambiental:**

Un buen número de especies nativas forman parte de la arborización de Cúcuta, destacándose por sus altas poblaciones (nunca tan altas como las del oiti): el cují (*Prosopis juliflora*), símbolo de la ciudad que predomina en grandes extensiones de la Estructura Ecológica Principal; además del Níspero (*Achras zapota*) el Samán (*Pithecellobium saman*) el urapo (*Tabebuia rosea*), y el guayacán flor amarillo (*Tabebuia chrysantha*). (Vargas Garzón & Molina Pr, 2012)

*Gráfico 11. Fichas fitotectura ciudad de Cúcuta.*

<p><b>Cují</b>  <i>Prosopis juliflora</i></p>	<p><b>Familia:</b> Mimosaceae.  <b>Origen:</b> México  <b>Crecimiento:</b> lento.  <b>Longevidad:</b> larga.  <b>Raíz:</b> profunda.  <b>Tallo:</b> corto, torcido y muy ramificado.  <b>Hojas:</b> compuestas y alternas.  <b>Flores:</b> inflorescencias en densos racimos y de color amarillo.  <b>Fruto:</b> habichuelas al madurar son amarillas.</p>
	<p><b>Beneficios Ecológicos:</b></p> <p><b>Suelo:</b> posee un sistema radicular profundo y de gran eficiencia para aprovechar las aguas del subsuelo (hasta 20 m en suelos áridos), por lo que crece sobre suelos muy pobres, rocosos o degradados. Reduce el pH en los suelos, e incrementa la capacidad de retención de agua de los mismos. Fija el nitrógeno al suelo y controla la erosión.</p>
<p>Imágenes</p>	

## Nispero

*Achras zapota*



Imágenes

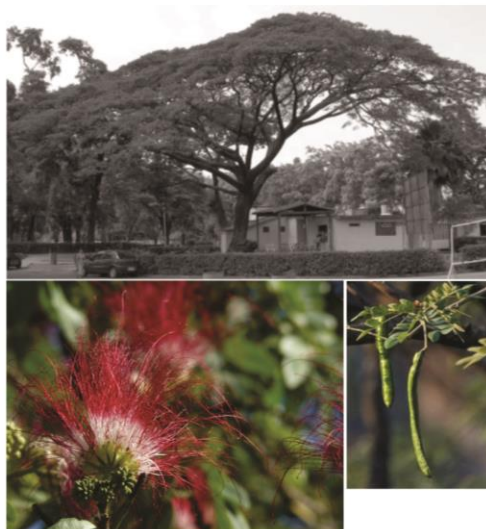
**Familia:** Zapotaceae.  
**Origen:** trópico americano.  
**Crecimiento:** rápido.  
**Longevidad:** media.  
**Raíz:** profunda.  
**Tallo:** recto, acanalado en la parte inferior, con corteza fisurada.  
**Hojas:** simples, alternas, ovado elípticas, brillantes en la cara superior pálida en la inferior, se ubican en las puntas de las ramas.  
**Flores:** muy perfumadas y pequeñas.  
**Fruto:** nispero.

### Beneficios Ecológicos:

**Suelos:** especie utilizada para la recuperación de suelos degradados y erosionados, se ha empleado con éxito en la rehabilitación de suelos que fueron afectados por la explotación minera

## Samán

*Pithecellobium saman*



Imágenes

**Familia:** Mimosaceae.  
**Origen:** América trópica.  
**Crecimiento:** rápido.  
**Longevidad:** larga.  
**Raíz:** profunda con raíces superficiales.  
**Tallo:** corto y grueso.  
**Hojas:** recompuestas y alternas, con la cara superior verde brillante  
**Flores:** blancas rojizas con estambres rosados con forma de escoba.  
**Fruto:** habichuela de forma cilíndrica, color amarillo oscuro.

### Beneficios Ecológicos:

**Fauna:** especie frecuentada por una amplia variedad de aves cantoras. Las aves, al igual que algunos roedores, colaboran con la dispersión de sus semillas. Además, sus frutos y retoños alimentan diversas especies de loros.

*Fuente: Blog árboles para Cúcuta y elaboración propia.*



### **Sistema de recolección de basuras:**

La ciudad cuenta con las siguientes áreas para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos:

- Área de la Escombrera Municipal
- Área del Relleno sanitario Guayabal
- Área del Relleno sanitario Guaimarala.
- Áreas que fueron utilizadas para la disposición de residuos sólidos, denominados: Sector Peracos y Sector el Diviso.

El relleno sanitario Guayabal cuenta con 167 hectáreas. El relleno está sectorizado para los diferentes tipos de residuos:

- Residuos ordinarios, celdas y piscinas de tratamiento: 74 Ha.
- Residuos peligrosos especiales, petroleros, biomédicos e industriales: 33Ha.
- Aprovechamiento podas, almacenamiento, otros: 5 Ha.
- Zona de amortiguamiento ambiental: 44 Ha.
- Zona administrativa, oficinas, zona social, taller, sendero ecológico: 6 Ha.
- Escombrera: 4 Ha.
- Zona de expansión: 1 Ha.

Tiene un área de compensación o amortiguamiento ambiental de 44 hectáreas. Se deberán ubicar sitios potenciales para la disposición final después de que se cumpla la vida útil del relleno. (POT, 2019)

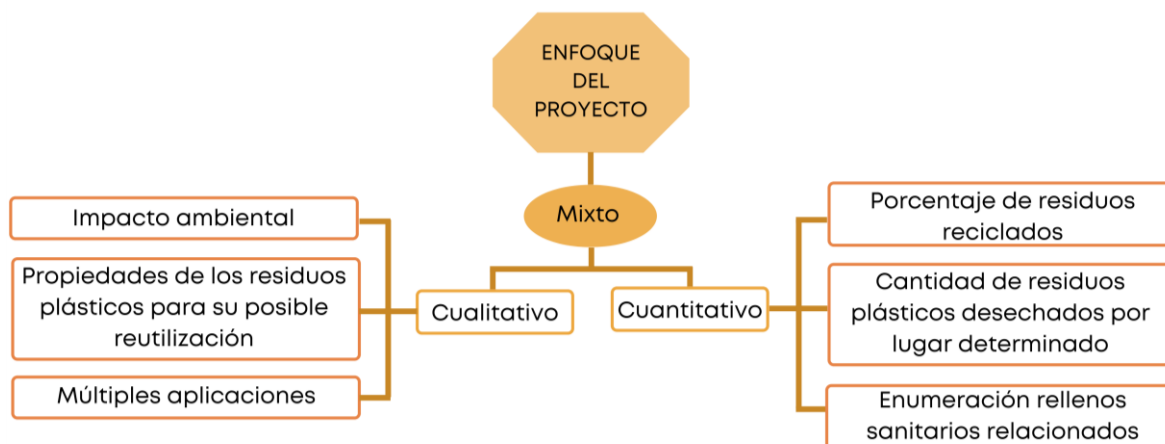
El relleno sanitario Guayabal, el cual atiende a 24 municipios ya que es de carácter regional, recibiendo un aproximado de 877,62 toneladas de desechos por día, se estima que este lugar tendrá una vida útil de menos de 7 años, lo cual es alarmante. (Domiciliarios, DNP, & República, 2018)

## 4. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1 MÉTODO O ENFOQUE

La investigación tiene un enfoque de carácter mixto, ya que se dio uso a datos cualitativos y cuantitativos para su desarrollo, los cuales se emplearon en proporciones similares, es decir su importancia o relevancia fue de proporciones equitativas para ambas características.

Gráfico 12. Descripción del enfoque del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

### 4.2 METODOLOGÍA

Consiste en tres fases: conceptualización, contextualización y formulación, cada una de estas cuentan con actividades específicas y posibles productos, a continuación, se mencionarán de manera ordenada mediante una tabla.

Tabla 5. Fases de la metodología implementada.

FASES	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	PRODUCTOS
Fase 1 Conceptualización	En esta fase se lleva a cabo la recopilación y el análisis de la información relacionada con la problemática y temática del trabajo, el tipo de proyecto, las tendencias arquitectónicas que puede servir de orientación y las leyes y normas que lo soportan. Se efectúa la organización y	*Recopilar información sobre el impacto ambiental generado por los residuos plásticos. *Estadísticas sobre cantidades de residuos	*Confirmación del impacto negativo y la acelerada degradación del medio ambiente por consecuencia de las grandes cantidades de desechos plásticos





	<p>sistematización de la información recopilada y la definición de aspectos clave en cuanto a teóricas, conceptos tendencias de diseño y normas que fundamentan el proyecto.</p>	<p>plásticos fabricados *Estadísticas sobre cantidades de residuos plásticos desechados</p>	<p>*Fabricación de productos de un solo uso los cuales tienen una vida útil muy corta por ende se convierten en desechos rápidamente.</p>
<p>Fase 2 Contextualización</p>	<p>En esta fase se realiza la recopilación y el análisis de la información asociada a las condiciones del municipio (en escalas de aproximación macro y meso) y el sector a intervenir (escala de aproximación micro): se define su estado actual en cuanto a los conflictos de uso y las potencialidades. Se efectúa la clasificación cuantitativa o cualitativa de la información recopilada y la definición de los elementos estructurantes que determinan los aspectos positivos y negativos más importantes del lugar de intervención. Se complementa con matrices diagnósticas de correlación de variables o herramientas analíticas similares.</p>	<p>*Análisis de relleno sanitario de la ciudad de Cúcuta (cantidad de residuos) *Análisis del uso de suelos de la ciudad de Cúcuta centrándose en la zona industrial. *Estudio del aspecto ambiental en la zona específica del proyecto. *Estudio de la normativa encontrada en el POT y sus determinantes para este tipo de proyectos.</p>	<p>*Vida útil del principal relleno sanitario del municipio y del departamento menor a 7 años, lo cual es alarmante. *Ubicación del lote del proyecto estratégicamente en la zona industrial. * Implementación de la Fito textura adecuada. * Importancia de aplicar los aislamientos adecuados al proyecto.</p>



