



FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA  
DE POPAYÁN

## NOTA DE ACEPTACION

El trabajo de grado “**APOYAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES, CON SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ECOLOGICOS, ORIENTADOS A RECUPERAR Y MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE, CON LA COMPAÑIA DE LA EMPRESA AGRITACTURA BIOCONSTRUCCION- HUERTOS ECOLOGICOS, EN EL COMPLEJO DE PARQUES PAISAJISTICOS DEL BAJO VISTULA POLONIA ZESPÓŁ PARKÓW KRAJOBRAZOWYCH CHEŁMIOSKIEGO I NADWISLANSKIEGO - POLONIA**” presentado por el estudiante **EDWIN YESSID PIAMBA GUEVARA** el **18 de agosto de 2020** para optar al título de Arquitecto cumple con los requisitos establecidos, es aprobado.

Director Trabajo de Grado  
**JAVIER BARRERA GUZMAN**

Jurado Interno de Trabajo de Grado  
**LORENA VILLAQUIRÁN**

Jurado Interno de Trabajo de Grado  
**CARLOS ARIAS**



Sedes administrativas: Claustro San José Calle 5 No. 8-58 - Los Robles Km 8 vía al sur  
Sede Norte del Cauca: Calle 4 No. 10-50 Santander de Quilichao

Popayán, Cauca, Colombia

PBX (57-2) 8320225 | [www.fup.edu.co](http://www.fup.edu.co) | Fundación Universitaria de Popayán



# INFORME FINAL DE PASANTIA INTERNACIONAL

DIRIGIDO POR:

ARO. JAVIER BARRERA GUZMAN

ESTUDIANTE

EDWIN YESSID PIAMBA GUEVARA



**INFORME FINAL DE PASANTÍA “APOYO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CUBIERTAS VERDES PARA  
CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES, CON SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ECOLOGICOS, ORIENTADOS A  
RECUPERAR Y MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE, CON LA COMPAÑIA DE LA EMPRESA  
AGRITACTURA BIOCONSTRUCCION- HUERTOS ECOLOGICOS, EN EL COMPLEJO DE PARQUES  
PAISAJISTICOS DEL BAJO VISTULA POLONIA  
ZESPÓŁ PARKÓW KRAJOBRAZOWYCH  
CHEŁMIŃSKIEGO I NADWISLANSKIEGO - POLONIA”**



**EDWIN YESSID PIAMBA GUEVARA  
ESTUDIANTE DE ARQUITECTURA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN  
“FACULTAD DE ARQUITECTURA”**

**POPAYÁN – CAUCA**

**2020**

**INFORME FINAL DE PASANTÍA “APOYO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CUBIERTAS VERDES PARA  
CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES, CON SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ECOLOGICOS, ORIENTADOS A  
RECUPERAR Y MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE, CON LA COMPAÑIA DE LA EMPRESA  
AGRITACTURA BIOCONSTRUCCION- HUERTOS ECOLOGICOS, EN EL COMPLEJO DE PARQUES  
PAISAJISTICOS DEL BAJO VISTULA POLONIA  
ZESPÓŁ PARKÓW KRAJOBRAZOWYCH  
CHEŁMIŃSKIEGO I NADWISLANSKIEGO - POLONIA”**



**INFORME PARCIAL (EN LA MODALIDAD DE PASANTÍA) PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
ARQUITECTO**

**ARQ. JAVIER BARRERA  
DIRECTOR DE LA PASANTÍA.**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN  
“FACULTAD DE ARQUITECTURA”**

**POPAYÁN – CAUCA**

**2020**

## TABLA DE CONTENIDOS

### INTRODUCCIÓN

Capítulo 1. Formulación de la Investigación .....	2
1. Localización y Generalidades del Área de Estudio .....	2
1.1. Descripción del convenio.....	3
1.1.1. Empresa contratista: .....	4
1.1.2. Cliente: Espól Parków Krajobrazowych .....	5
1.1.3. Horario de trabajo .....	6
1.1.4. Importancia en la formación personal y profesional. ....	6
2. Planteamiento del Problema .....	7
3. Justificación .....	7
4. Objetivos .....	8
4.1. Objetivo General.....	8
4.2. Objetivos Específicos.....	8
5. Estado Del Arte.....	8
5.1. Marco Conceptual.....	9
5.2. Marco teórico.....	9
5.3. Antecedentes:.....	10
5.3.1. Antecedentes de las cubiertas verdes en el mundo.....	10
5.3.2. Antecedentes de cubiertas verdes en Polonia.....	12
5.3.3. Antecedentes de cubiertas verdes en Colombia: .....	13
5.4.2. Normas nacionales para la construcción de cubiertas planas y su impermeabilización (AENOR) España, ZVDH (Alemania) .....	16
5.4.3. NTJ 11C Normas tecnológicas de jardinería y paisajismo, sobre cubiertas verdes enero de 2012. 16	
5.4.4. Guía de Azoteas Vivas y Cubiertas Verdes, área de Ecología Urbana, ayuntamiento de Barcelona 2016 17	
5.4.5. ASTM E2396 / E2396M - 19 método de prueba estándar para la permeabilidad al agua saturada de los medios de drenaje granular. [Método de caída de cabeza] para sistemas de techo vegetal.....	17
5.4.6. E2396, método para evaluar la permeabilidad del agua saturada .....	18
5.4.7. E2397, método para determinar las cargas permanentes y variables asociadas con los sistemas de techos verdes para ayudar a evaluar la construcción debajo de la carga en cuanto a factores como el diseño estructural según el peso del sistema sin y con lluvia o riego.....	18
5.4.8. E2399, método para evaluar la densidad máxima de medios para el análisis de cargas permanentes de los sistemas de techos con vegetación (verdes), que brinda un objetivo de medición de la densidad de los medios para calcular cargas estructurales. ....	19
5.4.9. E2400, guía de selección, instalación y mantenimiento de plantas para sistemas de techos verdes que incluye recomendaciones sobre la elección, plantación y riego de las plantas que crecen en techos con vegetación; y más recientemente. ....	19
5.5. Referente Proyectual .....	20
6. Metodología .....	23
7. Cronograma de actividades.....	25
8. CAPITULO 2 DESARROLLO DE LA PASANTIA.....	26
8.1. Proyecto Apple –Equipamiento Cultural .....	26
8.1.1. Investigación de materiales a implementar. ....	27
8.1.2. Estructura hogan- reciproca .....	28
8.1.3. Morfologías de techos.....	30
8.2. Cubierta verde.....	32
8.3. Muros en balas de paja.....	34
8.4. Ventilación.....	35
9. Digitalización .....	37
9.1. Proyecto Apple .....	37

9.2.	Desarrollo constructivo del proyecto apple:.....	42
9.3.	Estructura reciproca – hogan.....	47
9.4.	Cubierta Verde:.....	49
10.	Conclusiones.....	56
11.	Bibliografía .....	57

## LISTA DE IMÁGENES

Ilustración 1. Localización de Republica de Polonia	2
Ilustración 2. Mapa ubicación de la República de Polonia, Y del Voivodato de Gruzcnó,	3
Ilustración 3. Equipo de trabajo AGRITECTURA	4
Ilustración 4. Equipo de trabajo ZESPOL PARKÓNW	4
Ilustración 5. Trabajadores del Parque	5
Ilustración 6. Pasantes y director Agritectora en la Chata Menonita	5
Ilustración 7. chata posmoderna,	9
Ilustración 8. Estructura cubierta Chata	10
Ilustración 9. Cultivo de cereales, extracción del residuo para fardos de paja	10
Ilustración 10. Mesopotamia- zona del Oriente Próximo ubicada entre los ríos Tigris y Éufrates	11
Ilustración 11. babilonia (Actualmente Siria los jardines colgantes de Semíramis, son ubicados en el desierto, cercanos al río Éufrates	11
Ilustración 12. mausoleo de Adriano también conocido el castillo de sant'angelo en Italia	11
Ilustración 13. casa tradicional en noruega	12
Ilustración 14. Casa tradicional de turba en Islandia	12
Ilustración 15. Casa tradicional en los asentamientos de Islandia	12
Ilustración 16. Biblioteca de la universidad de Varsovia.	13
Ilustración 17. Cubierta verde edificio Novatris. Primer edificio con certificación leed en Colombia	14
Ilustración 18. Centro Educativo de Santo Domingo Medellín- Colombia	14
Ilustración 19. Ruta N, un complejo de edificios de tecnología e innovación, en Medellín (Colombia) tras la certificación LEED	15
Ilustración 20. Partes de Cubierta Verde	15
Ilustración 21. Partes de Cubierta Verde	16
Ilustración 22. Techo verde semi-extensivo del Moorgate Crofts Business Centre de Rotherdam , Reino Unido	16
Ilustración 23. Azotea área ecológica urbana	17
Ilustración 24. permeabilidad	17
Ilustración 25. permeabilidad vapor del agua	18
Ilustración 26. Posición cubierta verde sobre estructura Hogan	18
Ilustración 27. cargas permanentes en la densidad	19
Ilustración 28. Guía de selección mantenimiento	19
Ilustración 29. maqueta proyecto Apple conceptual y formal	26
Ilustración 30. grupo pasantes y arquitectos	27
Ilustración 31. elaboración de Maqueta	27
Ilustración 32. Bocetos leonardo da vinci	28
Ilustración 33. Esbozos con Geometría	29
Ilustración 34. Maquetas de estructuras reciprocas donde se puede ver la diferencia del ri (radio del círculo interior) y su	29
Ilustración 35. Dibujos técnicos, planos y maquetas	30
Ilustración 36. Sistema Inteligente Hogan	31
Ilustración 38. Een stro dome in het Slowakse Hrubý Súr ontworpen door Gernot Minke en Zuzana Kierulvova	31

Ilustración 37. De stro constructie van de dome tijdens de bouw in 2010	31
Ilustración 39. Transformación del C	32
Ilustración 40. Cubierta Verde Intensiva	33
Ilustración 41. Cubierta verde extensiva	33
Ilustración 42. producción de cereal	34
Ilustración 43. Balas de Paja	35
Ilustración 44. dilatación de ventilación en cimentación Proyecto Apple	36
Ilustración 45. Sistema de Iluminación Proyecto Apple	36
Ilustración 46. bocetos del diseño arquitectónico del proyecto Apple elaborado por el arquitecto Bernardo Sánchez reinoso, entrega de material primario para los estudiantes para elaboración digital, junio 2019.	37
Ilustración 47. Planta de Cimentación	37
Ilustración 48 Planta arquitectónica de posición de la estructura secular	37
Ilustración 49. Planta arquitectónica de cubierta, con estructura Hogan-reciproca	38
Ilustración 50. Corte arquitectónico con especificaciones	39
Ilustración 51. Corte arquitectónico con especificaciones	39
Ilustración 52. Elaboración tridimensional de la chata menonita, sagra da o lęderska w chrystkowie.Fuente:	40
Ilustración 53. Render Proyecto Apple	40
Ilustración 54. Fachada principal de la chata	41
Ilustración 55. Fachada principal de la chata	41
Ilustración 56. Render proyecto con relación a las hatas	42
Ilustración 57. Disposición de los basamentos con la ayuda de los estudiantes practicantes, e inicio de anillos internos de la cimentación.	42
Ilustración 58. Basamento	43
Ilustración 59. planta de cimentación	43
Ilustración 60. construcción de cimentación con la comunidad de swiece	44
Ilustración 61. cimentación neumáticos	44
Ilustración 62. Partes de la Estructura	45
Ilustración 63. alistamiento y Secado de maderas	45
Ilustración 64. Secado de maderas	46
Ilustración 65. Apilada de madera	46
Ilustración 66. base geométrica	47
Ilustración 67. estructura secular	48
Ilustración 68. planimetría corte Proyecto APPLE	48
Ilustración 69. Detalle de Cubierta	49
Ilustración 70. Corte arquitectónico de la dispocion de la cubierta verde, con recubrimiento en balas d paja sobre la estructura hogan	49
Ilustración 71. Especificación de los materiales	50
Ilustración 72. Tela asfáltica	50
Ilustración 73. Recubrimiento de cubierta verde con sistema ecológico	50
Ilustración 74. Recubrimiento de cubierta verde con sistema ecológico	51
Ilustración 75. Sistema Estructural Proyecto Toi -Toi	51
Ilustración76. Prueba de peso y resistencia	52

Ilustración 77. componentes de una llanta por capas	52
Ilustración 78. planta arquitectónica	53
Ilustración 79. Cortes arquitectónicos -Render	53
Ilustración 80. Render Toi Toi	53
Ilustración 81 construcción del Toi -Toi	54
Ilustración 82. flayer de invitación en la participación de la construcción del proyecto Apple	55

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 referente.....	20
Tabla 2 instrumentos de recolección de información.....	24
Tabla 3 Cronograma de Actividades.....	25
Tabla 4 especificación cantidad y tipo de uso de la madera en estructura Proyecto APPLE.....	47

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a DIOS, por darme la sabiduría para cumplir todas mis metas trazadas durante la carrera también por permitirme vivir momentos inolvidables, a mi abuela por guiarme desde el cielo, mi madre por ser el motor y mi fuente de inspiración, gracias a su cariño y ejemplo contribuyeron enormemente a mi formación como persona, a mi hermana por estar siempre presente en todo momento y a toda mi familia por ser las personas que me brindaron su apoyo para no decaer y seguir adelante cumpliendo mis sueños.

Quedo especialmente agradecido con mi director de pasantía, el Arquitecto Javier Barrera Guzmán quien me brindo sus conocimientos e incentivo mi camino en el lapso de la carrera; a mis amigos por brindarme momentos de aprendizaje, alegrías, viajes; por permitirme formar parte de sus vínculos familiares.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe es realizado con el fin de dar a conocer los resultados obtenidos durante la pasantía internacional, la cual tuvo como principal objetivo el desarrollo de los proyectos: APPLE y SPACE CENTER, que se desarrollaron específicamente en la ciudad de GRUZNÓ EN EL PARQUE paisajístico del bajo Vístula, Polonia.

La búsqueda de esta pasantía fue llevada a cabo por los estudiantes de arquitectura YESICA LÓPEZ LASSO, INGRITH GARZON DORADO, EDWIN YESSID PIAMBA, quienes impulsados por ampliar sus conocimientos y por la adquisición de nuevas experiencias a nivel formativo vistos desde la arquitectura, lograron encontrar la motivación de obtener un enriquecimiento cultural durante esta experiencia, deciden contactarse con la empresa AGRITECTURA en su sede principal en GRANADA, ESPAÑA, realizando una postulación por internet para la realización de la pasantía internacional que se realizaría en Polonia. Vale la pena destacar que al realizar dicha pasantía los estudiantes fueron los primeros latinoamericanos en llevar a cabo un proceso de pasantía con esta empresa europea en manejo de construcciones ecológicas, además, de ser los primeros estudiantes de la Fundación Universitaria de Popayán, en realizar sus prácticas profesionales de manera internacional.

Igualmente, durante este periodo se logró ejecutar el conocimiento adquirido desde la academia, de la misma manera se pretende evidenciar el proceso evolutivo desarrollado en estos cuatro meses y sus resultados los cuales se compilan en este informe final.

## Capítulo 1. Formulación de la Investigación

### 1. Localización y Generalidades del Área de Estudio

El proyecto de grado en la modalidad de pasantía se desarrolló en Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwislanskiego - en Gruczno (Voivodato de Kuyavia Pomerania Polonia). República de Polonia (en polaco *Rzeczpospolita Polska*), es un país centroeuropeo, miembro de la Unión Europea (UE). Su territorio, con capital en Varsovia, tiene una extensión de 312 696 km<sup>2</sup> y una población de más de 38,5 millones de personas, por lo que es el sexto país más poblado de la UE. Es un Estado unitario dividido en 16 subdivisiones o regiones administrativas denominadas Voivodatos (Wikipedia, 2016).

Ilustración 1. Localización de Republica de Polonia



Fuente: (Piamba, 2019)

“República de Polonia (en polaco *Rzeczpospolita Polska* ), es un país centroeuropeo, miembro de la Unión Europea (UE), constituido en Estado democrático de derecho y cuya forma de gobierno es la república parlamentaria.

Ilustración 2. Mapa ubicación de la República de Polonia, Y del Voivodato de Gruzno,



Fuente: (Piamba, 2019)

Zespól Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwislanskiego se enfoca en la recuperación y permanencia del patrimonio ambiental y arquitectónico de BYDGOSZCZ, en sus diferentes voivodatos, mediante la re utilidad y reintegración de la bioconstrucción en técnicas constructivas heredadas, y la divulgación en los sectores educativos e intercambio de saberes en la recuperación ambiental.

### 1.1. Descripción del convenio.

La empresa Agritectura realiza una convocatoria para pasantías laborales, en el área de bioconstrucción en Polonia, a través de la información proporcionada por Yesica López Lasso, postulante también a dicha pasantía a raíz de esto, se toma la iniciativa de postulación enviando los documentos. En el momento en el que la empresa hace efectiva la vinculación como pasante en el área de arquitectura al pasar una semana, por lo cual es necesario realizar un convenio con la universidad para prácticas profesionales internacionales.

El convenio se firma y se consolida en Polonia en el mes de mayo 2019 en BYDGOSZCZ en el Voivodato de GRUZNÓ, con la presencia de los estudiantes quienes fueron los encargados de portar e impulsar el convenio a establecerse convirtiéndose en pioneros de relaciones internacionales para la Fundación Universitaria De Popayán.

La práctica laboral es una actividad formativa desarrollada por el estudiante bajo el objetivo de: formalizar la realización de una pasantía como opción de grado en la temática del proyecto **“APOYAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES, ORIENTADOS A RECUPERAR Y MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE.”**, así entonces y con la subdirección de AGRITECTURA en el complejo de parques del bajo Vístula en el Voivodato de GRUZNÓ Polonia, durante 4 meses se debió cumplir con los deberes como pasante de arquitectura, donde el estudiante apoyó el cumplimiento de las tareas definidas que fueron:

- Apoyar, en la realización de diseños arquitectónicos, detalles constructivos y tecnológicos en la estructura HOGAN y recubrimiento vegetal del proyecto APPLE.
- Participar, en los procesos de elaboración y ensayos preliminares a la construcción del proyecto.
- Apoyar, en el desarrollo de la construcción de un domo en neumáticos.

**1.1.1. Empresa contratista:**

Agritectura Huertos Urbanos Bioconstrucción

*Ilustración 3. Equipo de trabajo AGRITECTURA*



Fuente: <http://www.agritectura.org/imagenes/2017>

Agritectura es una Asociación Parques Agrarios Educativos, con sede principal en Granada (España) y subsede Bydgoszcz (Polonia). Son una asociación sin ánimo de lucro y pertenecen a la Universidad de Granada. Agritectura es su nombre común, ya que intentan unificar arquitecturas agrícolas.

Trabajan en la permacultura y en la bioconstrucción con una vocación sostenible con el fin de ayudar al medio ambiente, su idea es encontrar un hábitat saludable en entornos naturales. Intentando superar la incompatibilidad del hábitat humano y el medio natural protegido.

Los huertos de ocio de la capital, situados en plena Vega granadina y a escasos metros de la ciudad, se han convertido en una alternativa para los granadinos a los que el ritmo diario de la ciudad les agobia y buscan alternativas que les permitan deshacerse del estrés o del aburrimiento y que les ayuden, además, a disfrutar del contacto con la naturaleza.

La idea de los huertos de ocio nació en la cabeza de Bernardo Sánchez, un arquitecto granadino que en medio de la crisis decidió buscar alternativas para desarrollar su actividad, muy maltratada por la situación. Así encontró su proyecto 'Agritectura': que consta de 11.000 metros cuadrados de terreno convertidos en 130 pequeños huertos ecológicos.

*Ilustración 4. Equipo de trabajo ZESPOL PARKÓNW*



Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

*De izquierda a derecha: Bernardo Sánchez Reinoso, Yesica López Lasso, Ingrith Garzón Dorado, Yessid Piamba Guevara, Jarosław Pajakowski, Justyna Ziemniewska, Marta Sanchez.*

**1.1.2. Cliente: Espól Parków Krajobrazowych**

*Ilustración 5. Trabajadores del Parque*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

El complejo de parques paisajísticos del bajo Vístula. es uno de los parques nacionales más importantes, se encuentra ubicada su sede principal administrativa en Chełmno, Świecie y Nowe, y el parque como tal en Gruzno; su enfoque está determinado a la preservación de la fauna y el medio ambiente, es uno de los parques que fomenta el cuidado de los frutos más importantes de Polonia, la manzana y la ciruela, y contribuye a la conservación de las casas solariegas (chatas menonitas) , educando con los convenios de los colegios educativos de Polonia, nivel internacional, siendo foco de turismo muy alto, compartiendo constantemente las costumbres y arraigos culturales de la población polaca, y en especial resaltar de los pobladores menonitas de las chatas. (ZESPÓŁ PARKÓW KRAJOBRAZOWYCH, 2007-2013.)

*Ilustración 6. Pasantes y director Agritecatura en la Chata Menonita*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

### **1.1.3. Horario de trabajo**

La intensidad horaria fue establecida por parte de la empresa y el estudiante dejándolo de la siguiente manera:

Lunes a viernes de 8:00 am a 04:00 pm jornada continua

Los sábados de 7:00 am a 12:00pm.

Para un total de 640. Horas.

### **1.1.4. Importancia en la formación personal y profesional.**

A partir de ese momento se da inicio a la realización de los trámites para lograr obtener el pasaporte, el cual es fundamental como sistema de identificación en el extranjero ya que la cedula de ciudadanía colombiana pierde su validez por fuera del territorio nacional, con este trámite fue viable obtener las cartas de invitación por parte de la empresa y del parque COMPLEJO PAISAJISTICO DEL BAJO VISTULA, lo cual posibilitó la agilidad a la hora de obtener la visa tipo D, lo que significa que el tiempo de estadía estimado fue de 4 meses que se encontraban descritos en las cartas de invitación, debido a la demora en la llegada de las cartas de invitación, recibimos la ayuda oportuna de la embajada de POLONIA en Bogotá, quienes agilizaron los trámites para que lográramos la obtención de la visa, realizando el proceso que normalmente demoraría un mes, en dos días.

Luego de realizar los trámites anteriormente mencionados, llego el día del viaje que se llevó a cabo el día 28 de abril del 2019, que partió de la ciudad de Bogotá con conexión en Ámsterdam, Varsovia y desde ahí se parte hacia GRUZNÓ, finalmente el viaje tuvo un recorrido de 1 día y medio.

A partir de este momento inicio un proceso de adaptación tanto a la zona horaria, como a la empresa, este periodo fue de una semana, en el cual se realizaron actividades como exposiciones apoyadas por medio audiovisual, con el fin de transmitir la cultura y paisajes haciendo la intervención cada uno de los pasantes ante la comunidad polaca, tratando siempre de resaltar aspectos positivos, intentando de esta manera cambiar la perspectiva que se tiene en EUROPA de COLOMBIA. Una vez adaptados al nuevo ambiente no solo al laboral sino al cultural y zona horaria, se empezó a realizar las actividades propias de los proyectos los cuales habían sido designados, como parte de las ocupaciones de los pasantes de Arquitectura, cada una de estas actividades permitieron lograr una mayor adaptación a funciones de cada uno, pero sobre todo adquirir mayores conocimientos acerca de la Bioconstrucción, buscando salidas alternativas y la reutilización de la materia prima, que sería manejada en las diferentes etapas de la construcción de los proyectos SPACE CENTER Y APPLE.

## 2. Planteamiento del Problema

A pesar de tener el conocimiento de la contaminación que genera la construcción de edificios en cada una de sus fases, surge la necesidad de conocer e investigar formas de reducir el CO<sub>2</sub> expulsado a la atmósfera, ya que este es uno de los principales factores contaminantes del medio ambiente en la actualidad, *“el sector de la construcción comercial y residencial representa el 39% del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido a la atmósfera a la vez que genera el 30% de los residuos sólidos y el 20% de la contaminación del agua”* (MAUSER, 2011) es por esto, que este informe tiene en cuenta la construcción de cubiertas verdes como estrategia para aportar a la reducción de este impacto negativo al medioambiente, por lo cual resulta esencial el uso de nuevos sistemas constructivos que nos ayuden a disminuir los niveles de CO<sub>2</sub>. *“Las cubiertas verdes son uno de los medios para hacer frente a los efectos del cambio climático, aprovechar más los espacios, para tener mejores condiciones ambientales en nuestras ciudades”* (Bermúdez, 2014) lo que permite que en la actualidad exista una búsqueda amplia y diversa de técnicas y materiales, que se enfoquen en la creación de sistemas ecológicos que nos ayuden a disminuir el impacto negativo para el medio ambiente.

El sistema de cubiertas verdes hace parte de uno de los principales mecanismos de la construcción empleados por Agritectura, del cual se entiende que *“además de aportar un sistema de aislamiento térmico, acústico y estético; su contribución se vuelve tangible, ya que aporta dentro de la calidad del hábitat”* (Talamás Salazar, 2014) Este tipo de sistemas sirve para la reinterpretación de arraigos culturales, es pertinente resaltar que se convierte en una oportunidad para emplear las tecnologías apropiadas. Es decir, involucrar el conocimiento empírico con el conocimiento tecnificado, esto nos brinda como resultado la apropiación y divulgación de las diferentes técnicas heredadas, que en países como COLOMBIA han tenido una evolución lenta, por lo cual muchas veces por desconocimiento, son ignoradas en la industria de la construcción y aun no se le ha asignado el valor real en la industria de la construcción para ser implementadas.

## 3. Justificación

A partir de la implementación de cubiertas verdes, como sistemas constructivos ecológicos reinterpretados se puede empezar a contribuir a la disminución de la contaminación, *“los techos enjardinados o techos verdes conducen en esencia, a una construcción ecológica y económica. Como se señala a continuación: disminuyen las superficies pavimentadas, producen oxígeno y absorben CO<sub>2</sub>, filtran partículas de polvo y suciedad del aire y absorben las partículas nocivas, evitan el recalentamiento de techos y con ello disminuyen los remolinos de polvo, reducen las variaciones de la temperatura del ciclo día-noche, disminuyen las variaciones de humedad en el aire y finalmente tienen una larga vida útil, si es correcta su ejecución.* (Gernot, 2004)”.

Generando condiciones de hábitat reales y una calidad de vida de un territorio inmediato; las ciudades industrializadas dinamizadoras de la economía de este país crecen de manera catalizadora, desconociendo poblaciones vulnerables en condiciones de hábitat, cabe resaltar poblaciones de diferentes territorios con conocimientos raizales de construcciones empíricas que han generado un crecimiento progresivo pausado, lo que se emplea con este tipo de sistemas ecológicos es brindar la posibilidad de desarrollar construcciones más amables, *“el gran valor de estos espacios verdes no solo radica en un espacio para el esparcimiento recreativo o visual de los ciudadanos, sino que realmente cumplen una función fundamental en el mejoramiento medioambiental de nuestras ciudades, por lo que un mayor índice es generar una mayor calidad de vida para el espacio urbano.”*

(Hoyos Giraldo, 2014) , sostenibles que vinculen los hábitos, la rentabilidad, basado en el conocimiento adquirido complementándose con bases tecnificadas que permitan su crecimiento y durabilidad a largo plazo.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Apoyar en el diseño y aplicación de la técnica constructiva de cubiertas verdes dentro del proyecto APPLE, desarrollado en el complejo de parques paisajísticos del bajo Vístula con la empresa Agritectura en Polonia.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Documentar la técnica constructiva de los proyectos de Recubrimiento de cubierta verde del equipamiento APPLE y SPACE CENTER.
- Apoyar en la fase constructiva del proyecto Apple.
- Realizar la caracterización de materiales, implementados en cubiertas verdes con sistemas constructivos ecológicos.
- Digitalizar la información recolectada del proyecto APPLE Y SPACE CENTER en 2D-3D y diagramación.