<p>Fase 3 Formulación</p>	<p>En esta fase, a partir de los elementos estructurales de las dos fase anteriores, se determinan los objetivos estratégicos (producto de la primera fase) y las estrategias de diseño (productos de la segunda fase), se determinan los elementos básicos de la fundamentación del diseño: el modelado y la experimentación, la lógica proyectual, el esquema básico y su posterior evolución a los planteamientos definitivos del diseño, el cual puede ser complementado con detalles con arquitectónicos, constructivos o urbanísticos, según el caso. Cada aspecto será sometido a retroalimentación, ajuste y reformulación, para finalmente obtener el proyecto definitivo en cada uno de los componentes propuestos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Analizar métodos de construcción que sean posiblemente aplicados.</li> <li>*Depuración de la información recolectada sobre residuos, separándola directamente involucrada con plásticos.</li> <li>*Buscar una correcta formalidad al diseño acorde a su método constructivo y materialidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Aplicación de la madera plástica como principal material constructivo del proyecto, junto al metal.</li> <li>*Un estimado sobre cantidades de materia prima.</li> <li>* Modulación de la formalidad del proyecto para una construcción homogénea y eficaz.</li> </ul>
-------------------------------	---	--	---

*Fuente: Elaboración propia.*



### 4.3 LÓGICA PROYECTUAL

Gráfico 13. Esquema y descripción de la lógica proyectual.

#### BLOQUE PLAST

En su construcción se implementara la madera plástica como muestra de la efectividad y dimensiones de este material constructivo

## LÓGICA PROYECTUAL

#### MATERIALIDAD



CONCEPTO

#### EXPRESIÓN

TOCHE

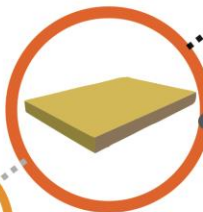
Animal representativo en su jerga, implementaremos su color en el proyecto



#### CUBO RECTANGULAR

Forma muy utilizada en proyectos arquitectónicos por su funcionalidad y facilidad de construcción.

FORMA

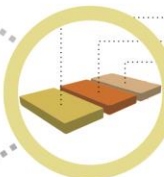


#### CONCEPTO INICIAL

Se toma la forma principal del cubo rectangular

Se divide en 3 módulos principales separados por zonas las cuales incluyen administración, producción y almacenamiento.

ZONIFICACIÓN

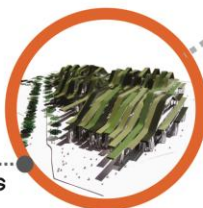


Zona almacenamiento  
Planta de producción  
Zona de administración

Vista en planta

#### REFERENTE

Escenarios Deportivos  
Gioncarlo Mazzanti  
+ Plan:b arquitectos  
(ver análisis referente arquitectónico)



Vista lateral

#### MODULACIÓN

Tomado del referente tenemos una modulación de la forma arquitectónica facilitando así su construcción, uso de materialidad y estructura mas rígida.

Cada zona esta conformada por 5 módulos y la administrativa por 3

#### MOVIMIENTO

Finalmente para obtener una forma arquitectónica y funcional se aplica el concepto de movimiento a los módulos.

PROYECTO

El resultado de un proceso de diseño arquitectónico basado en la investigación, función y forma de una planta de tratamiento de residuos sólidos para la producción de madera plástica.

*Fuente: Elaboración propia.*

### 4.3.1 ANÁLISIS REFERENTE ARQUITECTÓNICO

#### UNIDAD DEPORTIVA ATANASIO GIRARDOT MEDELLÍN, ANTIOQUIA, COLOMBIA



*Fuente: Sudaescolares Medellín*

El nombre de la unidad deportiva hace honor a Atanasio Girardot (1791 - 1813), uno de los ilustres hijos de Medellín y héroe de dos repúblicas, Colombia y Venezuela. Inicialmente se hace el Estadio Atanasio Girardot, la construcción del este se inicia en 1946 finalizando con su inauguración oficial el 19 de marzo de 1953; en el año 2009 la unidad deportiva fue reformada en un gran porcentaje con motivo de los juegos suramericanos del 2010, por lo que ahora es una unidad que cuenta con una infraestructura moderna y apta para competencias internacionales, se crearon coliseos en los cuales se practican más de 10 disciplinas.

La UDAG se encuentran ubicados en una de las zonas residenciales más centrales de la ciudad; el barrio Estadio en el centro -occidente de Medellín. Allí confluyen dos de las arterias viales principales de la capital antioqueña: la carrera 70 que corre de sur a norte y la calle Colombia que corre de oriente a occidente.

Es el principal complejo deportivo de la ciudad que comprende 324.519 m<sup>2</sup> y 25 escenarios deportivos, la gran mayoría con reconocimiento nacional e internacional. Se caracteriza por albergar, no solo actividades y eventos del deporte competitivo y de alto rendimiento, sino también por ofrecer espacios para los distintos programas y acciones en deporte, recreación y actividad física coordinados por el INDER Medellín.

Gráfico 14. Ubicación y nombres de los diversos espacios de la UDAG.

## Unidad Deportiva Atanasio Girardot

1. Estadio Atanasio Girardot.
2. Cancha Marte 1.
3. Cancha Marte 2.
4. Coliseo de Baloncesto, Iván de Bedout.
5. Coliseo de Combate, Guillermo Gaviria Correa.
6. Coliseo de Voleibol, Yesid Santos.
7. Coliseo de Gimnasia, Jorge Hugo Giraldo.
8. Coliseo de Balón Mano, Jorge Valderrama.
9. Estadio de Atletismo, Alfonso Galvis Duque.
10. Coliseo de Tenis de Mesa, Rodrigo Pérez Castro.
11. Parque del Agua.
12. Ajedrez.
13. Diamante de Béisbol, Luis Alfonso Villegas.
14. Complejo Tenístico, Carlos J. Echavarría.
15. Torre SIATA, Sistema de Alerta Temprana de Medellín.
16. Complejo Acuático y Piscina Olímpica, César Zapata.
17. Patinodromo, Guillermo León Botero Naranjo
18. Diamante de Sóftbol, Oswaldo Osorio Rodríguez.
19. Velódromo, Martín Emilio "Cochise" Rodríguez.
20. Sede Administrativa INDER Medellín.
21. Villa Deportiva Olímpica, Antonio Roldán Betancur.
22. Plaza Suramericana.
23. Indeportes Antioquia.
24. Skate Park.
25. Placa de Fútbol Sala.



Fuente: Inder, alcaldía de Medellín

Puntualmente las edificaciones que se tomaron como referente fueron: 4. Coliseo de Baloncesto – Iván de Bedout, 5. Coliseo de Combate, Guillermo Gaviria Correa, 6. Coliseo de Voleibol -Yesid Santos y 7. Coliseo de Gimnasia – Jorge Hugo Giraldo.



Fuente: FilMedellin.

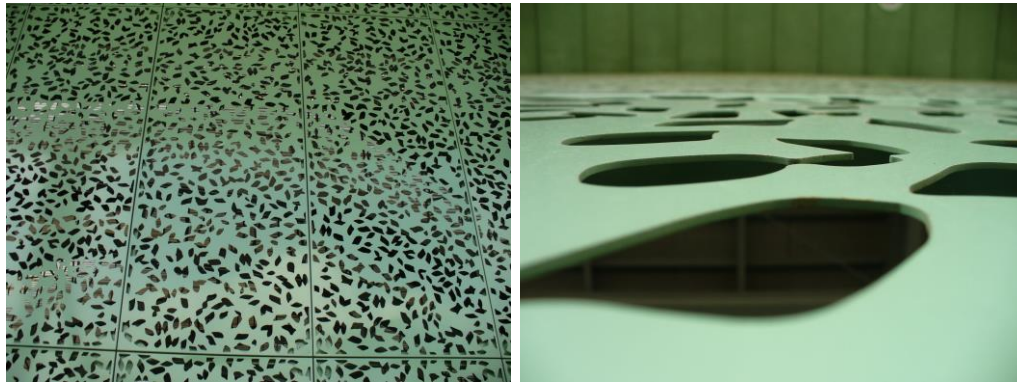


Toda la estructura formal de la Unidad Deportiva Atanasio Girardot fue abstraída de las montañas que rodean a la ciudad de Medellín, la cual se localiza en el noroccidente del país en el centro del Valle de Aburrá, que se ubica en la Cordillera central, y el cual está atravesado por el río Medellín, para darle la sensación al observador de una continuación en el horizonte representando en ella lo verde, el agua y el cielo, formando así un completa imaginación de lo que se quiere mostrar.