## 5. Estado Del Arte

La investigación sobre las cubiertas verdes, se abordó entendiendo su trascendencia en el tiempo ya que este tipo de sistemas verdes son vigentes desde hace dos milenios, en el inicio de su desarrollo se utilizaron como decoración y ambientación de los espacios, como referencia de pioneros de utilidad de este sistema, encontramos el zigurat y los jardines colgantes de babilonia los cuales evolucionaron trascendentalmente en el tiempo, llegando a la industria de la bioconstrucción ofreciendo beneficios a nivel económico, ecológico y social, normalizando el sistema de cubiertas verdes industrializadas, encontrando que este tipo de técnicas, se deben empezar a priorizar dentro de la industria arquitectónica, o sistemas ecológicos de la arquitectura. Desde la posición de Gernot Minke las cubiertas verdes no solamente son agradables a la vista, sino que *“forman un valioso biotopo en la ciudad, mejoran el aire y tienen considerables ventajas técnico-constructivas y también físico-constructivas, Además son fáciles de realizar y más económicos que otros sistemas convencionales”*. (Minke G. , 2014)

La investigación del desarrollo de un sistema ecológico permite indagar y comprender que el concepto de una cubierta contribuye a mejorar la climatización y ahorra energía; como sugiere *“El uso de cubiertas ecológicas ayuda a reducir el efecto isla de calor y a su vez ayudan a eliminar las partículas de CO<sub>2</sub> e incluso sirve para cultivar especies vegetales comestibles. Teniendo en cuenta que el espacio ocupado por asentamientos urbanos está aumentando rápidamente, es necesario disminuir y superar efectos negativos de concentración de calor en las ciudades aplicando nuevas alternativas de sistemas de cubiertas verdes.”* (Gernot, 2004)

Por lo cual es pertinente comprender el desarrollo cultural en diferentes países ligado a un manejo de conocimientos permeables y estables, que ha permitido que el sistema ecológico de cubiertas verdes se maneje con elementos del territorio, respondiendo a una normativa del lugar, como un sistema convencional, con la diferencia que es un sistema económico, que permite determinar que estos sistemas se pueden desarrollar en diferentes territorios de manera adaptativa con tributando con sus bondades de integridad y retribución ambiental.

### 5.1. Marco Conceptual

Dada esta situación, es responsabilidad de los planeamientos de ciudad al tratar de optimizar el uso de la energía, minimizar el impacto sobre el medio ambiente e incentivar el bienestar de sus habitantes, y es en este contexto donde emerge la necesidad de implementar nuevas medidas de retribución ambiental por medio de cubiertas verdes las cuales respondan de manera.

- Estructura de cubierta ecológica  
Este sistema se reconoce ecológico por la reutilización de materiales nativos del territorio, que se produjeron de forma tradicional y sostenible, sin utilizar productos químicos ni ser modificados genéticamente para utilizarlos en proyectos arquitectónicos. (Toledo, 2018)
- Recepción de temperaturas  
Las plantas absorben la luz solar, el 50 % y reflejan el 30 %; esto ayuda a crear un clima más frío y agradable. En ambientes interiores esto significa que se requiere un 33 % menos de aire acondicionado, que a su vez significa un ahorro de energía. Una cubierta vegetal también tiene una influencia positiva sobre el clima en las inmediaciones de su edificio y sobre la temperatura general de la ciudad. En general, esto significa una reducción de 3 °C de la temperatura de la ciudad. (sempergreen, 2020)
- Transformación del aire una cubierta verde tiene la capacidad de filtrar partículas del aire contaminado, convirtiendo el CO<sub>2</sub> en oxígeno. Con una cubierta vegetal se contribuye a la purificación del aire. (Amaya , Maldonado, & Sánchez, 2016)

### 5.2. Marco teórico

Durante el desarrollo de la pasantía internacional, del proyecto APPLE, se utiliza el manejo de tecnologías apropiadas, desglosadas del conocimiento empírico de la construcción con elementos ecológicos, implementado en cubiertas representativas de los conocimientos heredados de los menonitas implementados en chatas, y reutilización de materiales ecológicos como las balas de paja en cubierta verde y estructuras seculares.

*Ilustración 7. chata posmoderna,*



*Fuente (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

*Ilustración 8. Estructura cubierta Chata*



*Fuente (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

*Ilustración 9. Cultivo de cereales, extracción del residuo para fardos de paja*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

Elementos fundamentales empleados en el manejo de la construcción del proyecto Apple, en representación a identidad pobladora menonita del VOIVODATO de GRUZCNO.

### **5.3. Antecedentes:**

#### **5.3.1. Antecedentes de las cubiertas verdes en el mundo**

Dentro de los antecedentes de las cubiertas verdes encontramos algunas apreciaciones dentro del libro *Historia de la arquitectura*. Fondo de Cultura Económica. “En el antiguo zigurat que se construyeron en Mesopotamia, se incluían jardines que aparecían en la cubierta e interior en espacios de circulación. Diversos autores consideran los jardines colgantes de Babilonia construidos en el 600 a. C. como uno de los primeros ejemplos de una cubierta verde. Otro ejemplo que incide en la multiculturalidad a la hora de construir jardines son los mausoleos de los emperadores romanos Augusto y Adriano que estuvieron, originalmente, rematados por un montículo de tierra de forma cónica con plantaciones de árboles.” (Velarde, 2016)

Ilustración 10. Mesopotamia- zona del Oriente Próximo ubicada entre los ríos Tigris y Éufrates

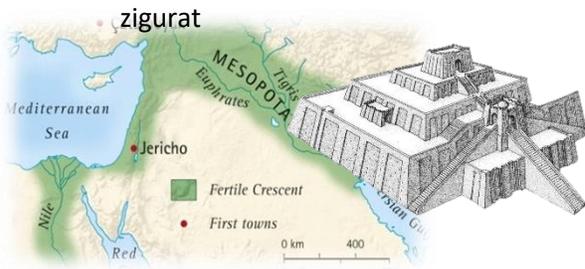


Ilustración 11. Babilonia (Actualmente Siria) los jardines colgantes de Semíramis, son ubicados en el desierto, cercanos al río Éufrates

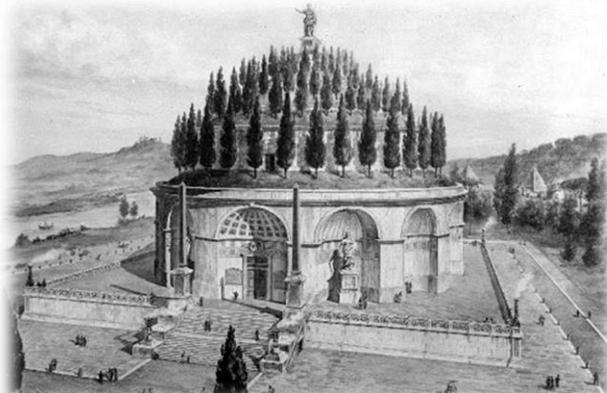
Jardines colgantes de Babilonia



Fuente: (Piamba, 2019)

“Las cubiertas verdes fueron usados como técnicas de construcción, empleándose en los países nórdicos (tales como: Islandia, Escandinavia y Canadá), su uso se hizo popular debido a las ventajas que proponía al asilar las casas del frío, tales cubiertas tienen inclinaciones que varían de 30º a 45º, poseen capas gruesas de 20 cm de césped, puestos sobre varias capas de corteza de abedul sellada con alquitrán para conseguir una superficie resistente a las raíces y el agua, la vida útil de este techo es en promedio de 20 años.” (Minke, 2004)

Ilustración 12. mausoleo de Adriano también conocido el castillo de sant'angelo en Italia



Fuente: (Diaz, pág. 2013)

Ilustración 14. Casa tradicional de turba en Islandia



Fuente: (hurstwic, 2002)

Ilustración 13. casa tradicional en noruega



Fuente: (hurstwic, 2002)

“En Islandia, en el siglo IX las casas tradicionales estaban hechas de “paneles” los cuales acumulan calor en el invierno, siendo capaces de permanecer calientes sin tener que usar calefactores artificiales, son capaces de proveer una temperatura ambiente lo suficientemente confortable. Las casas eran cubiertas con varias capas de terrones de turba (entre 2 y 3 capas), eran apoyadas sobre ramas y recubiertas con césped, respecto al techo, aunque no tiene propiedades de impermeabilización, su inclinación está pensada para evitar la filtración de agua lluvia y de la nieve al derretirse.” (GONZÁLEZ GONZÁLEZ, 2012.)

Ilustración 15. Casa tradicional en los asentamientos de Islandia



Fuente: (hurstwic, 2002)

respecto, desarrolla la tecnología para crear techos verdes eficientes capaces de ser usados desde casas hasta edificios. En este sentido es posible resaltar que, en Alemania, el mercado de los techos verdes se ha expandido rápidamente desde la década de los 80, pasando de uno a diez millones de metros cuadrados con esta cubierta, en ese período. Este crecimiento fue estimulado por la legislación municipal y la implementación de incentivos. Otros estados y ciudades ahora incluyen a los techos verdes dentro de su legislación.

### 5.3.2. Antecedentes de cubiertas verdes en Polonia

Las cubiertas verdes en Polonia no tienen un gran apogeo y son pocas las ciudades que incentivan y fomentan su construcción, actualmente solo la ciudad de Wroclaw o Breslavia tiene ciertas regulaciones. Los residentes de los edificios con cubiertas verdes y paredes vivas pueden obtener un descuento de impuestos dependiendo del porcentaje del área cubierta con vegetación o m<sup>2</sup> de muro vivo.

Varsovia, la capital de Polonia, ha sufrido una increíble metamorfosis al dejar atrás su pasado como ciudad del bloque comunista. Hoy es una urbe que se ha transformado para convertirse en un centro

culturalmente vibrante con interesantes proyectos arquitectónicos, algunos de ellos muy sostenibles. La biblioteca de la Universidad de Varsovia en cuya cubierta se ha construido un enorme parque urbano que le ha agregado a la ciudad un parche verde abierto al disfrute de la comunidad.

“Proyectos como éste hacen de la capital polaca, la novena ciudad más grande de Europa y haya sido capaz de reinventarse, posicionándose como un centro metropolitano al día con las tendencias de diseño sostenible. Las características del diseño arquitectónico de la cubierta verde de la Biblioteca han logrado excelentes resultados, ya que el parque de abajo se conecta visualmente con el techo verde a través de unas rampas, que cuando estén cubiertas de enredaderas, se integrarán todavía más. Los espacios verdes de este gigantesco techo tienen una vida vegetal variada y caminos para que tanto los residentes como los turistas de Varsovia lo recorran pensando que están en un parque urbano tradicional.

El parque sobre la cubierta está enmarcado por dos calzadas bordeadas de árboles que desembocan a una cúpula que hace las veces de tragaluz de la Biblioteca. Y aunque este detalle ofrece un agradable diseño, también recuerda a los transeúntes que además de estar en un parque, se encuentran en el techo de una institución donde hay gente debajo trabajando.

La variedad de las plantas hace de esta cubierta verde todavía más interesante para los visitantes y un recurso ecológico que, como toda cubierta verde, busca reducir la isla de calor que producen las edificaciones en las urbes y reduce la huella de carbono de la ciudad.” (Atxaga Arnedo, 2007)Atxaga Arnedo, K. (2007).

*Ilustración 16. Biblioteca de la universidad de Varsovia.*



*Fuente: (viapolonia, 2006)*

### **5.3.3. Antecedentes de cubiertas verdes en Colombia:**

En Latinoamérica, los primeros países interesados en el tema de las cubiertas verdes fueron Argentina y México; Argentina que, mediante la agencia de protección ambiental y el apoyo del gobierno de Buenos Aires, con la iniciativa de “*Construcción verde – Del gris al verde*” (Quiroga Martínez, (2007). ). promovieron la construcción de cubiertas verdes, en la que en 2006 comenzó con el proyecto de renovación a cubiertas verdes en Buenos Aires, así mismo en México SIKA ha estado presente en el uso de cubiertas verdes, con la formación y puesta en marcha de la Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas (AMENA), y siendo en 2010, el primer país latinoamericano en ser sede del Congreso Mundial de Azoteas Verdes que se viene realizando desde 2005; y que

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

después de este evento, se realizaron avances en el país, tal que en 2011, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda de los Trabajadores (Infonavit), inaugura la cubierta verde más grande de Latinoamérica.

En Colombia, RECIVE (Red Colombiana de Infraestructura Vegetada) fue fundada en 2009. Representa al país junto con WGIN y juega un papel muy importante en el desarrollo del sector en el país, especialmente en su capital, Bogotá. Desde el sector privado se puede resaltar como caso de estudio el edificio Novatris en Bogotá, que fue uno de los pioneros en la utilización de la cubierta verde como emblema ecológico en la incentivación de este modelo.

*Ilustración 17. Cubierta verde edificio Novatris.  
Primer edificio con certificación leed en Colombia*



*Fuente: (Forero & Montes, 2010)*

En Medellín desde la administración de Sergio Fajardo, se ha impulsado de forma significativa los edificios públicos destinados a convertirse en equipamientos que sirven de apoyo a la comunidad.

*Ilustración 18. Centro Educativo de Santo Domingo Medellín- Colombia*



*Fuente: (Wikicolombia, 2011)*

Con el fin de cumplir este objetivo se desarrollaron Parques Bibliotecas, Centro Educativos, Clínicas, Juntas de Administración entre otros tipos de proyectos públicos. Un claro ejemplo es el centro Educativo de Santo Domingo, que implemento el tema de las cubiertas verdes como espacio de integración ciudadana.

“Desde la empresa privada, se ha visto el tema de los edificios verdes como el escenario donde se puede aprovechar la luz del sol, reutilizar las aguas lluvias, apuestas a ventilación natural, fachadas verdes entre otros aspectos que buscan el beneficio del ahorro energético. En Medellín, encontramos el edificio de Ingeniería de la universidad Eafit, Ruta N, e Isagen. Estas empresas privadas le apostaron a las edificaciones verdes de alta calidad ambiental, y actualmente ya se encuentran con certificación LEED.” (Hoyos Giraldo, 2014)

Ilustración 19. Ruta N, un complejo de edificios de tecnología e innovación, en Medellín (Colombia) tras la certificación LEED



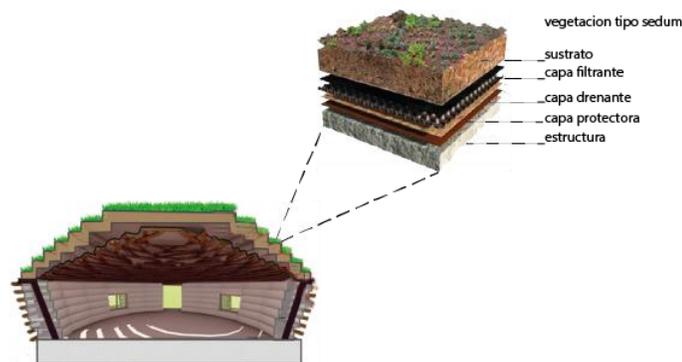
Fuente: (verde, 2011)

#### 5.4. Marco Normativo

El manejo de cubiertas verdes, en diferentes países y acorde al diseño arquitectónico se considera, dentro de ese índice como espacio público, y liberación de llenos constructivos, lo cual el manejo de la normativa para desarrollar una cubierta verde acorde a este contexto nos acoplamos a legislación de Francia y códigos normativos de Estados Unidos, por ende, para este tipo de construcción ecológica se debe aplicar la misma normativa mencionada, para su desarrollo externo en cualquier territorio.