*Fuente: Urbipedía y elaboración propia.*

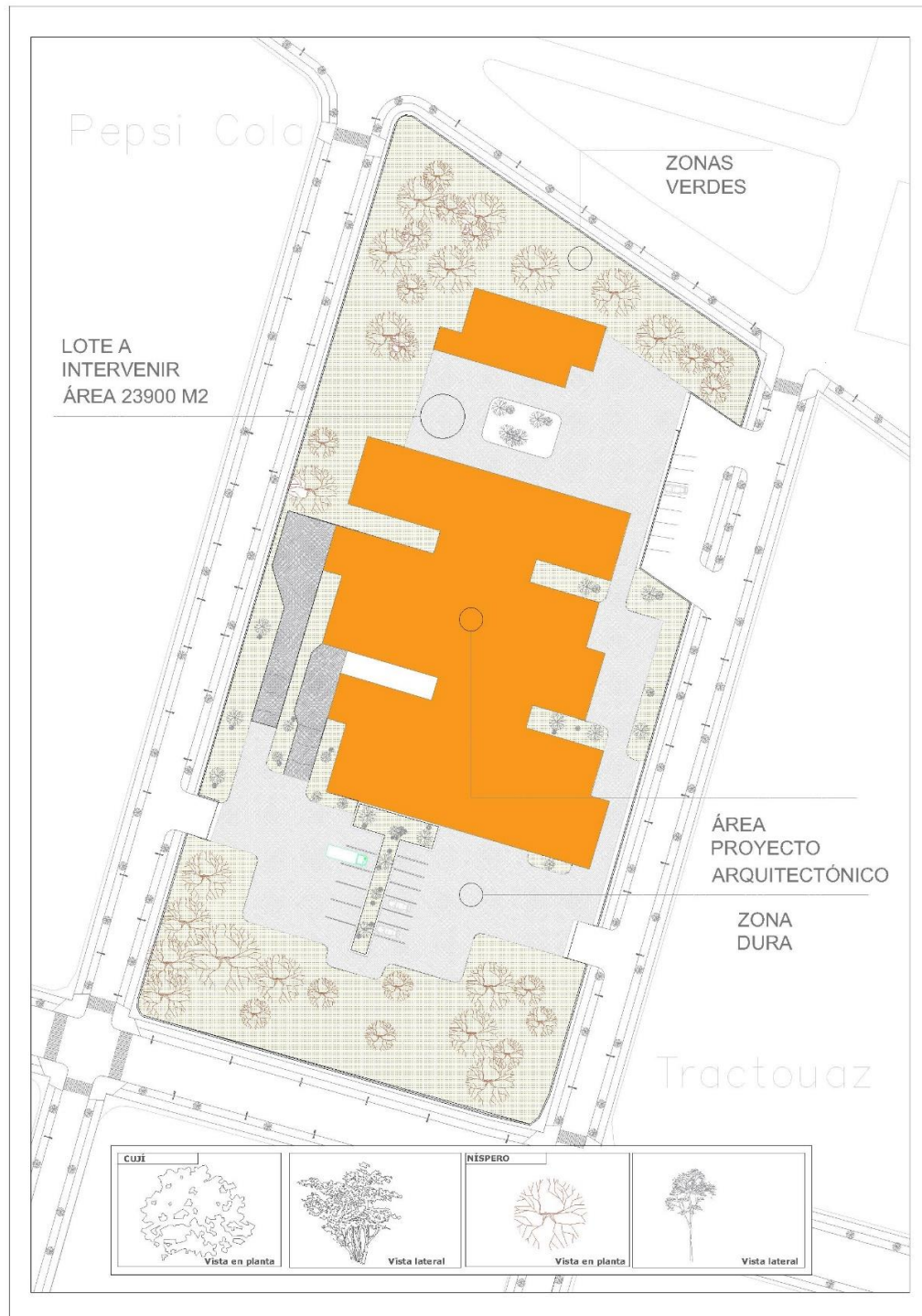
Las paredes de la parte exterior están detalladas por una textura que ayuda a atraer la atención y la mirada de la población. Esta textura es peculiar porque simula una modulación de hojas, creando un complemento adecuado al concepto que hace honor a la topografía antioqueña.



*Fuente: Urbipedía y elaboración propia.*

#### 4.4 ESQUEMA BASICO

Gráfico 15. Delimitación zona urbana y zona construida.

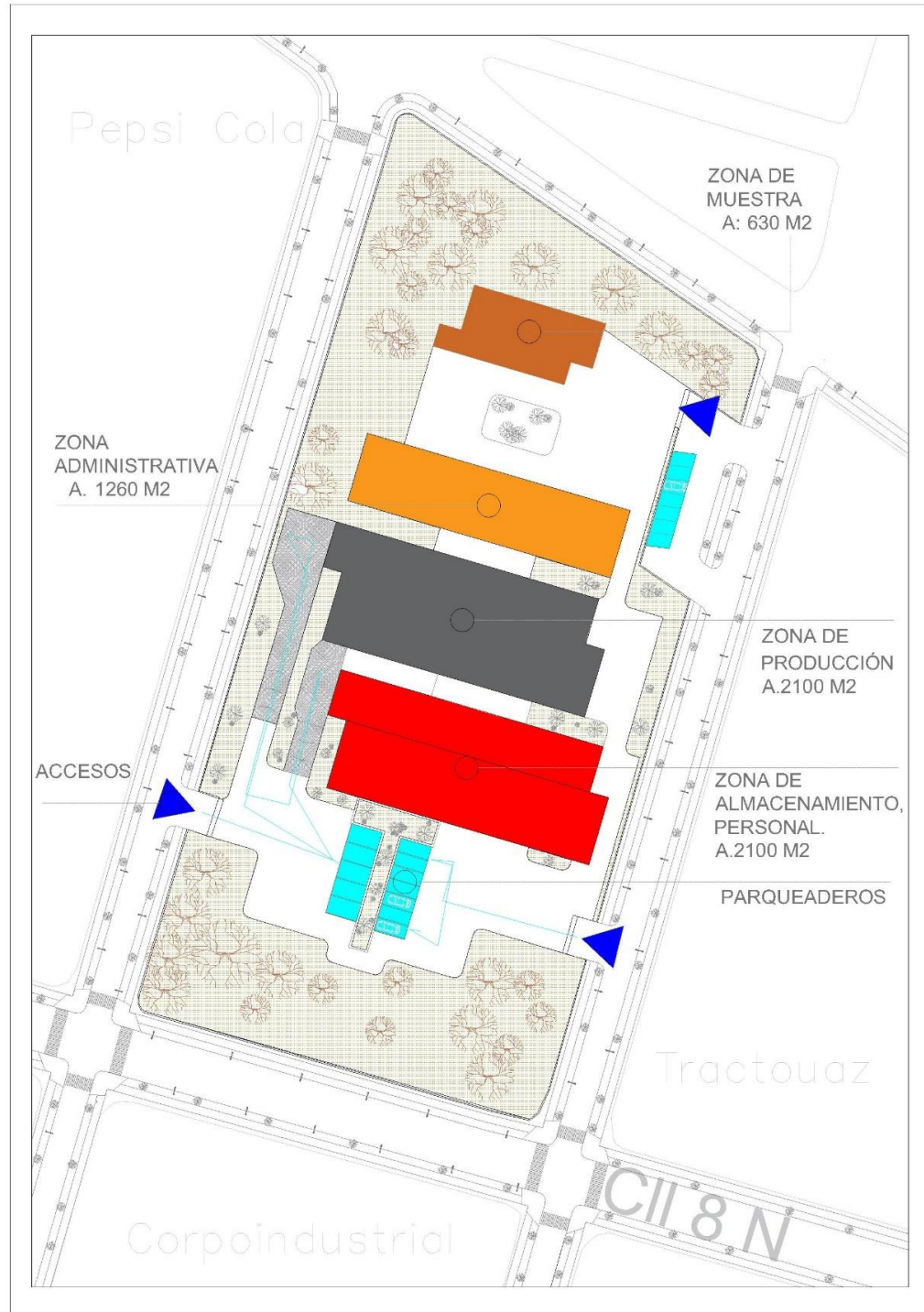


*Fuente: Elaboración propia.*

Se dimensiona la zona donde se ejecutará el proyecto arquitectónico, definida en color naranja, con una totalidad de 6.090 metros cuadrados.



Gráfico 16. Zonificación arquitectónica.



*Fuente: Elaboración propia.*

La planta se divide en 4 zonas internas, las cuales son: almacenamiento – personal, producción, administrativa y de muestra, adicional los parqueaderos, movilidad y zonas verdes, todo esto constituyendo un área total de 23.900 metros cuadrados.



### 4.5 ANTEPROYECTO

Gráfico 17. Zonificación específica por áreas.



Fuente: Elaboración propia.

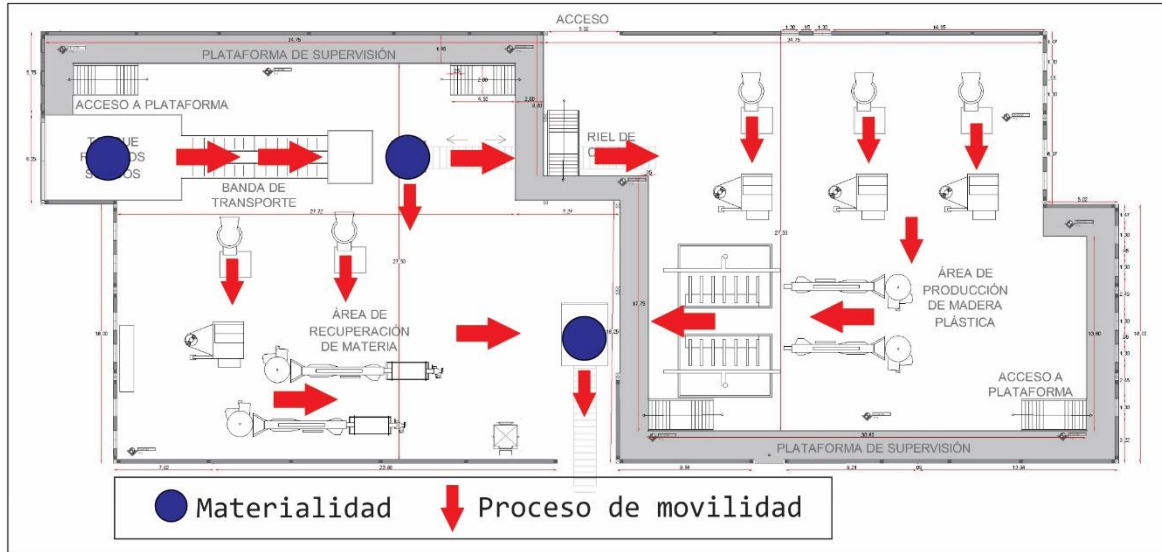
Gráfico 18. Convenciones zonificación específica por áreas.

ZONIFICACIÓN ÁREA ADMINISTRATIVA :		
Nomenclatura	Espacio	Area m2
• <b>A.AP 1</b>	Recepción y servicio al público	172.00 m2
• <b>A.M 1</b>	Zona libre de movilidad	96.80 m2
• <b>A.S 1</b>	Servicios (baños, cuarto de aseo)	178.98 m2
• <b>A.OF 1</b>	Oficinas	245.00 m2
• <b>A.SJ 1</b>	Sala de juntas	77.00 m2
• <b>A.AR 1</b>	Aula mixta (anfiteatro )	367.00 m2
• <b>A.B 1</b>	Bodega	72.20 m2
Area de construccion: 1260 mts 2		
ZONIFICACIÓN ÁREA DE ALMACENAMIENTO Y PERSONAL :		
Nomenclatura	Espacio	Area m2
• <b>A.AL 3</b>	Área de almacenamiento	963.00 m2
• <b>A.M 3</b>	Zona libre de movilidad	----- m2
• <b>P.SR 3</b>	Servicios (baños, cuarto de aseo, cocina )	117.98 m2
• <b>A.OF 3</b>	Oficina	26.00 m2
• <b>A.T 3</b>	Taller y laboratorio de pruebas	77.00 m2
• <b>P.R 3</b>	Recepción y control de ingreso del personal de trabajo.	346.00 m2
• <b>A.B 1</b>	Bodega	32.00 m2
• <b>A. C.3</b>	Comedor	57.00 m2
Area de construccion: 2100 mts 2		
ZONIFICACIÓN ÁREA DE PRODUCCIÓN :		
Nomenclatura	Espacio	Area m2
• <b>P.T 2</b>	Tanque recolección de residuos solidos	97.00 m2
• <b>P.MV 2</b>	Zona libre de movilidad	----- m2
• <b>P.P 2</b>	Zona de trabajo y producción	1800 m2
• <b>P.T 2</b>	Transporte de material	---- m2
Area de construccion: 2100 mts 2		
ZONIFICACIÓN ÁREA EXTERNAS :		
Nomenclatura	Espacio	Area m2
• <b>T. RA □</b>	Tanque recolección aguas lluvias	252.00 m3
• <b>Z. C □</b>	Zona conexión áreas construidas	----- m2
• <b>Z. P □</b>	Zona de muestra de diseños y productos en venta	180 m2
Area de construccion: 180 mts 2		

Fuente: Elaboración propia.

La zona administrativa se divide en 7 espacios de diferente actividad correlacionadas, la zona de almacenamiento y personal se divide en 8 espacios, la zona de producción en 4 espacios, y por último se encuentran las zonas externas dividida en 3 espacios determinados. Todo lo mencionado anteriormente dando un área total construida de 180mts cuadrados.

Gráfico 19. Proceso de movilidad en producción.



Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia el proceso o recorrido que hace la materia prima para transformarse en el producto final. Se inicia con el ingreso de materiales plásticos en los tanques de almacenamiento, pasando por la banda de transporte donde se realiza la debida separación de residuos, dando paso a los plásticos utilizables, continuando su camino hacia el área de molinos donde serán triturados y aglutinados, para dar paso al proceso de extrusión y moldeo, para continuar con su debido secado y posterior almacenamiento, antes de su venta, traslado y uso.

#### 4.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

##### 4.5.1.1 Descripción del proceso

El proceso de producción de tabloncillos de madera plástica se realiza por medio de una serie de actividades que definen la transformación del producto:

- 1) **Recepción y Alistamiento de la materia prima:** El plástico molido será solicitado al proveedor en bultos de 25 Kg estos estarán clasificados según su color, antes de iniciar el proceso de producción se debe alistar la mencionada materia prima que va a requerir la producción del día.
- 2) **Adición materia prima:** Luego se adiciona y esparce el plástico granular (molido, densificado y/o peletizado), la altura de cubrimiento del molde va relacionada con la profundidad deseada en el tabloncillo. Se debe realizar un acomodo uniforme por medio de un rasero metálico.



- 3) **Fundición:** El molde se introduce al horno, el tiempo necesario para la fundición del plástico va de acuerdo al grueso deseado y a los kilos a fundir. Podemos definir que un grueso de 20 mm se funde en aproximadamente 55 minutos.
- 4) **Prensado:** El molde se retira del horno pasándolo directamente a la prensa, la platina de la prensa se introduce hidráulicamente en el molde hasta hacer contacto con el plástico. El nivel de presión será en base a la dureza y fluidez de cada material.
- 5) **Enfriamiento:** Este paso se realiza en la prensa del paso anterior mediante circulación de agua fría a través de la platina y la contra prensa. El tiempo de prensado y enfriamiento es de alrededor del 60% del tiempo de fundición, para permitir la recuperación del enfriador.
- 6) **Desmolde:** El molde se retira de la prensa y se desliza el carro transportador al punto inicial del proceso, luego se retira el tablero del molde de manera manual con tubos metálicos.
- 7) **Pulido:** Al sacar el tablero del molde, este cuenta con una rebaba vertical en su perímetro, la cual es necesario recortar con una sierra sable antes de introducir a la prensa de reposo. Dicha rebaba es 100% utilizable.
- 8) **Prensado de reposo:** Los tableros terminados se apilan en una prensa de reposo, cuando esta se encuentre llena, los tableros son llevados al almacén de producto terminado
- 9) **Almacenamiento:** Los tableros de madera plástica se almacenan sobre plataformas y se estiba para optimizar el espacio, todo lo anterior de manera manual con el apoyo de un montacargas.

Dentro de los pasos anteriores una de las etapas más críticas se presenta en el proceso de alistamiento de materia prima ya que ciertos plásticos no funcionan para su reutilización en la fabricación de los tableros, tal es el caso del PET, que se cristaliza al calentarse resultando sumamente frágil. La fundición de los plásticos no genera gases tóxicos, a excepción del PVC (no se recomienda su uso) y de algún residuo peligroso que haya contenido el plástico (pesticida).

#### 4.5.1.2 Diagrama de flujo y operaciones

El nivel de detalle para el diagrama de flujo confiere una visión estratégica, con la misión destinada a la calidad de producto en proceso, así como la decisión de alistamiento de la materia prima ya que el plástico molido se debe adecuar al requerimiento de producto terminado según el color y la densidad que se desea conferir al mismo. La salida del sistema se comprende como la satisfacción del



cliente, representada no solo en el producto sino en el servicio postventa. A continuación, se presenta la representación gráfica del proceso industrial:

*Gráfico 20. Diagrama de flujo.*



*Fuente: Elaboración propia.*

## 4.5.2 ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS

*Tabla 6. Descripción de los equipos.*

Trituradora o Molino	
<p>Las características principales de una trituradora son su solidez y fiabilidad; esto se aplica a cada una de las partes de la máquina, de la tolva de carga a la unidad de trituración y de descarga.</p>	
Aglutinadora	
<p>Mediante este proceso el material es compactado, reduciéndose así el volumen que posteriormente se envía a la extrusora. la fricción de los fragmentos contra la pared del equipo rotativo provoca el aumento de temperatura, formándose una más plástica. El aglutinador también se utiliza para la incorporación de aditivos, tales como cargas, pigmentos y lubricantes.</p>	
Extrusora	
<p>Fabricada en acero para soportar altas presiones ya que en el interior cuenta con un tornillo sin fin que comprime el plástico fundido, además cuenta con una torva de alimentación, un impulsor del tornillo, una sección de alimentación, una sección de compresión y una sección de dosificación.</p>	

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.6 PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Gráfico 21. Plano cubiertas.