##### 5.4.1. FLL: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. , Bonn (Alemania) Bonn (Alemania) Reglas generales para el planeamiento y la ejecución de cubiertas ajardinadas. Primera edición 1982, ampliación y normativas para cubiertas vegetales extensivas 1990

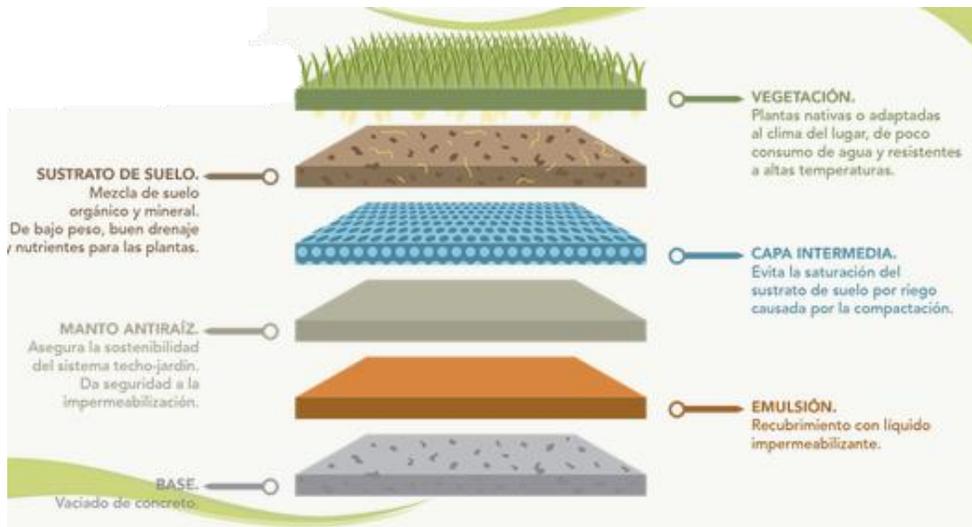
Ilustración 200. Partes de Cubierta Verde



Fuente: (Piamba, 2019)

#### 5.4.2. Normas nacionales para la construcción de cubiertas planas y su impermeabilización (AENOR) España, ZVDH (Alemania)

Ilustración 21. Partes de Cubierta Verde



Fuente: (Barba , 2014)

#### 5.4.3. NTJ 11C Normas tecnológicas de jardinería y paisajismo, sobre cubiertas verdes enero de 2012

Ilustración 22. Techo verde semi-extensivo del Moorgate Crofts Business Centre de Rotherdam , Reino Unido



Fuente: (greenroofs, 2017)

**5.4.4. Guía de Azoteas Vivas y Cubiertas Verdes, área de Ecología Urbana, ayuntamiento de Barcelona 2016**

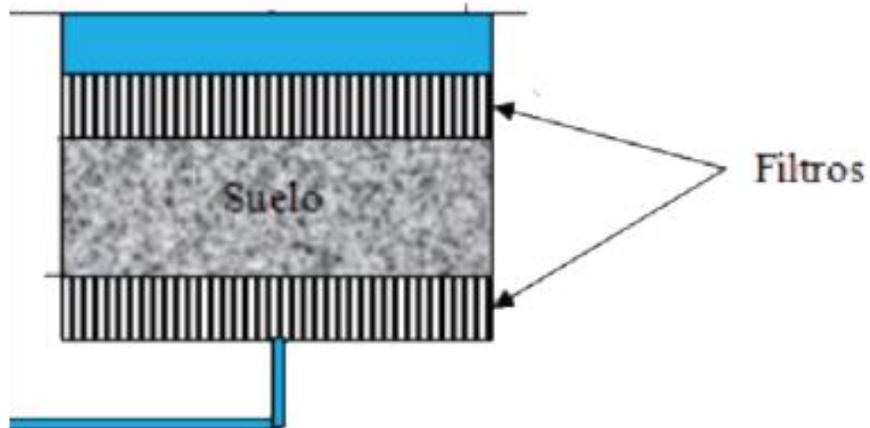
*Ilustración 23. Azotea área ecológica urbana*



*Fuente: (greenroofs, 2017)*

**5.4.5. ASTM E2396 / E2396M - 19 método de prueba estándar para la permeabilidad al agua saturada de los medios de drenaje granular. [Método de caída de cabeza] para sistemas de techo vegetal**

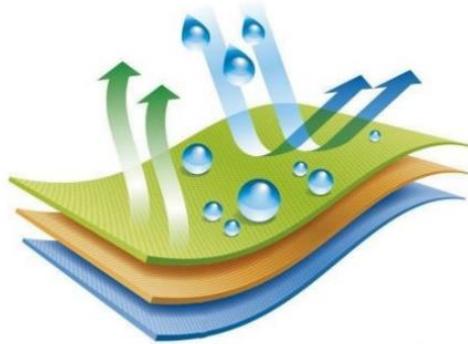
*Ilustración 24. permeabilidad*



*Fuente: (Piamba, 2019)*

**5.4.6. E2396, método para evaluar la permeabilidad del agua saturada de drenajes granulares.**

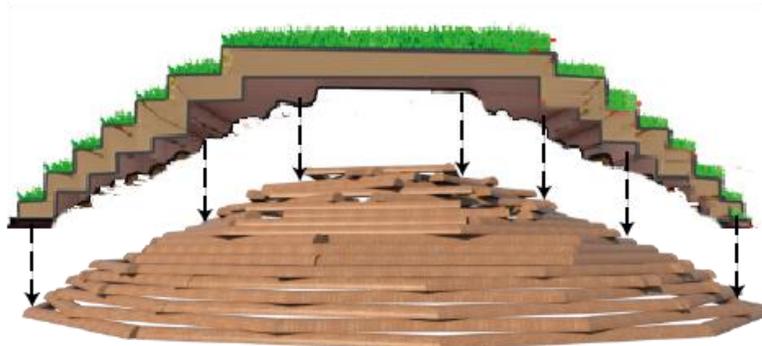
*Ilustración 25. permeabilidad vapor del agua*



*Fuente: (labtink, 2019)*

**5.4.7. E2397, método para determinar las cargas permanentes y variables asociadas con los sistemas de techos verdes para ayudar a evaluar la construcción debajo de la carga en cuanto a factores como el diseño estructural según el peso del sistema sin y con lluvia o riego**

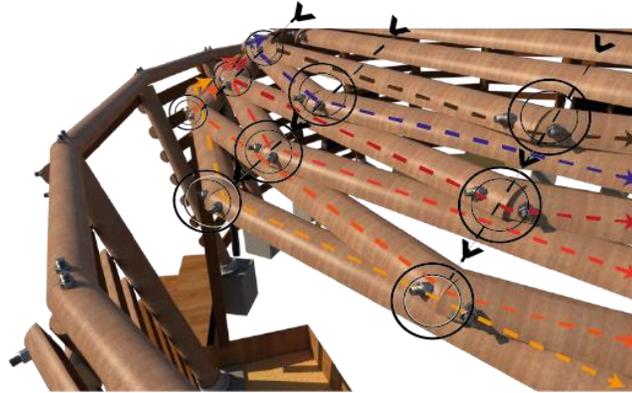
*Ilustración 26. Posición cubierta verde sobre estructura Hogan*



*Fuente: (Piamba, 2019)*

- 5.4.8. E2399, método para evaluar la densidad máxima de medios para el análisis de cargas permanentes de los sistemas de techos con vegetación (verdes), que brinda un objetivo de medición de la densidad de los medios para calcular cargas estructurales.

Ilustración 27. cargas permanentes en la densidad



Fuente: (Piamba, 2019)

- 5.4.9. E2400, guía de selección, instalación y mantenimiento de plantas para sistemas de techos verdes que incluye recomendaciones sobre la elección, plantación y riego de las plantas que crecen en techos con vegetación; y más recientemente.

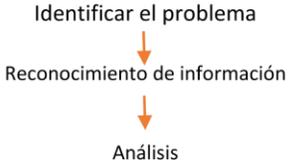
Ilustración 28. Guía de selección mantenimiento



Fuente: (Piamba, 2019)

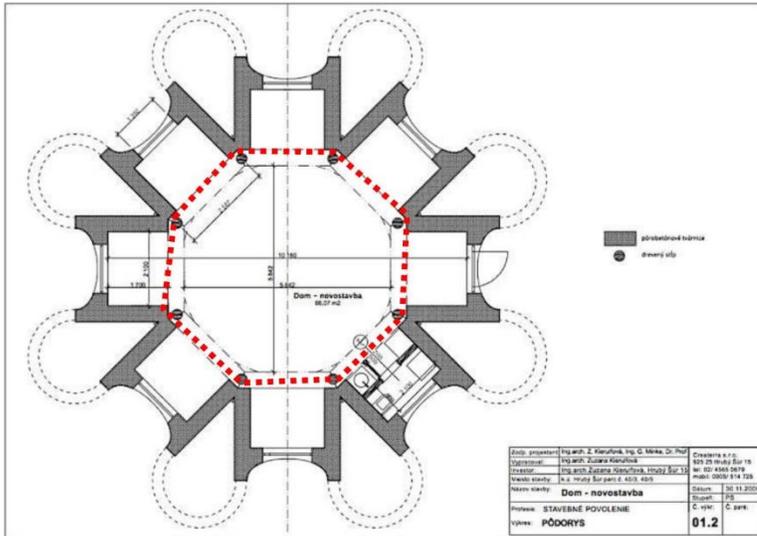
5.5. Referente Proyectual

Tabla 1 referente

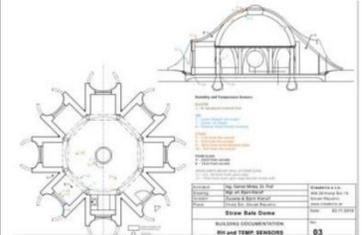
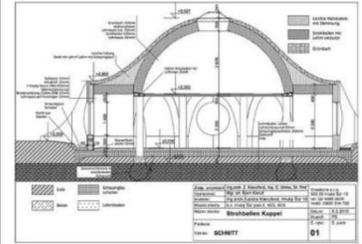
REFERENTE 3: CÚPULA DE PAJA AUTOPORTANTE EN EL PUEBLO DE HRUBÝ ŠŮ- GERNOT MINKE		
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	LIBRO:	Páginas:
	CAPITULO DE LIBRO:	Páginas:
	REVISTA O ARTICULO DE REVISTA:	Páginas:
	TRABAJO DE GRADO O TESIS:	Páginas:
	OTROS DOCUMENTOS: ENVIRONMENTAL ARCHITECTURE	Páginas:
	LINK EN INTERNET: <a href="https://environmental-architecture.net/proyectos/cupula-de-balas-de-paja/">https://environmental-architecture.net/proyectos/cupula-de-balas-de-paja/</a>	Fecha revisión: 2013
<b>1. Localización y generalidades del area de estudio</b> <i>(Localización y generalidades, geografía, población, contexto social, etc.)</i>		<b>Graficación</b>
<p>Eslovaquia o República Eslovaca es un país soberano miembro de la Unión Europea. Situado en Europa Central, limita al norte con Polonia, al este con Ucrania, al sur con Hungría, al oeste con Austria y al noroeste con República Checa, al sur oeste de Eslovaquia en pueblo de HRUBÝ ŠŮ, se realiza el proyecto con balas de paja y cubierta verde acoplándose a las condiciones climáticas. Consiste en 8 bóvedas de balas de paja estructurales con una cúpula central de balas de paja estructural (descargada al suelo mediante un anillo octogonal de madera).</p>		
<b>2. Metodología para el diagnostico</b> <i>(descripción detallada del proceso para llevar a cabo el diagnóstico)</i>		<b>Graficación</b>
<p><b>Identificación del problema:</b></p> <p>El aumento de construcciones, masivo en altura, con poca contribución al medio ambiente, e incrementando el efecto invernadero, en este contexto, creando edificios enfermos, si posición o ubicación pensada, desligando la geobiología.</p> <p><b>Reconocimiento de información:</b></p> <p>El planteamiento del arquitecto GERNOT MINKE, es la utilidad de técnicas ancestrales , que dado a sus conocimientos y técnicas, han hecho que sean permeables al tiempo, clima, fenómenos naturales; lo cual hace indagar cual fue esa metodología que ha hecho que aún se conserven en estos tiempos, la utilidad de balas de paja es la extracción de un residuo que es del consumo a nivel mundial, hace considerar al arquitecto, que nosotros podemos construir refiriéndose metafóricamente, en el mundo de la arquitectura nosotros podemos construir sin necesidad del</p>		 <pre> graph TD     A[Identificar el problema] --&gt; B[Reconocimiento de información]     B --&gt; C[Análisis]     </pre>

<p>aumento masivo de utilidad de la industria, no contribuimos a retroceder no, se contribuye a avanzar a pesar la arquitectura desde la geobiología, considerar que es habitad de calidad no solo para el usuario si no esa armonía con nuestro entorno.</p> <p><b>Análisis:</b></p> <p>Esta concepción teórica atribuye aportes arquitectónicos contenidos en el concepto de hacer es aprender de ahí parte los conocimientos del arquitecto alemán, la mayoría de sus construcciones se les atribuye a que su desarrollo se ha hecho por él , donde aplica los conceptos de resistencia y durabilidad de los materiales, entre ello considera que la paja un elemento resistente a sus adversidades, este proyecto se realiza una vivienda sostenible, aplica al manejo de cubierta verde para el desarrollo de sus cultivos propios de consumo.</p>	 <p>cúpula central de balas de paja estructural –GERNOT MINKE</p>
<p><b>3. Resultados del diagnostico</b> <i>(cualitativos y cuantitativos)</i></p>	<p><b>Graficación</b></p>
<p>Este proyecto de cúpulas con balas de paja, consiste en retribuir a este entorno inmediato, y contemplar que balas de paja no nos delimitan en nuestra creatividad, o desarrollo formal de un proyecto arquitectónico, funciona de manera adaptable, bajo los códigos, y manteniendo su compactación de fardo .</p>	
<p><b>4. Propuesta de intervención</b> <i>(incluye tanto la propuesta técnica como las propuestas o estrategias de cultura ciudadana y demás)</i></p>	<p><b>Graficación</b></p>
<p><i>Este proyecto se desarrolló en fases de taller de aprendizajes,</i> El enfoque educativo del taller se basa en aprender haciendo, los temas teóricos y prácticos estuvieron acompañados de presentaciones multimedia, y discusiones espontáneas en las noches.</p> <p>Los participantes fueron: constructores artesanales, artesanos, ingenieros civiles, arquitectos, estudiantes de arquitectura, diseñadores, profesores, electricistas y agricultores orgánicos. Su desarrollo evolutivo se base en prácticas, y clases teóricas:</p> <p>Clases prácticas impartidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Preparar las balas de paja para edificios</li> <li>– Construir bóvedas de balas de paja estructurales</li> <li>– Construir una cúpula de balas de paja estructurales</li> <li>– Revocos de arcilla y pavimentos de arcilla</li> <li>– Preparaciones de la cubierta para la membrana impermeable</li> <li>– Acabados de madera y aislamiento</li> </ul> <p>Clases de teoría impartidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Teoría de los principios de la construcción sostenible. Criterios de sostenibilidad alcanzados por balas de paja, arcilla, techo verde. Su efecto en un ambiente sano.</li> </ul>	 

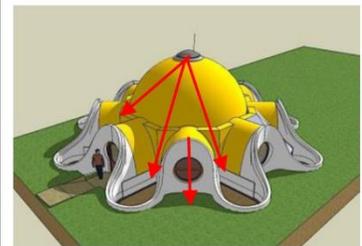
- Teoría y práctica de la construcción con balas de paja: conceptos básicos, cualidades, pruebas.
  - Teoría y práctica de las estructuras portantes, especialmente bóvedas y cúpulas: principios, calidad requerida, experimentación.
  - Teoría y práctica de revocos de tierra, diferentes mezclas, aplicación, sistemas de revocos de arcilla y pavimentos de arcilla para interiores.
  - Teoría y práctica de los techos vegetales: sistema, detalles estructurales, ejemplos
- La disposición de cúpulas, descargada al suelo mediante un anillo octogonal de madera, sus cargas, no fractura el sistema secular.



Planta arquitectónica de su disposición de cargas.



Interior de la cúpula



Disipación de cargas, a la base octogonal en forma de anillo de la cimentación

**5. Impacto de la propuesta** (transformaciones sociales, urbanas y culturales después de implementada la intervención)

La paja es un elemento que se deja moldar, parecido a una de las características del concreto en su

elasticidad, acorde a ello observamos la combinación de un sistema auto portante, combinado con el sistema de estructuras de cúpulas, si retomamos en lo estructural, siempre las cúpulas son un sistema independiente, en este proyecto observamos cómo se combinan y realizan es desplazamiento de cargas por medio de las cúpulas menores conectadas, básicamente sería la función de las pechinas y el tambor de un cúpula.

## 6. Conclusiones

Cada profesional se encuentra en el camino correcto de su momento, la diferencia está en decidir si lo es, es el momento adverso de formar conciencias desde la academia que hagan que cada individuo participe se arme de sus propios conceptos, y criterios de cuál es la arquitectura que queremos realizar, o nos incluiremos en un mundo de más consumismo e industrializado, cada individuo lleva una historia y cada historia tiene un ancestro y un pasado, que si indagamos volvemos que primero fueron las técnicas ancestrales, este tipo de métodos han avanzado con la ayuda del desarrollo y tecnología hace que cada vez estos elementos se perfeccionen; es el momento propicio de armarnos de conciencia y dejar lo peyorativo si no lo conocemos; y el hacer aprendiendo con criterios y conceptos dignos de nuestro nuevo aporte a la geobiología con la arquitectura.

Acordado se establece que la bioconstrucción nos abre diversos temas, y nos enseña culturas detrás, y la riqueza de durabilidad y resiliencia que emplean, que aun desconocemos desarrollos, y construcciones de permanencia, pero empezamos una era donde cada elemento contributivo será divulgado.

(Piamba, 2019)

## 6. Metodología

En la presente investigación la metodología a desarrollar es cualitativo-descriptivo se busca que la investigación, analice la implementación de cubiertas verdes, en la arquitectura polaca, por lo tanto, se trata de desarrollar un seguimiento real de construcción de cubiertas sostenibles, este enfoque está basado a comprender las técnicas constructivas de un sistema ecológico manejado por la comunidad, llevado a la construcción. Se realiza una fase exploratoria en obra real con el acompañamiento directo de la comunidad para el manejo de estos sistemas, e indagaciones de pruebas y técnicas probando la resistencia de estos elementos.

- **Formulación proyectual:**

En esta etapa se pretende esbozar herramientas y/o estrategias que faciliten y esgrimen la implementación de los sistemas de cubierta verde, para la divulgación de la implementación en diferentes tipos de construcción.

- **Digitalización y conclusión del proceso:**

Digitalización de la recopilación de información elaborada, del proyecto SPICE CENTER - Apple Digitalización de la recopilación de la investigación y pruebas realizadas en campo real Digitalización y entrega de informe final, y folleto del proceso constructivo cubiertas verdes.

Tabla 2 instrumentos de recolección de información

Objetivos		Metodología				
Qué quiero investigar? Objetivo General	Que quiero investigar? Objetivos Especificos	Actividades Por Cada Objetivo	Instrumentos Para La Recoleccion De Informacion	Fuentes de informacion	Etapas De Desarrollo Del Proyecto (Describelas)	
Apoyar en el diseño y aplicación de la técnica constructiva de cubiertas verdes dentro del proyecto APPLE, desarrollado en el complejo de parques paisajísticos del bajo Vistula con la empresa Agritectura en Polonia.	Documentar la técnica constructiva de los proyectos de Recubrimiento de cubierta verde del equipamiento APPLE y SPACE CENTER.	analisis referencial	visitas a chatas menonitas, en polonia, y utilidad de biblioteca web	ZESPOL PARKÓNW <a href="https://pomorskie.travel/es/-/menonici">https://pomorskie.travel/es/-/menonici</a>	Contextualizacion Del Problema	
		analisis normativo	normativa web	Règles professionnelles de construction en paille – Réseau français de la construction		
		analisis empirico y practicos	biblioteca web	Règles professionnelles de construction en paille – Réseau français de la construction		
		analisis referencial de materiales a implementar	biblioteca web	• <a href="https://www.eco-casas.net/sistema-constructivo-eco-casas">https://www.eco-casas.net/sistema-constructivo-eco-casas</a>		
	Digitalizar la información recolectada del proyecto APPLE Y SPACE CENTER en 2D 3D y diagramación.	Caracterizacion de materiales	clasificacion de materiales en campo real	• <a href="https://www.eco-casas.net/sistema-constructivo-eco-casas">https://www.eco-casas.net/sistema-constructivo-eco-casas</a>	Formulacion Proyectual	
		prueba de materiales en campo real	prueba de tres semanas de resistencia de materiales	• <a href="https://environmental-architecture.net/proyectos/cupula-de-baldas-de-paja/">https://environmental-architecture.net/proyectos/cupula-de-baldas-de-paja/</a>		
		elaboracion de planimetria -del poryecto toi toi y apple	interpretacion de planos de dibujo a mano por el arquitecto bernardo sanchez	* asesorias o con el arquitecto director del diseño apple	Ejecucion Del Proyecto Apple	
		elaboracion tridimensional del proyecto toi toi y apple	interpretacion de planos arquitectonicos 2D y utilidad de las frutas conceptuales	* comprension de los frutos en un recorrido por las directrices del parque, y manejo de fruto en el lote		
		elaboracion de exposiciones de contextualizacion del territorio colombiano.	recopilacion de informacion	* construccion de informacion propia, para la exposicion a las directrices.		
	Realizar la caracterización de materiales, implementados en cubiertas verdes con sistemas constructivos ecológicos.	socializacion de los poryectos arquitectonicos	reuniones con las juntas directivas del parque	* espacios dinamicos de minga para la construccion, con la comunidad.	Ejecucion Del Proyecto Apple	
		clasificacion y alistamiento de materiales	trabajo en obra, con la compañía del arquitecto español, y en momentos previo la participacion de la comunidad.	* espacios de intercambio de conocimientos en reuniones		
	Apoyar en la fase constructiva del proyecto Apple.	inicio de obra y supervision del proyecto	alastamiento de las estructuras seculares	biblioteca web	• Pérez Correa, J. P. (2016). Evaluación económica del bienestar generado por techos verdes en Bogotá (Bachelor's thesis, Uniandes).	Resultados Del Proyecto
		Recopilacion y digitalizacion de la informacion	elaboracion mediante registro fotografico en tomas reales, y lectura de dibujos a mano, elaborados por el arquitecto.			
		correcciones en 2D y 3D a los proyectos arquitectonicos	socializacion a las directrices del parque del bajo vistula, y participacion en el festival zmake.	visitas a lote de intervencion, chatas, otras ciudades, GDANKS, CRACOVIA, VARSOVIA, SWIECE,CHELMO, U OTROS.		
		conclusiones de resultados e informes del proyecto				

(Piamba, 2019)

## 7. Cronograma de actividades

Tabla 3 Cronograma de Actividades

FASES	ACTIVIDADES	FASES DEL PROGRAMA															
		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	análisis referencial																
	análisis normativo																
	análisis empírico y prácticos																
	análisis referencial de materiales a implementar																
FORMULACIÓN PROYECTUAL	Caracterización de materiales																
	prueba de materiales en campo real																
	elaboración de planimetría del proyecto toI y apple																
	elaboración tridimensional del proyecto toI y apple																
	elaboración de exposiciones de contextualización del territorio colombiano.																
EJECUCIÓN DEL PROYECTO APPLE	socialización de los proyectos arquitectónicos																
	clasificación y allstamiento de materiales																
	correcciones en 2Dy 3D a los proyectos arquitectónicos																
	inicio de obra y supervisión del proyecto																
	allstamiento de las estructuras seculares																
	investigación analítica para el manejo de cubiertas verdes																
CONCLUSIONES Y RESULTADOS DEL PROYECTO	Recopilación y digitalización de la información																
	conclusiones de resultados e informes del proyecto																

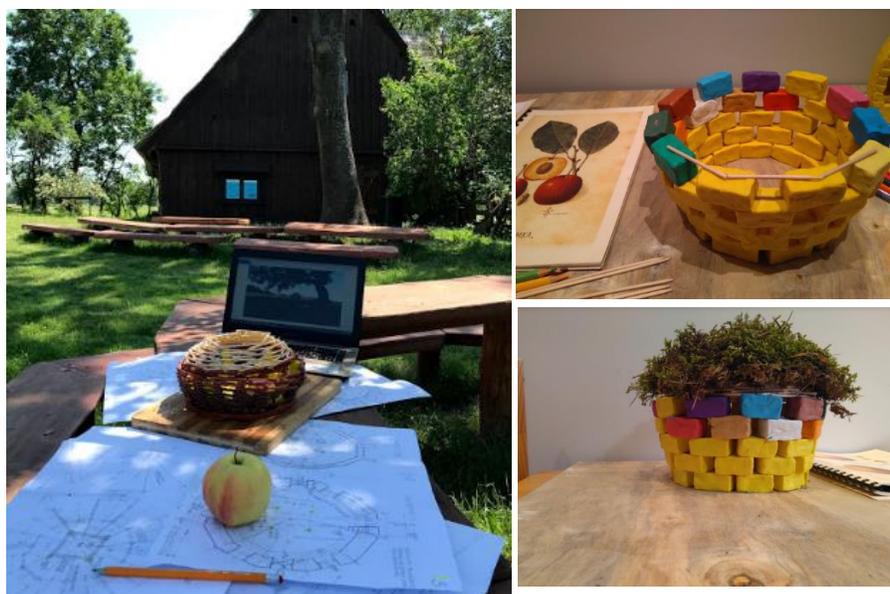
Fuente: (Piamba, 2019)

## 8. CAPITULO 2 DESARROLLO DE LA PASANTIA

### 8.1. Proyecto Apple –Equipamiento Cultural

El proyecto Apple es un equipamiento cultural con diversidad, todos sus materiales constructivos son reciclados desde su cimentación hasta la cubierta verde, este proyecto parte de una forma conceptual de manzana, ya que es uno de los productos más representativos de los parques paisajísticos del bajo Vístula. Este proyecto fue realizado a partir de la re utilidad de piedra y los complementos obtenidos de la chata menonita, en representación a la memoria de la cultura menonita<sup>1</sup>; bala de paja, madera para la conformación de la estructura del equipamiento y estructura hogan de la cubierta verde, en complemento a la vocación del sector.

*Ilustración 29. maqueta proyecto Apple conceptual y formal*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

---

<sup>1</sup>“ Los miembros de los asentamientos menonitas de Polonia crearon grupos locales para fomentar la cooperación entre las comunidades más pequeñas. Organizaron oraciones conjuntas y servicios religiosos a los que asistían los habitantes de varios poblados. Además, aunaron esfuerzos para evitar que los católicos y luteranos se apropiaran de sus explotaciones agrícolas. Por esta razón los menonitas polacos crearon comunidades estrechamente unidas entre sí, las cuales han sido capaces de preservar su identidad y religión durante mucho tiempo, por lo menos hasta el momento de la germanización que acaeció durante los siglos xix y xx e incluso hasta la espectacular ola migratoria que tuvo lugar en Polonia en 1945”.tomado de <http://www.eumen.net/es/locations/poland>

Ilustración 30. grupo pasantes y arquitectos



Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

### 8.1.1. Investigación de materiales a implementar.

Se realiza un análisis de la evolución de la estructura recíproca, y el manejo de fuerzas de trabajo adecuado, comprender el funcionamiento de esta técnica que inicialmente parte de un sistema sin anclajes y desarmable. Bajo sus cuidados adecuados prolongando su tiempo de vida y flexibilidad.