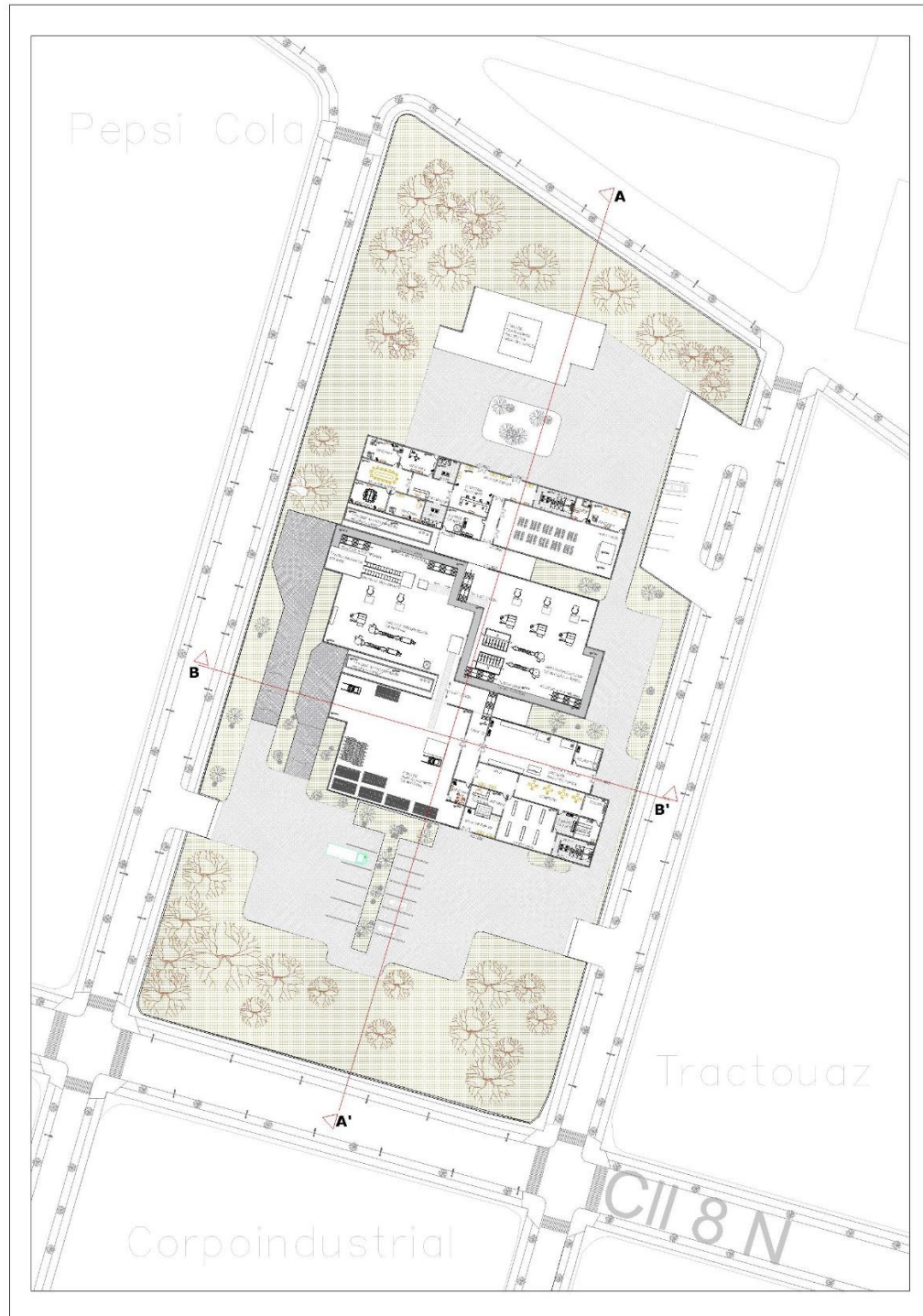


*Fuente: Elaboración propia.*

Las cubiertas del proyecto manejan diversas alturas e inclinaciones para contribuir con la intención de crear un diseño dinámico y con movimiento.



Gráfico 22. Planta general ubicada en contexto urbanístico.



*Fuente: Elaboración propia.*

Visual de la conexión entre el espacio no construido con el construido, teniendo presente el contexto inmediato al lote intervenido.

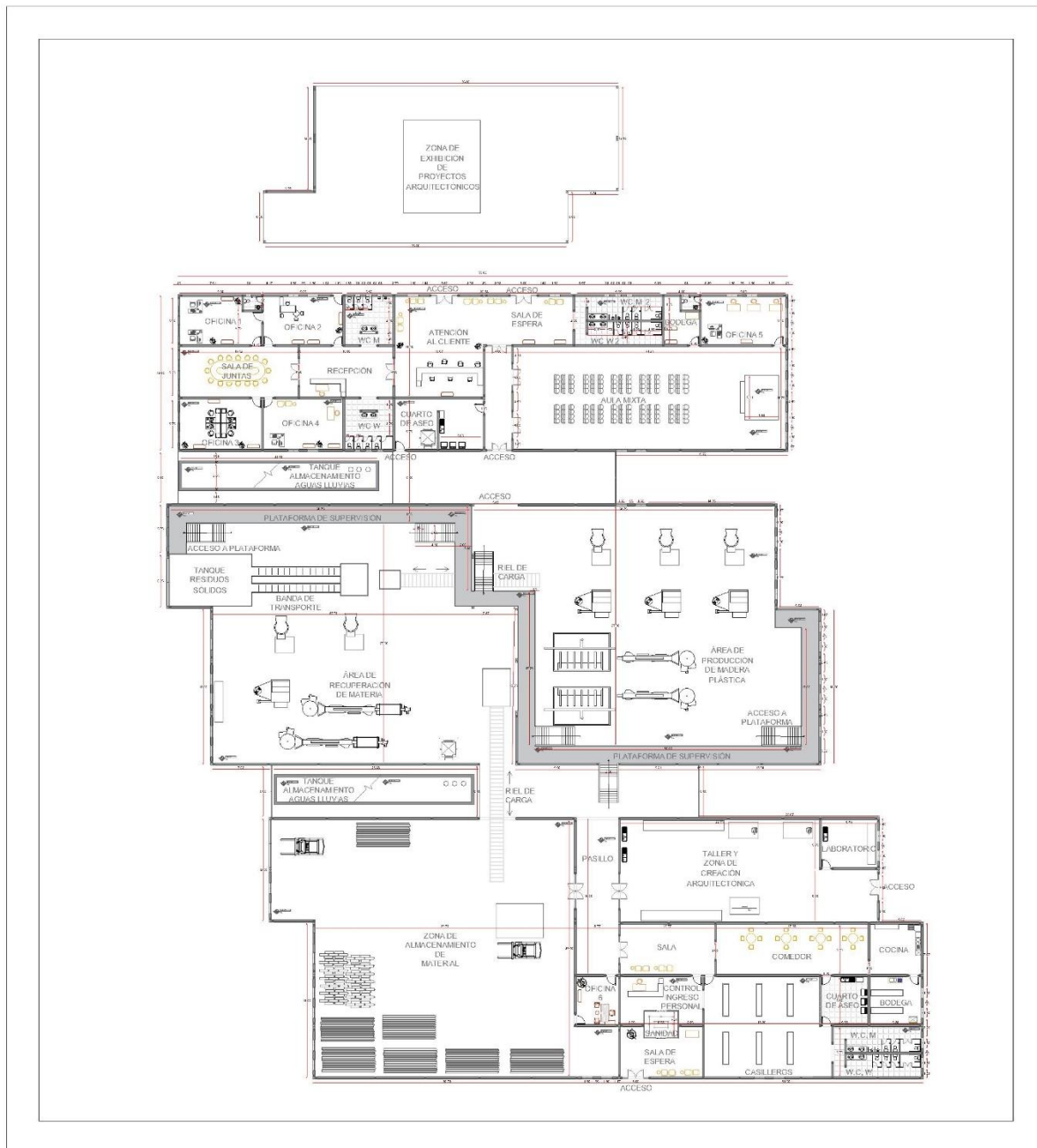
Gráfico 23. Programa arquitectónico.

Espacio	Area m2
<b>ZONA ADMINISTRATIVA</b>	
Oficina 1	47.00 m2
Oficina 2	52.00 m2
Oficina 3	52.00 m2
Oficina 4	52.00 m2
Oficina 5	53.00 m2
Sala de juntas	77.00 m2
Baños hombres y mujeres	120.00 m2
Recepción	61.30 m2
Sala de espera	112.10 m2
Atención al cliente	57.00 m2
Aula mixta	367.00 m2
Bodega	18.20 m2
Cuarto de aseo	57.00 M2
<b>PLANTA DE PRODUCCIÓN</b>	
Tanque recolector de residuos sólidos	84.6 m3
Zona de recuperación de plástico	885.00 m2
Zona de producción de madera plástica	1007.90 m2
Plataforma de supervisión	243.60 m2
<b>ZONA DE ALMACENAMIENTO Y PERSONAL</b>	
Zona de almacenamiento de material	962.80 m2
Pasillo	84.80 m2
Sala	61.00 M2
Taller de creación arquitectónica	307.90 m2
Comedor	99.00 m2
Cocina	72.20 m2
Laboratorio	35.00 m2
Cuarto de aseo	29.00 m2
Baños, masculinos y femeninos	57.00 m2
Bodega	29.00 m2
Oficina 6	27.00 m2
Sala de espera	48.20 m2
Zona de desinfección	11.00 m2
Casilleros	159.80 m2
Control ingreso de personal	48.00 m2
<b>EXTERIORES</b>	
Zona de muestra y exhibición de productos arquitectónicos	626.00 m2
Tanques de almacenamiento de aguas lluvias	252.00 m3

*Fuente: Elaboración propia.*

Espacios internos necesarios para el debido funcionamiento del proyecto con sus respectivas áreas en metros cuadrados, para tener un proceso de fabricación de calidad.

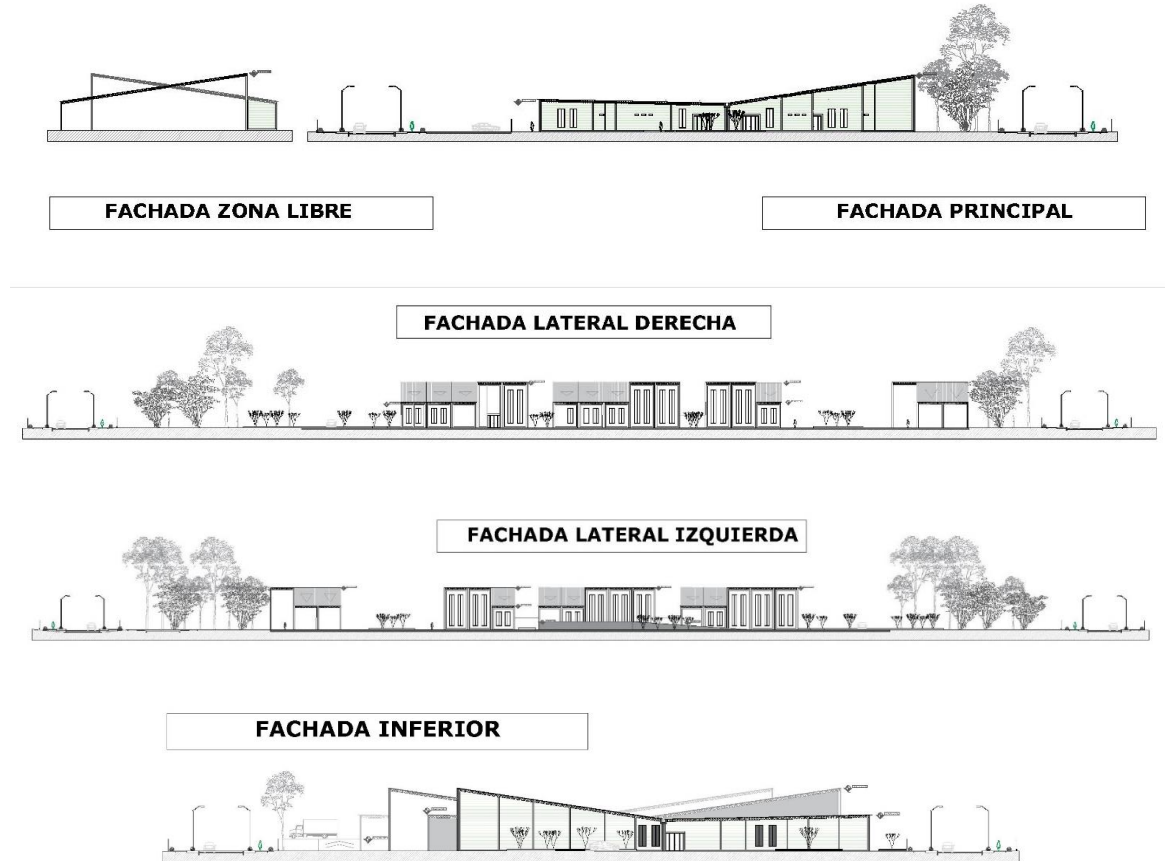
Gráfico 24. Planta general.



*Fuente: Elaboración propia.*

Se evidencian los espacios o áreas del proyecto, conexiones, maquinaria, distribución, ubicación de puertas, puntos fijos, accesos, niveles y medidas (cotas).

Gráfico 25. Fachadas.



*Fuente: Elaboración propia.*

Las visuales hacia el proyecto desde las diferentes perspectivas que ofrece la edificación, se evidencian ventanas, alturas, movimiento de las cubiertas, perfiles viales perimétricos de la planta.

Gráfico 26. Cortes.



*Fuente: Elaboración propia.*



Los cortes reflejan las alturas de la huella y contrahuella de las escaleras, desniveles, inclinación de las cubiertas, altura de la plataforma de supervisión, entre las alturas generales.

#### **4.6.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO**

##### **Sistema de construcción tipo lego con anclaje a columna metálica**

Es un sistema de edificación modular con bloques de plástico de gran tamaño que facilita la construcción de todo tipo de obras. Este sistema constructivo es rápido y fácil de usar. Se adapta a casi cualquier forma, modelo o tamaño. Una de sus principales ventajas es que puede desmontarse y volver a montar de nuevo, y las piezas se pueden volver a utilizar para construir otros objetos. (EIOficial, 2018)

El sistema consiste en bloques de madera plástica independientes y un conjunto de vigas y dinteles que permiten la construcción de muros exteriores e interiores. Para construir un proyecto arquitectónico son necesarios los siguientes elementos:

- Columna Metálica
- Columna madera plástica
- Bloque estándar
- Vigas
- Viga dintel

##### **Ventajas**

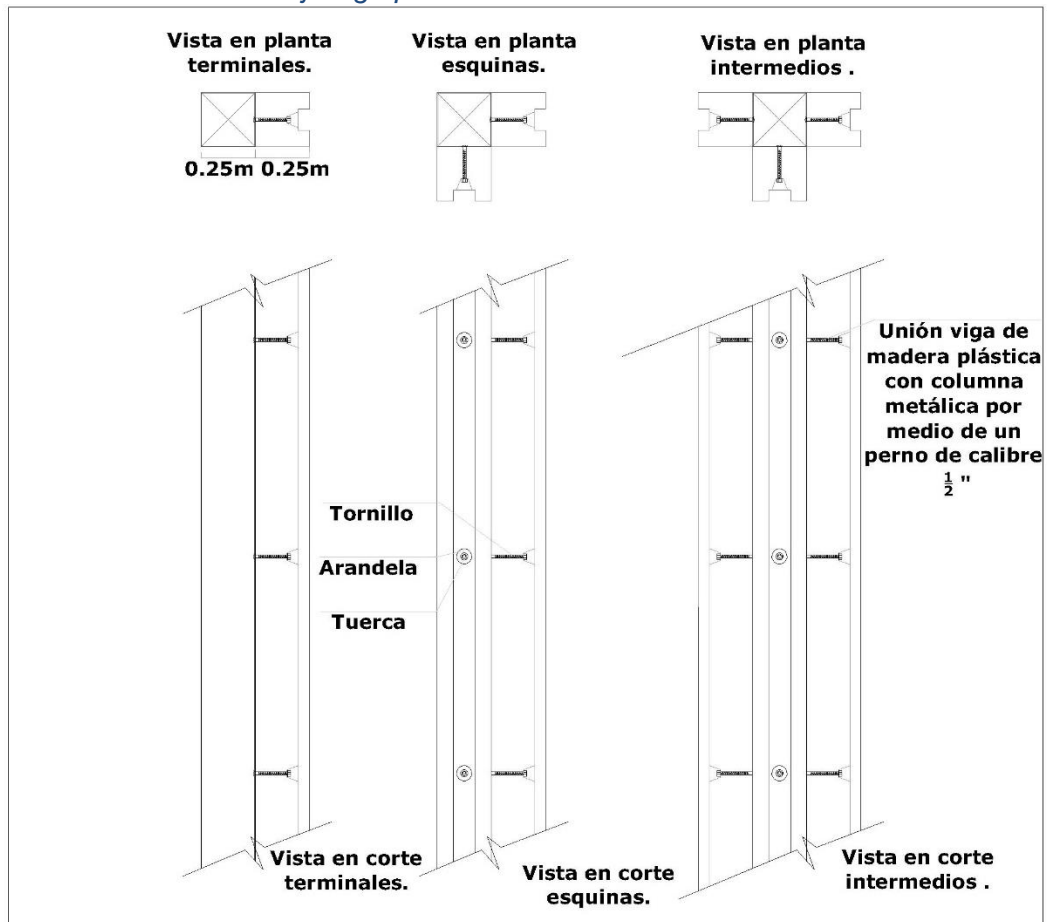
- Montaje rápido, en solo días se puede construir cualquier proyecto dependiendo de sus dimensiones.
- Posibilidad de autoconstrucción.
- Sistema que permite diferente configuración.
- Reducida mano de obra.
- Los bloques se ensamblan sin usar junta con material toxico.



Fuente: Blog El Oficial.

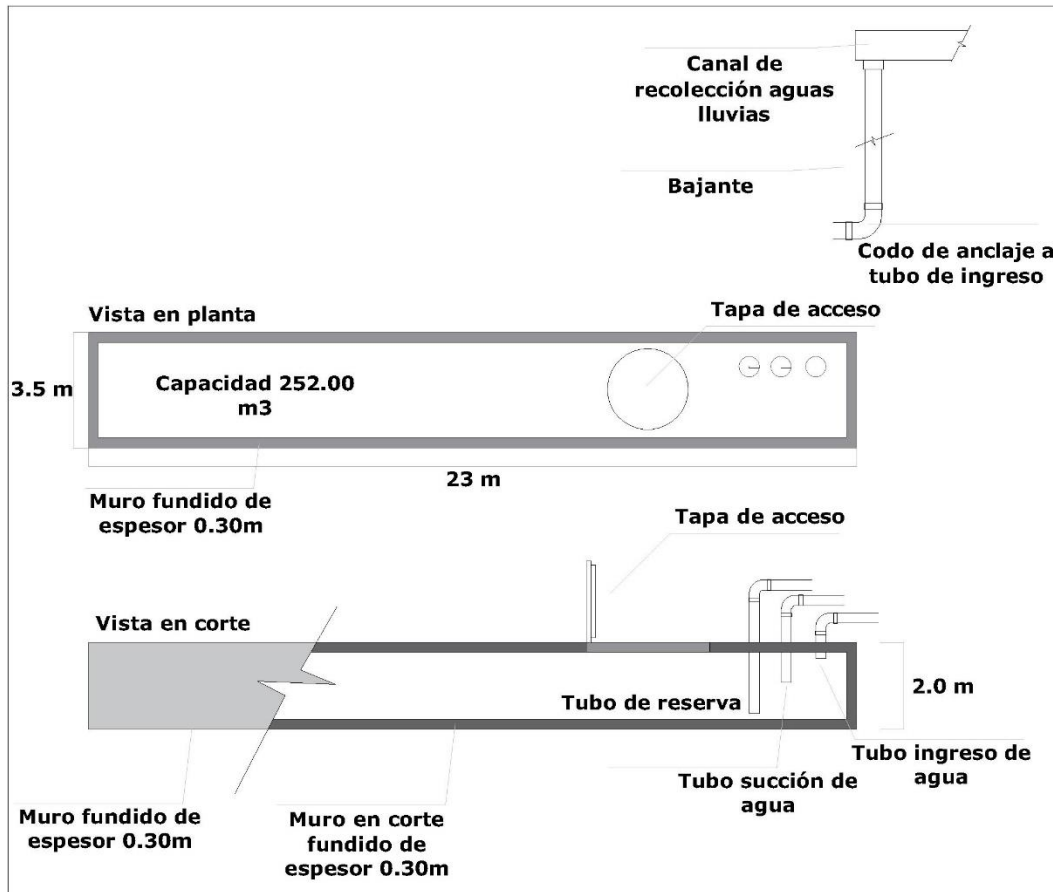
#### 4.6.2 DETALLES CONSTRUCTIVOS

Gráfico 27. Detalle de anclaje viga plástica a columna metálica.