Ilustración 31. elaboración de Maqueta

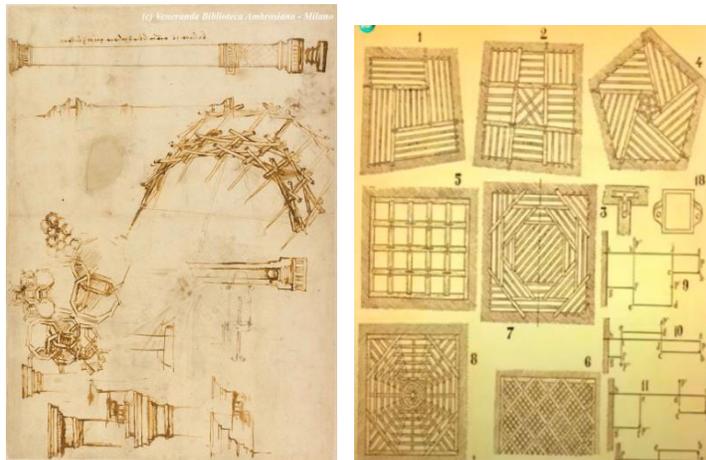


Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

### 8.1.2. Estructura hogan- reciproca

El sistema estructural utilizado en la cubierta del proyecto Apple, su nombre corresponde a cubierta Hogan, se caracteriza por un sistema estructural reciproca que funciona con una geometría inicial y se radia para generar ejes de repartición de cargas. Son estructuras "altruistas" en el sentido de dar y recibir en la misma proporción, manteniendo un sistema equilibrado con el esfuerzo parejo activo de todos los elementos que lo constituyen. Todos hacen falta y ningún puede faltar a la totalidad dado que la totalidad se alimenta del elemento individual.

*Ilustración 32. Bocetos leonardo da vinci*



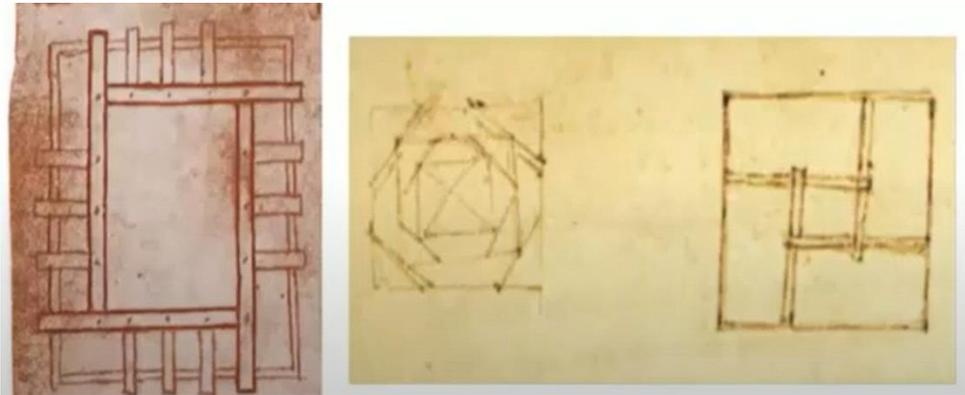
*Fuente: (Semantic, 2018)*

Esta teoría se descubre a mediados de 1500 por los primeros estudios geométricos de Sebastián Serlio y Leonardo Da Vinci, parte de una geometría exacta. Su estudio se somete a fuerzas de trabajo. Este tipo de sistemas se desarrolló en 1916 que ilustra detalles de unión y apoyos de los elementos de madera, así como la posibilidad de utilización de piezas curvas para cubrir grandes luces.

El sistema geometrizado en sus primeros inicios parte un puente creado por Leonardo Da Vinci, por la necesidad de crear un puente rápido y desarmable, se encontraba en la época medieval, y los sistemas se caracterizaron para la creación de construcciones y máquinas de guerra.

Leonardo invirtió mucho esfuerzo de cubiertas y forjados resueltos con piezas cortas, más cortas que el vano a cubrir. Sus esbozos siempre sujetos a una geometría céntrica.

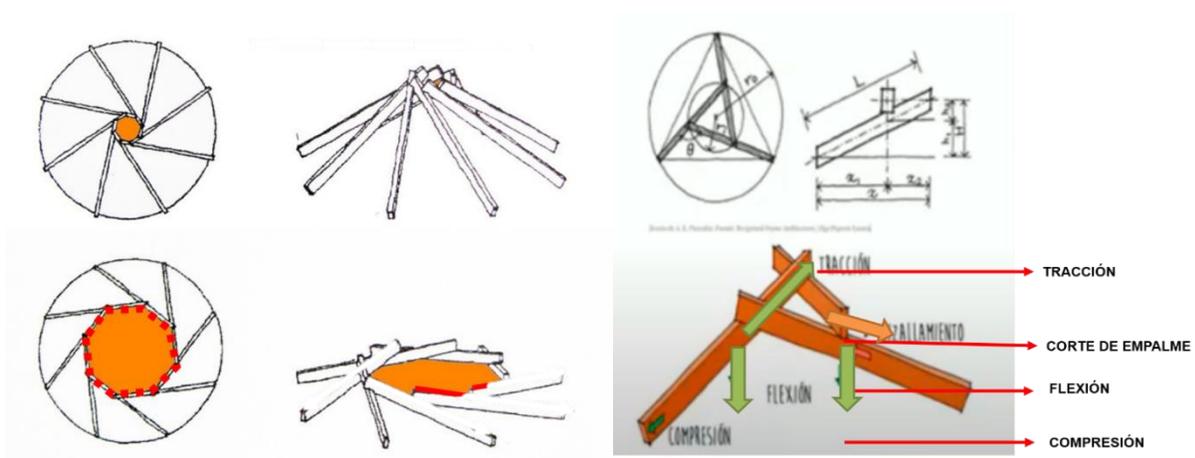
Ilustración 33. Esbozos con Geometría



Fuente: (d'Estructures, 2017)

Este sistema se genera del uso de elementos, de soporte de carga para componer una configuración espacial en la que están mutuamente apoyados entre sí, el número mínimo de elementos necesarios es tres. Su equilibrio reside en que un elemento se apoya en el siguiente elemento y sucesivamente, hasta que el último elemento se apoya finalmente sobre el primero cerrando el círculo de la auto sustentación.

Ilustración 34. Maquetas de estructuras reciprocas donde se puede ver la diferencia del  $r_i$  (radio del círculo interior) y su



Fuente: (Sanchez, 2018)

### 8.1.3. Morfologías de techos

Este tipo de estructura también se conoce como Tejado Mándala- se han utilizado desde el siglo XII en la arquitectura china y japonesa. La estructura trabaja mediante fuerzas que están sometidas a compresión, a los soportes situados en su perímetro, que deberán estar preparados para soportar el empuje horizontal. Las Fuerzas axiales, de compresión y tracción se distribuyen a lo largo de cada viga, la fuerza de compresión actúa en la parte baja de las mismas, las que transmiten los empujes horizontales al resto de la estructura, mientras que la zona comprendida dentro del radio de los puntos de intersección entre en la viga sufre esfuerzos a tracción.

Momentos de flexión, se tendrá en cuenta los esfuerzos que pueda recibir la estructura (peso propio, materiales, viento, nieve.) son las cargas asimétricas y efectos secundarios, como la torsión frente a los que el sistema también está preparado. (YouTube, 2017)

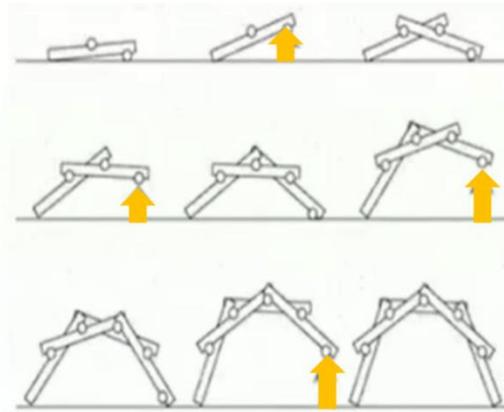
*Ilustración 35. Dibujos técnicos, planos y maquetas*



*Fuente: (Permacultura, 2017)*

El concepto de reciprocidad de elementos se refiere a un grupo de componentes soportados entre sí en un círculo cerrado, de esta manera cada componente se autosustenta, apoyándose en otro, teniendo la capacidad de generar superficies y salvar luces muy importantes a las longitudes de sus componentes ya que se estabiliza a partir de la disposición geométrica y la relación entre sus elementos sin necesidad de elementos externos para ser soportados, este sistema permite diseñar infinitas variedades de geometrías y responde a diversas necesidades y programas de arquitectónicas. En este tipo de sistemas inteligentes es el propio peso de sus elementos el responsable de mantenerlos unidos.

Ilustración 36. Sistema Inteligente Hogan



Fuente: (d'Estructures, 2017)

Ilustración 38. De stro constructie van de dome tijdens de bouw in 2010



Fuente: Foto: Zuzana Kierulvova

Ilustración 37. Een stro dome in het Slowakse Hrubý Súr ontworpen door Gernot Minke en Zuzana Kierulvova



Fuente: 1 Gernot Minke

## 8.2. Cubierta verde

“La cubierta verde es un sistema, especializado constructivo que busca la necesidad de instalar vegetación en un techo, en el cual no solamente se busca una relación estética con el paisaje si no también la ventaja que está cubierta verde otorga al medio ambiente, ya que Este tipo de cubiertas toman  $\text{CO}_2$  del aire y libera oxígeno, este proceso sucede en la fotosíntesis, en el que 6 moléculas de  $\text{CO}_2$  y 6 de  $\text{H}_2\text{O}$  nos genera molécula de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (glucosa) expulsando 6 moléculas de  $\text{O}_2$ .

En el proceso de respiración de cubiertas se produce  $\text{CO}_2$  y se consume  $\text{O}_2$ , sin embargo, solo de 1/5 a 1/3 de la fotosíntesis son consumidos en los intercambios respiratorios, si aumentamos cubiertas verdes se genera oxígeno y se consumirá  $\text{CO}_2$  llegando a un equilibrio entre crecimiento de  $\text{CO}_2$ . Por medio de la evaporación de agua y la fotosíntesis, el efecto de enfriamiento se hace perceptible fundamentalmente los días cálidos de verano, puede demandar el 90% de la energía solar consumida. A nivel mundial se utilizan tres categorías de cubiertas verdes; extensivos, semi extensivos e intensivos. En donde sus diferencias están dadas por el medio de crecimiento, su accesibilidad, el peso por metro cuadrado, diversidad de plantas, cantidad de componentes del sistema y el mantenimiento.” (Hoyos Giraldo, 2014)

Ilustración 39. Transformación del C

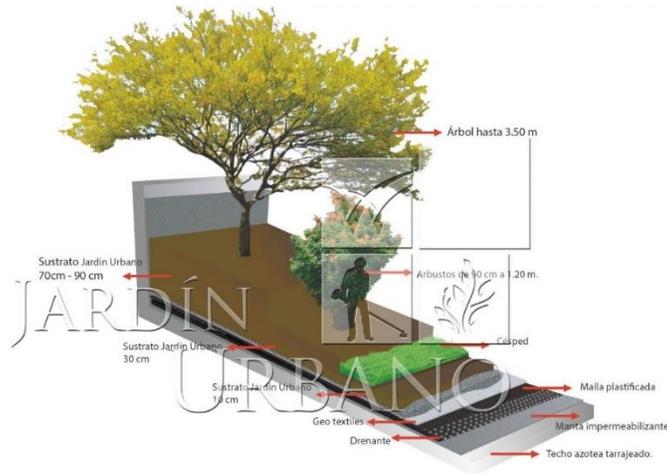


Fuente: (Piamba, 2019)

### 8.2.1. Cubierta verde intensiva

Según (Gernot, 2004) este tipo de cubierta verde generalmente contemplan plantas leñosas, vivaces y pasto. Estas plantas no se pueden dar sobre cubiertas inclinadas, si no solamente sobre cubiertas planas. Puede ser un tipo de cubierta que se puede utilizar muy fácilmente en nuestro clima, porque no tenemos cambios climáticos bruscos, por lo que su follaje y crecimiento se mantendría constante. Para este tipo de plantas es requerido un espesor de sustrato de más de 28 cm y se le debe dar constante mantenimiento sin embargo se tendría que tener accesos constantes a ellas, y cuidados especiales.

Ilustración 40. Cubierta Verde Intensiva

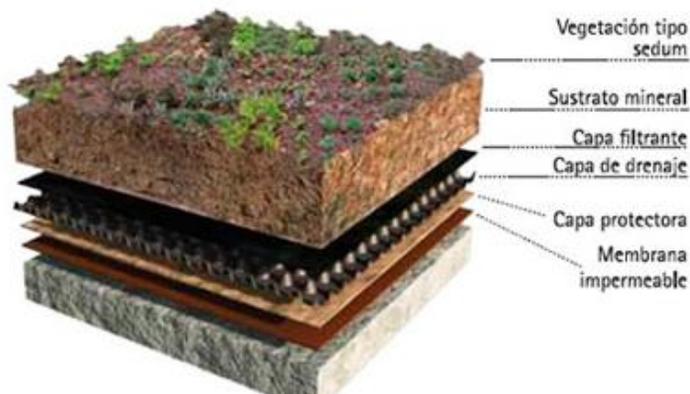


Fuente: (Urbano, 2018)

### 8.2.2. Cubierta verde extensiva

Según (Gernot, 2004) este tipo de cubierta verdes, crece si ningún cuidado, por lo que se reducen costos de mantenimiento y su sustrato puede ser de 15 cm sin necesidad de recurrir a estar suministrando agua ni nutrientes, generalmente no se da de forma inducida si no de manera natural por plantas silvestres. También puede ser un tipo de cubierta muy aplicable al medio local por las condiciones climáticas que tenga la ciudad.