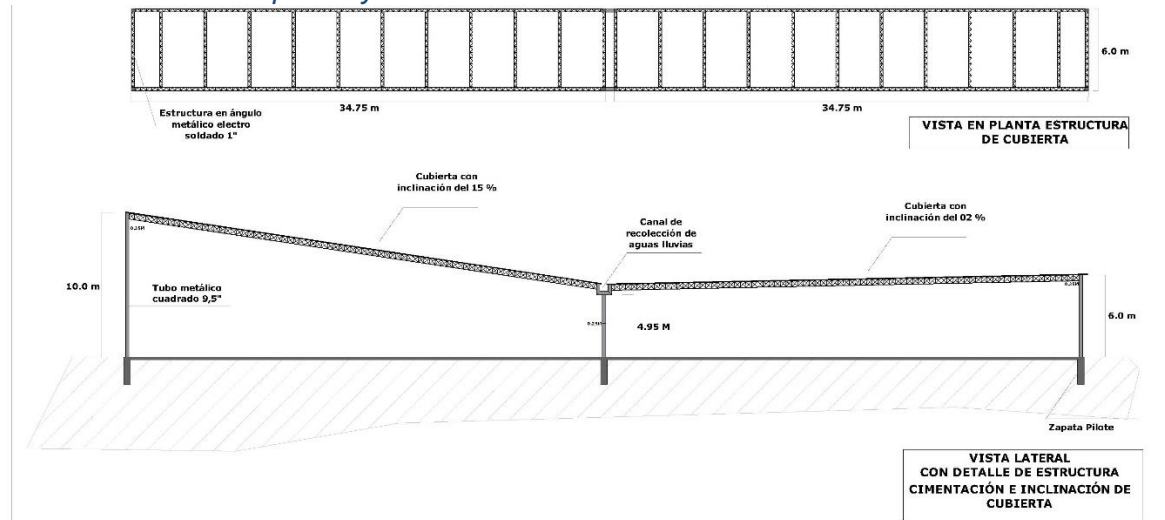
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 28. Detalle de tanque de recolección de aguas lluvias.



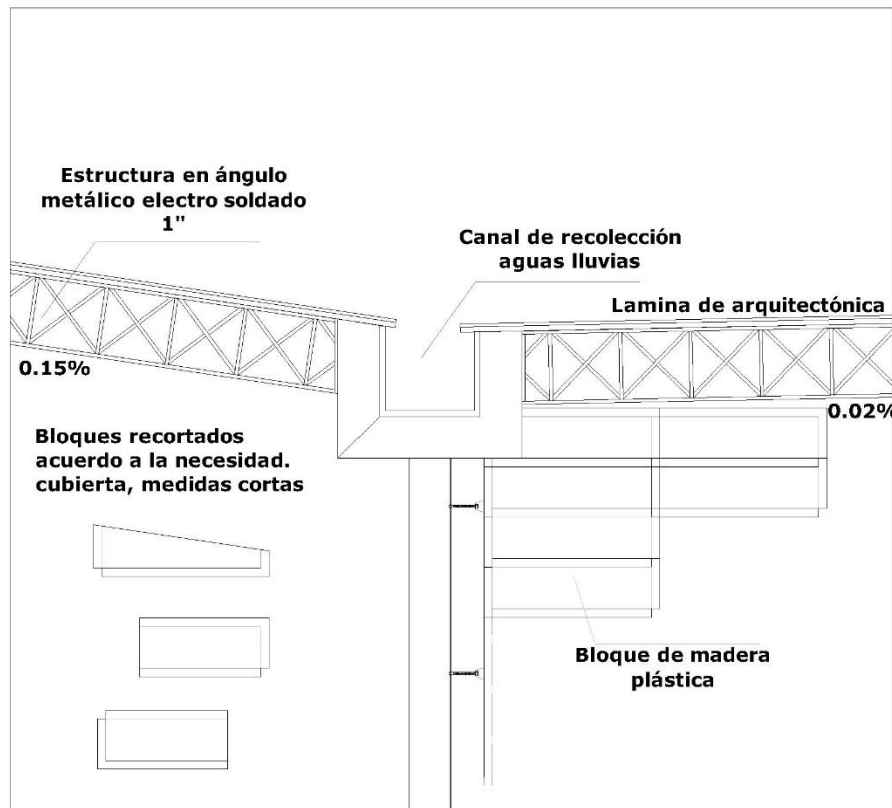
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 29. Vista en planta y lateral con detalle de estructura.



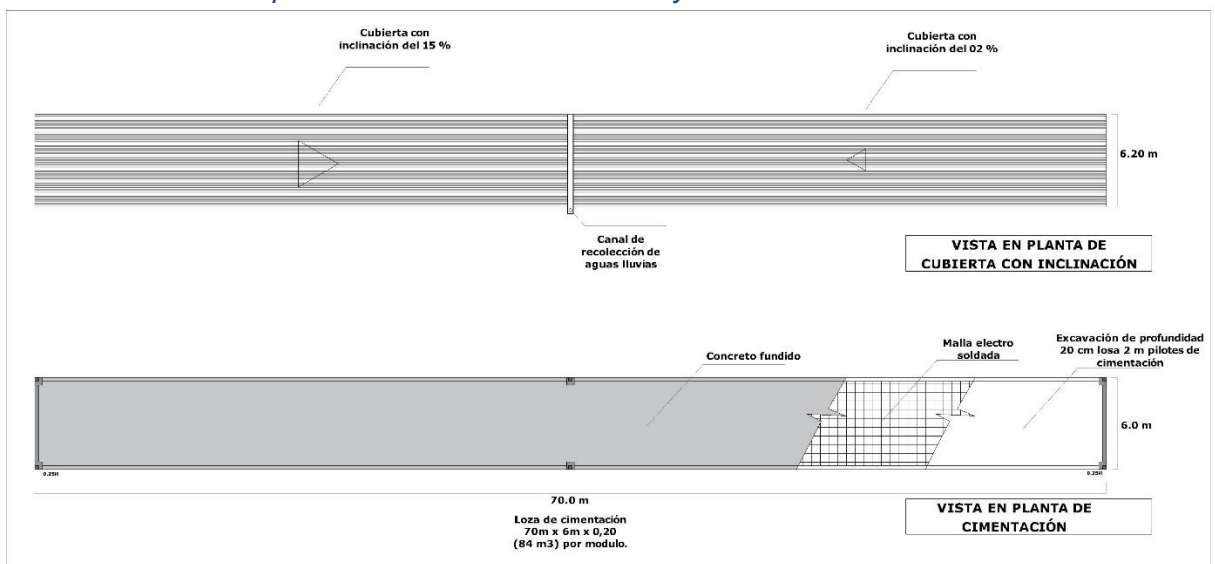
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 30. Detalle de anclaje a estructura de cubierta.



Fuente: Elaboración propia.

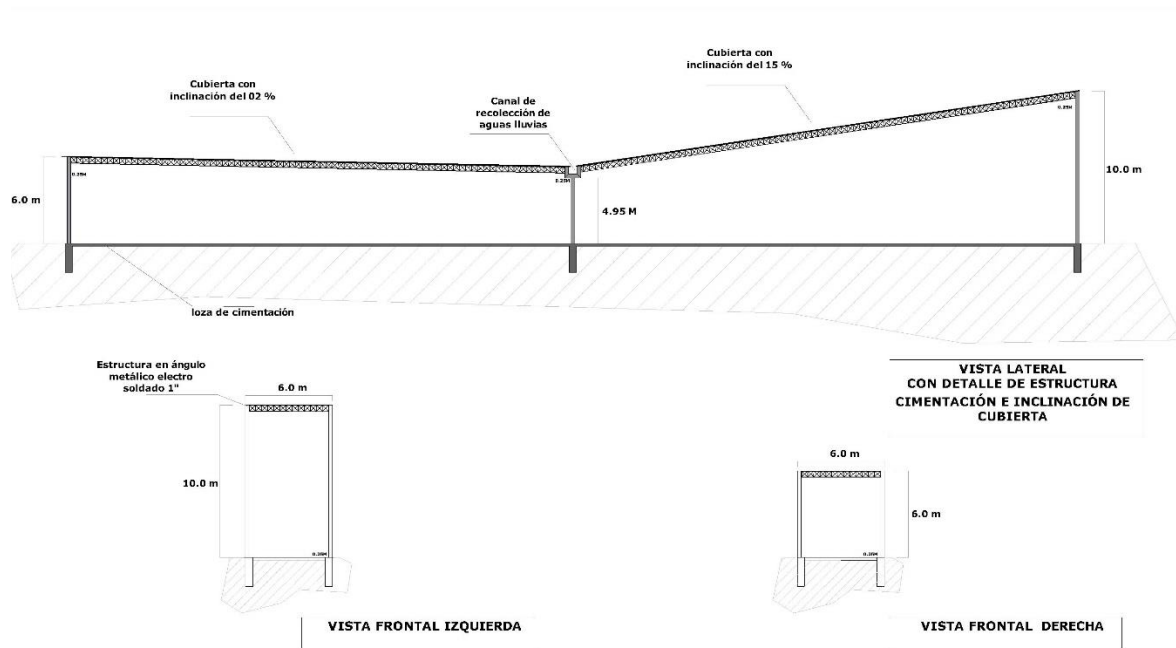
Gráfico 31. Vista en planta cubierta con inclinación y cimentación.



Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 32. Vista lateral con detalle de estructura y cimentación.



Fuente: *Elaboración propia.*

#### 4.7 SÍNTESIS

A partir del estudio, investigación y del diseño realizado de la planta se obtuvieron conocimientos importantes en el ámbito de materiales de construcción poco utilizados, como lo es la madera plástica. Se pudo apreciar la complejidad del proceso de reciclaje, la clasificación y selección de materiales plásticos, y el detallado proceso de fabricación de la mencionada madera. Con el producto final, se adquirió el entendimiento de sus diversos usos, sus grandes cualidades para tenerla en cuenta como principal material constructivo en futuras edificaciones o proyectos.