Ilustración 41. Cubierta verde extensiva



Fuente: (Urbano, 2018)

Para desarrollar una cubierta verde en el medio actual es importante tener en cuenta los siguientes factores para que cumpla con éxito sus beneficios, por lo tanto, uno de los principales factores en el momento de instalar una cubierta verde es su inclinación en el techo, y el tipo de vegetación que se va instalar. Ya que, si se instala plantas en una terraza de un edificio, las consideraciones serán diferentes a un techo inclinado debido a que se debe tener en cuenta el tipo de drenaje a utilizar. En momentos de fuertes lluvias, si la terraza no cuenta con un adecuado sistema de drenaje suele ser muy perjudicial para los pastos, en este caso se recomienda que tenga una inclinación mínima del 5% porque de lo contrario se tendrá que realizar un tipo de drenaje que elevaría mucho los costos. En cambio, para techos con mayor inclinación al 40% también necesitaría tratamiento técnico espacial, para evitar que la cubierta se deslice.

Entonces, según los estudios realizados para la instalación de este tipo de cubierta se hace indispensable el tipo de inclinación del suelo, así como el tipo de vegetación que se requiere.

En la mayoría de bibliografía estudiada se evidenciaron dos tipos de cubiertas verdes aplicables al medio local y tal como se menciona en el párrafo anterior existen cubiertas verdes extensivas e intensivas principalmente.

### 8.3. Muros en balas de paja

*Ilustración 42. producción de cereal*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

“Las balas de paja tienen un coeficiente de pérdidas de 0,14 W/m<sup>2</sup>K (conductividad térmica), por lo que el muro de por sí sólo ya cumple con los criterios definidos por passiv haus (estándar para la construcción de viviendas). Igualmente, el muro de balas de paja incorpora otros recubrimientos de cal y arcilla para el aislamiento contra la humedad a esta protección se añade un revoque de arcilla, lo cual le confiere coeficiente de pérdidas aún menor, con un valor total de 0,112 Wm<sup>2</sup>K.

Una pared de balas de paja alcanza un valor de 0,12 W/m<sup>2</sup>·K. Tiene una baja conductividad térmica con un valor  $\lambda$  (lambda. Para cálculos térmicos) de 0,52 W/m·K. Además, tiene alta difusividad con un valor de  $\mu$  (MI. Permeabilidad magnética) de 2 para una pared de 40 cm de grosor. Al contrario de lo que pudiera parecer, puede alcanzar una alta resistencia al fuego cuando se protege con cal y cemento más el revoque de arcilla en ambos lados. La bala de paja puede llegar a aguantar 90 minutos de exposición al fuego según la normativa austríaca ÖNORM B 3800.” (Christof Knie, 2010)

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

Los roedores no muestran una especial preferencia hacia estas paredes en contraste a paredes convencionales y son tan propensos a excavar galerías tanto en unas como en otras. Esto se evita con revoques de arcilla. De hecho, estudios realizados en Alemania y Austria muestran una ausencia total de ataques de roedores a paredes de paja. Otro posible problema lo constituyen las termitas, que pueden digerir la paja, aunque prefieren la madera. Una vez más, no constan registros de ataques por termitas.

En la paja seca no se crían hongos, ya que éstos necesitan humedad para crecer. Lo cual ha establecido que la paja debe tener un contenido de humedad inferior al 13%. El sistema constructivo debe planearse para que la difusividad crezca desde dentro hacia afuera. En nuestro caso se consigue con un revoque interior de arcilla con un espesor de 4 cm, dispuesto en tres capas.

En la última capa se pone como aditivo aceite de linaza disminuye la difusividad consiguiendo que el conjunto haga función de barrera de vapor, las balas de paja comprimida tendrán unas dimensiones de 35x50x100 cm. El material vegetal seleccionado es paja de trigo, por encontrarse un campo cerca de la parcela del proyecto.

*Ilustración 43. Balas de Paja*

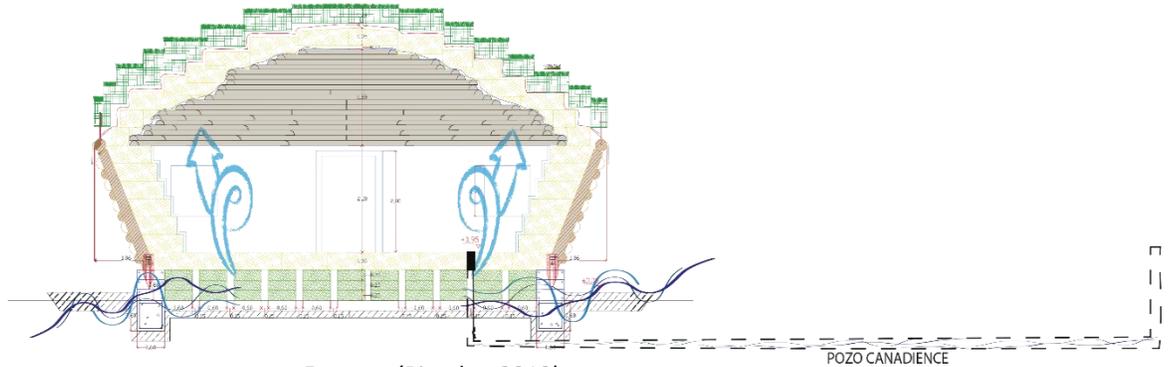


*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

### **8.4. Ventilación**

La ventilación se realiza pasivamente a partir de la entrada de aire por el pozo canadiense y adicionalmente, existe la posibilidad de abrir las ventanas existentes en las fachadas para de esta forma generar ventilaciones cruzadas a partir del aprovechamiento de los vientos. En este caso, todo el aire que renueva el equipamiento pasa previamente por el pozo canadiense. Así el aire cede calor al suelo, disminuyendo más de 8º C su temperatura. Esta entrada de aire frío permite refrigerar todo el equipamiento en 2, 6º por lo cual las temperaturas altas del verano podrán disminuir haciendo del lugar más agradable.

Ilustración 44. dilatación de ventilación en cimentación Proyecto Apple

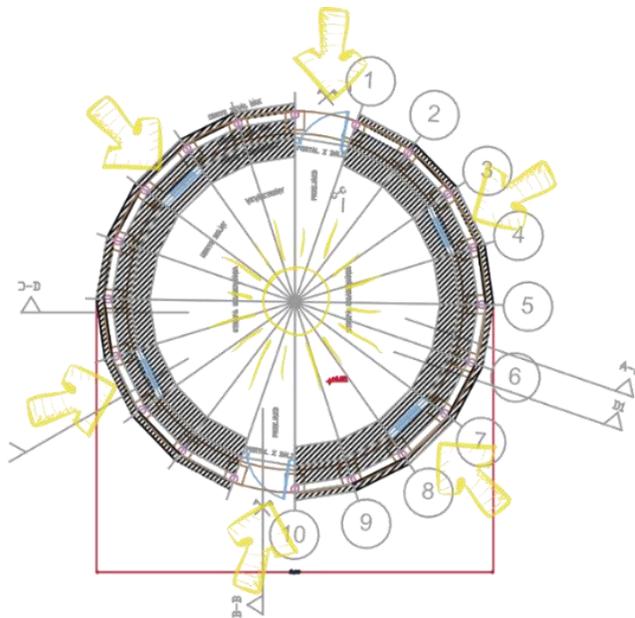


Fuente: (Piamba, 2019)

### 8.5. Iluminación

Para iluminar el edificio se va a aprovechar la luz natural procedente de la radiación solar. Para ello, el edificio dispone de ventanales en las fachadas, todas estas aperturas conducen la luz natural al interior del salón. El salón actúa en este caso como pozo de luz, permitiendo el acceso de luz natural a los espacios. A medida que avanza el día y va cambiando la posición del sol, actúan las distintas aperturas señaladas. Para nosotros la entrada de luz natural también supone un aporte térmico al interior del proyecto, debido a que en Polonia por el cambio de estaciones las temperaturas bajas son muy fuertes e inclementes el proyecto busca aprovechar al máximo todas las temperaturas.

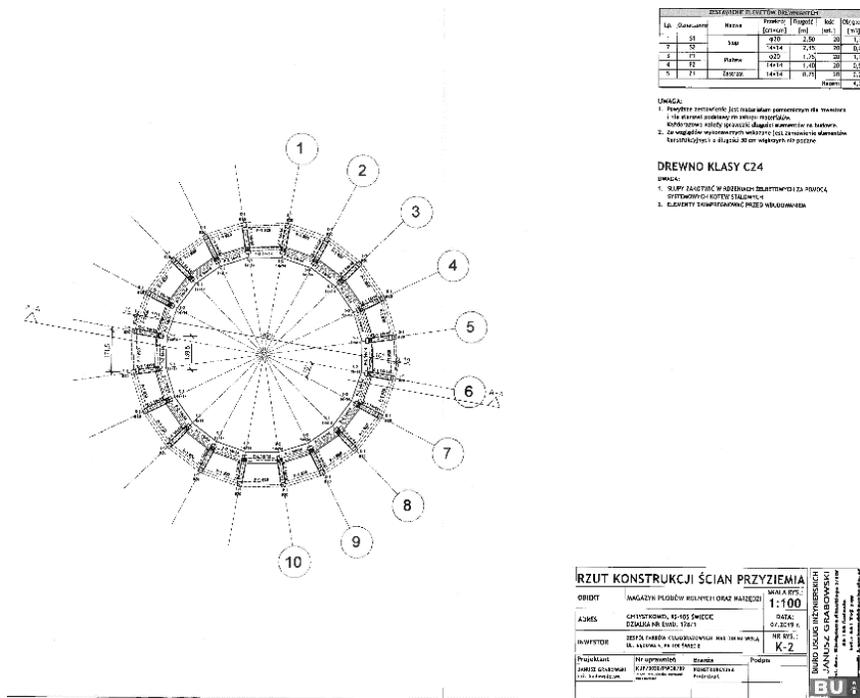
Ilustración 45. Sistema de Iluminación Proyecto Apple



Fuente: (Piamba, 2019)



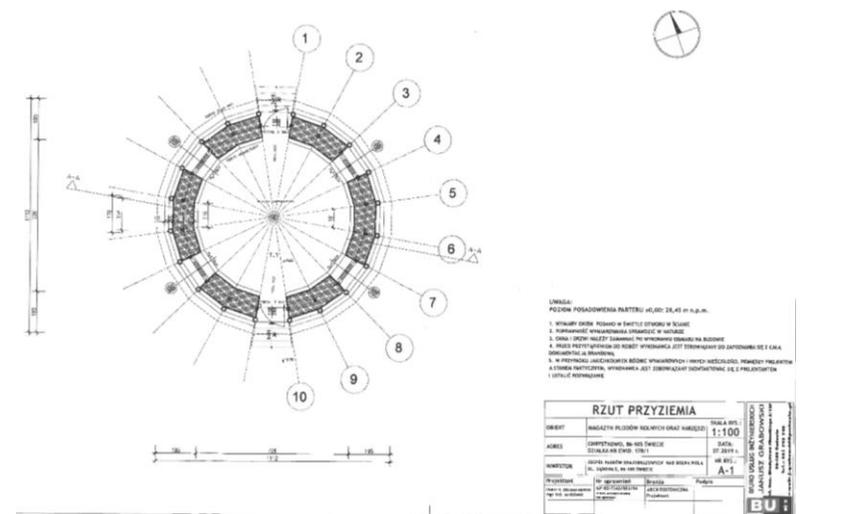
CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.



Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

El proyecto consta de dos accesos y cuatro ventanas para su correcta iluminación y ventilación todo esto con el fin de tener un espacio amplio y disponible para los diferentes muebles requeridos

Ilustración 49. Planta arquitectónica de cubierta, con estructura Hogan-reciproca



Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

cuenta con una estructura reciproca la cual se va sobreponiendo en niveles para así transmitir las cargas de forma vertical en todos los puntos que se interceptan.

Ilustración 50. Corte arquitectónico con especificaciones

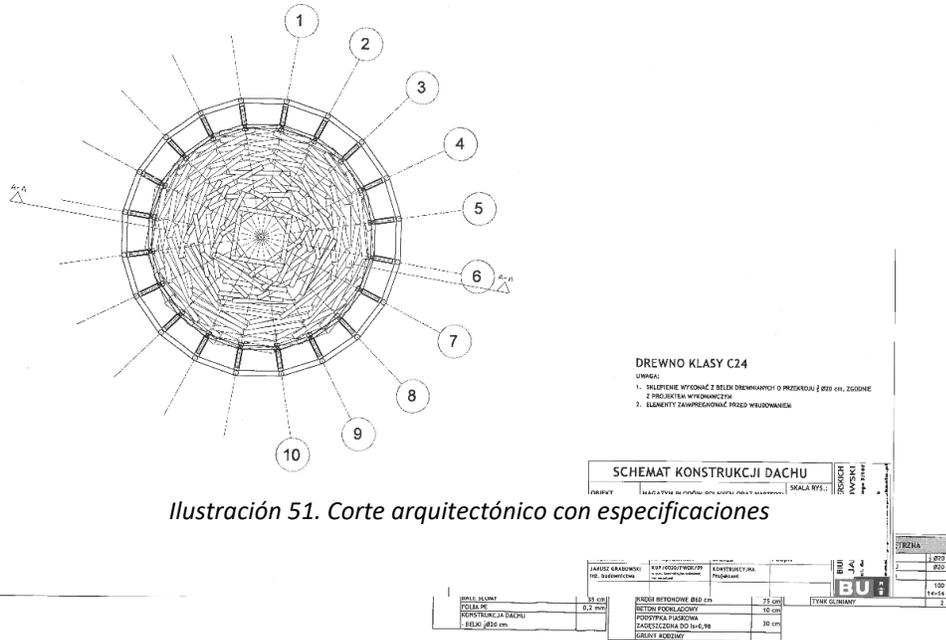
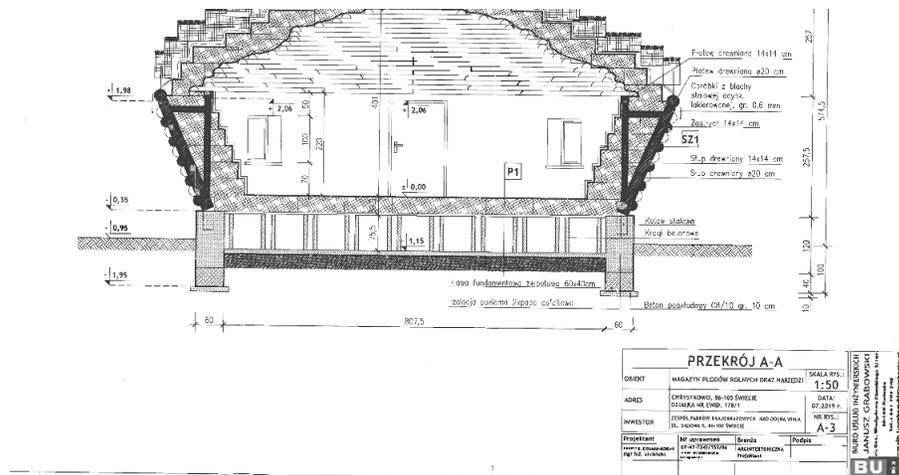