## 5. CONCLUSIONES

- La construcción de una planta de tratamiento de residuos sólidos plásticos es una alternativa favorable, en el ámbito de la reducción de desechos plásticos no solo en la ciudad de Cúcuta sino a su vez a nivel departamental y nacional, ayudando a reducir los índices en estas escalas, hablando a nivel departamental se resalta la ayuda que esto brindaría al relleno sanitario Guayabal, principal en el departamento de Norte de Santander, el cual atiende a 24 de 40 municipios que tiene el departamento.
- Con referente al concepto de madera plástica, es un material con cualidades favorecedoras para múltiples usos tanto en el ámbito de la construcción como también en aspectos de mobiliario, urbanismo, decoración, entre otros, sin dejar a un lado el gran aporte ambiental que provoca al dar un re-uso a productos y/o materiales que eran próximos a ser desechados en un relleno sanitario, donde les esperaban 100 años aproximadamente para poder completar un proceso de descomposición.
- Para el desarrollo satisfactorio de la propuesta del proyecto de la planta de tratamiento de residuos sólidos plásticos, se analizó a fondo la normativa impuesta por el POT de Cúcuta, identificando así la adecuada ubicación del proyecto en lugar determinado como zona industrial, y acatando índices de ocupación y construcción determinados, a su vez se analizó todo el proceso de fabricación de la madera plástica para así proponer instalaciones que permitan el funcionamiento y desarrollo correcto de estos procesos, con la finalidad de obtener un producto de alta calidad.
- Con el análisis de los procesos de reciclaje y las características de los plásticos que se obtienen, se dedujo que los tipos más adecuados a utilizar en la finalidad del proyecto son: tipo 2 – HDPE (polietileno de alta densidad) y tipo 4 – LDPE (polietileno de baja densidad), los cuales serán el principal material utilizado en la fabricación de la madera plástica.
- Con la finalidad de demostrar la eficacia, resistencia y durabilidad de la madera plástica, se propone que la mayoría de muros, estructura y acabados de la planta sean con este material, así se tendría un producto tangible y real de las cualidades de este producto, no solo para las personas que lo conocen y lo utilizan, sino a su vez para el público en general, esto con la idea de exponer el material para generar posible interés en la comunidad, ya que puede que no sea un producto nuevo, pero su utilización no es a gran escala, porque se presentan dudas e inquietudes acerca de este, por ende no hay mejor referencia que algo físico y que este a la vista del público.



## 5.1 Recomendaciones

Como futuros profesionales en el ámbito laboral y constructivo, los arquitectos debemos implementar las construcciones eco sostenibles, mitigando el cambio climático y sus terribles consecuencias, por ello, el proyecto se basa en la reducción de los residuos sólidos plásticos con la finalidad de generar la reutilización y aprovechamiento de estos fabricando un material constructivo. Dándole así una nueva vida útil a un material considerado contaminante al ser desechado como basura y entrando en contacto con la naturaleza, ya que su descomposición es muy lenta.

El proyecto es muy viable, debemos estar más enfocados en la investigación y creación de este tipo de proyectos no solo desde el ámbito estudiantil, sino a su vez llevándolos a la vida profesional.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguae, F. (27 de Septiembre de 2021). *Tipos de contaminación y sus principales consecuencias*. Obtenido de Fundación Aguae: [https://www.fundacionaguae.org/tipos-contaminacion/?gclid=CjwKCAjwzaSLBhBJEiwAJSRoko8bSH\\_oADtVvtYtZV-jmRO853U95dNFv9physsGb3d9biHqk1vCfhoC3uQQAvD\\_BwE](https://www.fundacionaguae.org/tipos-contaminacion/?gclid=CjwKCAjwzaSLBhBJEiwAJSRoko8bSH_oADtVvtYtZV-jmRO853U95dNFv9physsGb3d9biHqk1vCfhoC3uQQAvD_BwE)
- Arango Ordoñez, Á. P., & Rodríguez Moreno, H. G. (2017). *Análisis de las emisiones de contaminantes asociados a la fabricación de ladrillos y propuesta de reconversión tecnológica Nemocón – Colombia*. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <http://hdl.handle.net/11349/6716>
- Arik, M., Clark, L. A., & Raffo, D. M. (2016). Strategic responses of non-profit organizations to the economic crisis: Examining through the lenses of resource dependency and resourced-based view theories. *Academy of Strategic Management Journal, Volume 15, Issue 1*, 48-70.
- Birnie, P., Boyle, A., & Redgwell, C. (2009). *International Law and the Environment - Third Edition*. Oxford, England: Oxford University Press.
- CAIRPLAS. (2016). *¿Qué son los plásticos?* CAIRPLAS. Obtenido de Cámara de la industria de reciclados plasticos: <https://cairplas.org.ar/plasticos/>
- Castells, X. E. (2012). *Reciclaje de residuos industriales. 2ª ed.* España: Díaz de Santos.
- Construplast. (2018). *Quiénes somos*. Obtenido de Construplast S.A.S Madera Plástica: <https://www.construplastcolombia.com/corporativo>
- DNP, D. N. (21 de Diciembre de 2016). *Rellenos sanitarios de 321 municipios colapsarán en cinco años, advierte el DNP*. Obtenido de DNP Colombia: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/-Rellenos-sanitarios-de-321-municipios-colapsar%C3%A1n-en-cinco-a%C3%B1os,-advierte-el-DNP-.aspx>
- Domiciliarios, S. d., DNP, & República, P. d. (2018). *Disposición Final de Residuos Sólidos. Informe Nacional*. Bogotá D.C: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- ECODES. (4 de Febrero de 2020). *Contaminación por plásticos. Uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI*. Obtenido de ECODES, tiempo de actuar: <https://ecodes.org/hacemos/cultura-para-la-sostenibilidad/salud-y-medioambiente/observatorio-de-salud-y-medio-ambiente/contaminacion-por-plasticos-uno-de-los-mayores-desafios-ambientales-del-siglo-xxi>
- Economipedia. (21 de Agosto de 2017). *Contaminación - Definición, qué es y concepto*. Obtenido de Economipedia, haciendo facil la economía: <https://economipedia.com/definiciones/contaminacion.html>



- EIOficial. (12 de junio de 2018). *EVERBLOCK: SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TIPO LEGO*. Obtenido de El Oficial Información que construye : <https://eloficial.ec/everblock-sistema-de-construccion-tipo-lego/>
- Gamba Sanchez, E. E. (26 de Junio de 2020). *Disminución de la deforestación en Colombia con el reemplazo de la madera por plástico reciclado para la construcción de viviendas*. Obtenido de Unimilitar: <http://hdl.handle.net/10654/36116>
- Gov.NortedeSantander. (2016). *Información general Norte de Santander*. Obtenido de Página oficial gobernación de Norte de Santander: <http://www.nortedesantander.gov.co/Gobernaci%C3%B3n/Nuestro-Departamento/Informaci%C3%B3n-General-Norte-de-Santander>
- PDD, N. d. (2020). *Plan de desarrollo Norte de Santander 2020-2023*. Cúcuta: Gobernación de Norte de Santander.
- Plastics Europe, A. o. (2020, June 21). *Plastics - the Facts 2020, An analysis of European plastics*. Retrieved from Plastics Europe: [https://www.plasticseurope.org/application/files/3416/2270/7211/Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020\\_versionJun21\\_final.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/3416/2270/7211/Plastics_the_facts-WEB-2020_versionJun21_final.pdf)
- POT, C. (2019). *Artículo 147. Suelo para la ubicación de áreas para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos*. Cúcuta: Consejo Municipal de San José de Cúcuta.
- POT, C. (2019). *POT Cúcuta*. Cúcuta: Departamento de planeación municipal.
- POT, C. (2019). *POT Cúcuta, Infraestructura vial*. Cúcuta: Departamento de planeación municipal.
- POT, C. (2019). *POT Cúcuta, Uso de suelos para la construcción de equipamientos*. Cúcuta: Departamento de planeación municipal.
- Rincón Garzón , L., Rodríguez Carmona , E., & Espitia Cubillos , A. (2016). *Madera plástica. Un producto amigo del planeta. Semilleros N°5*, 41-48. Obtenido de Semilleros: <https://redi4.edublogs.org/semilleros/>
- Semana. (17 de Marzo de 2021). *Se requieren acciones urgentes para frenar la contaminación por plásticos, advierte la ONU*. Obtenido de Semana: <https://www.semana.com/sostenibilidad/articulo/se-requieren-acciones-urgentes-para-frenar-la-contaminacion-por-plasticos-advierte-la-onu/202136/>
- Significados. (5 de Diciembre de 2015). *Significado de Prevención*. Obtenido de Significados : <https://www.significados.com/prevencion/>
- SMV. (18 de Septiembre de 2021). *¿Qué tipos de plásticos se pueden reciclar?* Obtenido de Servicios Medioambientales de Valencia, S.L: <https://www.smv.es/que-tipos-de-plasticos-se-pueden-reciclar/>



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



Vargas Garzón , B., & Molina Pr, L. F. (21 de Septiembre de 2012). *Arbolización de Cúcuta*. Obtenido de Crónicas de Cúcuta:  
<http://cronicasdecucuta.blogspot.com/2012/09/243-arborizacion-de-cucuta.html>

## 7. ANEXOS

### ANEXO A. Render 1.



*Fuente: Elaboración propia.*

### ANEXO B. Render 2.



*Fuente: Elaboración propia.*



**ANEXO C. Render 3.**



*Fuente: Elaboración propia.*

**ANEXO D. Render 4.**



*Fuente: Elaboración propia.*





**ANEXO E. Render 5.**



*Fuente: Elaboración propia.*

**ANEXO F. Render 6.**



*Fuente: Elaboración propia.*



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



**ANEXO G. Render 7.**



*Fuente: Elaboración propia.*