Ilustración 51. Corte arquitectónico con especificaciones

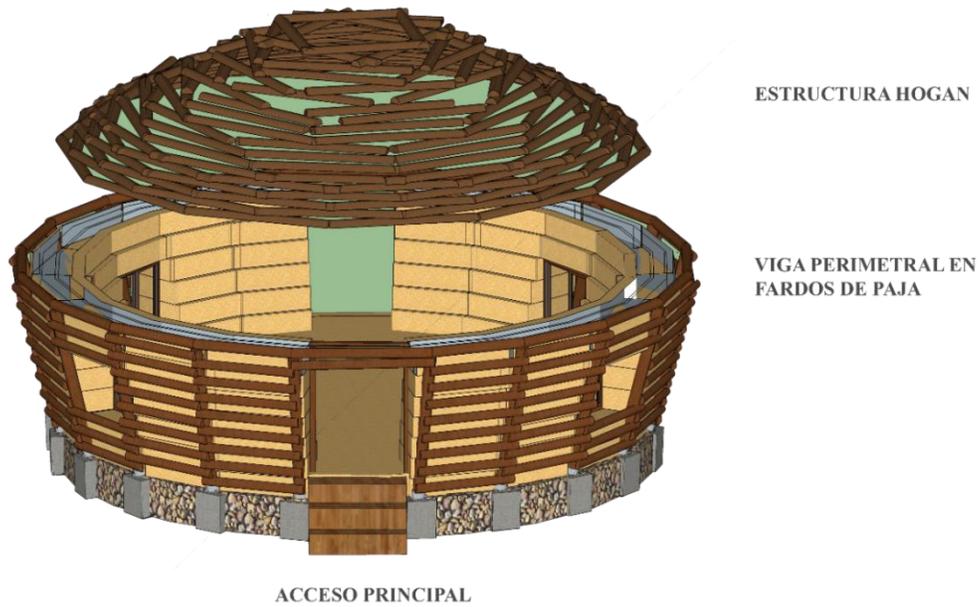
Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)



Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)practicantes/2019

Tras la finalización de la planimetría en 2D, se inició el diseño en 3D del proyecto apple y su sistema estructural.

Ilustración 52. Elaboración tridimensional de la chata menonita, *sagrada o łąderska w*



*chrystkowie*. Fuente:

Fuente: (Piamba, 2019)

Ilustración 53. Render Proyecto Apple



Fuente: (Piamba, 2019)

En el proceso de digitalización en tercera dimensión se requirió el modelado de la chata menonita y de las casas auxiliares existentes dentro del parque paisajístico.

*Ilustración 54. Fachada principal de la chata*



*Fuente: (Piamba, 2019)*

*Ilustración 55. Fachada principal de la chata*



*Fuente: (Piamba, 2019)*

La chata menonita estuvo acompañada de la realización de la cabaña de educación en donde realizan charlas para visitantes y también de una cabaña dedicada el almacenamiento de frutas.

*Ilustración 56. Render proyecto con relación a las hatas*



*Fuente: (Piamba, 2019)*

### **9.2. Desarrollo constructivo del proyecto apple:**

Para el parque ZESPÓŁ PARKÓW muy importante la construcción de proyectos que ayudaran a potencializar la infraestructura ya existente con el fin de brindarles a sus usuarios espacios confortables y agradables. Por esto se plantearon dos proyectos que serían de gran envergadura para ellos, estos proyectos deben tener un carácter sustentable y de reutilización en los materiales constructivos, el primero de ellos se denominó proyecto Apple que cumplía con la función de ser un equipamiento cultural con diversidad de uso y el segundo TOI TOI que es un espacio multifuncional.

*Ilustración 57. Disposición de los basamentos con la ayuda de los estudiantes practicantes, e inicio de anillos internos de la cimentación.*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

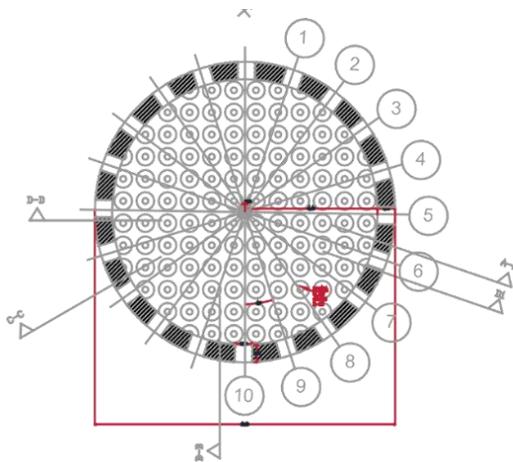
Ambos proyectos tenían como base la reutilización de materiales por ende el proyecto Apple fue hecho a base de piedra, paja, madera, una cubierta verde, y el TOI TOI en su totalidad se realizó con neumáticos reciclados. Partiendo de esta forma conceptual el proyecto se inicia, por fases evolutivas: se realiza la cimentación con 40 perforaciones circulares con un diámetro de 60cm y una profundidad de -20cm del nivel +- 0.0 sobre el terreno, 40 perforaciones para conformar los cimientos circulares de la estructura en madera. Se utiliza gaviones de piedra con una altura de 80 cm estos gaviones perimetrales tenían una separación que servía para la ventilación de las balas de paja. El interior del perímetro consta de unos sub anillos de neumáticos que funcionan de manera puntual ya que son dos neumáticos pereados y rellenos de tierra compactada.

*Ilustración 58. Basamento*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

*Ilustración 59. planta de cimentación*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

El proceso para realizar la losa de cimentación se implementó un sistema con balas de paja las cuales tenían una medida de 50cm de ancho x 35cm de alto y 100cm de largo estas balas tuvieron un tratamiento de inmunización generando una mezcla de cemento, cal y agua esta mezcla se depositó en un recipiente en el cual se sumergía la bala de paja y se iba rotando hasta que quedara impregnada en su totalidad, para su inmunización contra plagas, humedad, las balas de paja se dispusieron a su secado por tiempos de rotación de una hora, con el fin de ubicarlas sobre los gaviones de piedra y sobre los dos cimientos de neumáticos y piedra, con el fin de trasladar sus cargas puntuales al suelo .

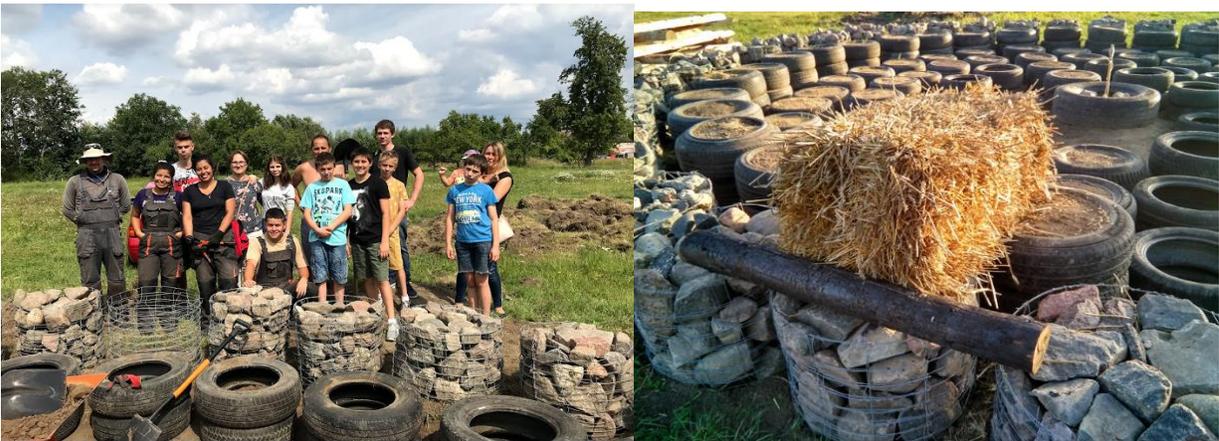
*Ilustración 60. construcción de cimentación con la comunidad de swiece*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

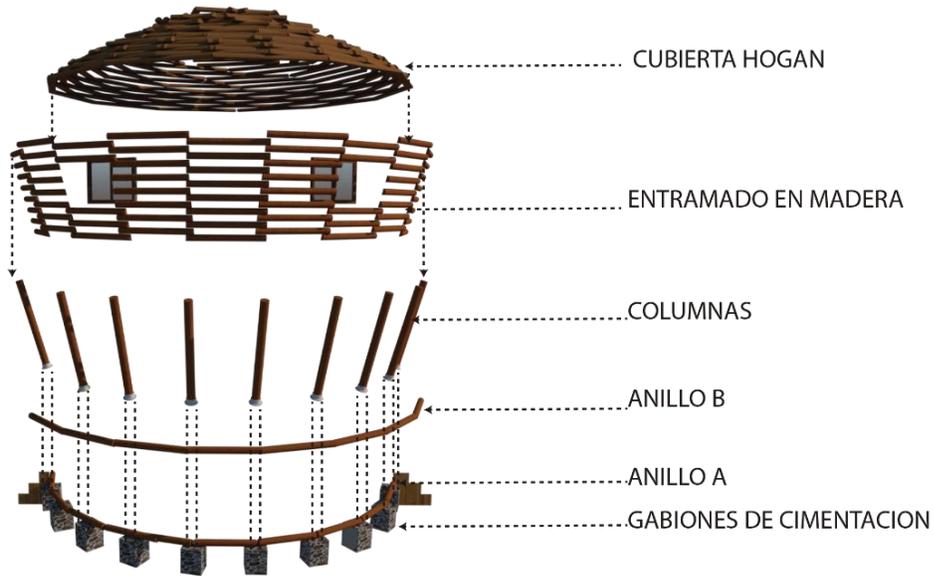
La comunidad hizo parte del proyecto ya que realizaron el acompañamiento a los estudiantes de la Fundación Universitaria de Popayán y en cada momento en el que participaron, brindaron la mejor disposición de trabajo, el cual estuvo sujeto a las diferentes etapas de la construcción de la cimentación del proyecto APPLE

*Ilustración 61. cimentación neumáticos*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

Ilustración 62. Partes de la Estructura



Fuente: (Piamba, 2019)

Para la estructura en madera del proyecto se seleccionaron 140 troncos de pino y de abeto, ya que estas dos especies abundan en la región y cuentan con unas características de resistencia muy buenas para ser utilizadas en el proyecto. La compresión de esta madera es de 470 kg/cm<sup>2</sup>, su flexión estática es de 795 kg/cm<sup>2</sup> y tiene un Módulo de elasticidad 121.000 kg/cm<sup>2</sup>. Las medidas requeridas para estos troncos fueron de un diámetro entre 20cm a 30 cm con un largo de 3 metros.

Ilustración 63. alistamiento y Secado de maderas



Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

*Ilustración 64. Secado de maderas*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

El proceso inicio con la selección de los trocos para retirarles la corteza de forma manual, posteriormente a cada tronco se le aplicó una pulida con disco y se inmunizo con una mezcla entre Diclofluamida e insecticida para posteriormente reunirlos en grupos de 20 troncos separados entre sí para su debido secado.

La madera conto con una técnica japonesa llamada YAKISUGI que mejora su durabilidad y su resistencia debido a que la madera a la intemperie se enfrenta a agentes bióticos, como hongos o insectos y a agentes abióticos; como el sol y el clima.

*Ilustración 65. Apilada de madera*



*Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)*

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

Esta técnica consiste en quemar la madera por el exterior alrededor de uno a dos centímetros de esta manera estamos protegiéndola frente a los agentes bióticos, a los que se les hace menos apetecible por lo tanto no van atacar la madera y frente a los agentes abióticos, como el sol que causa un efecto de degradante en la madera y con esta técnica se aprecia mucho menos. Cabe recalcar que es necesario aplicar una buena protección a la madera para asegurar su durabilidad en el tiempo dando un nuevo aspecto de belleza.

La siguiente tabla indica el uso y el número de troncos requeridos para la estructura del proyecto.

Tabla 4 especificación cantidad y tipo de uso de la madera en estructura Proyecto APPLE

	Anillo a	Anillo b	Columnas	Entramado en madera
Cantidad de troncos	20	20	20	72

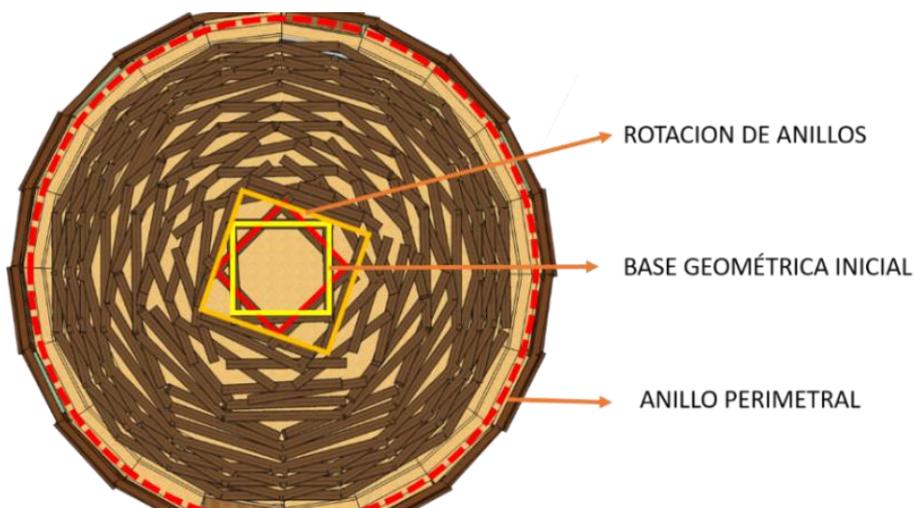
Fuente: (Piamba, 2019)

- **Anillo A:** este anillo funciona dentro del proyecto como una viga de amarre ya que es la conexión entre los gaviones de piedra y las columnas, este anillo está ubicado de forma horizontal y anclado por medio de láminas metálicas y varillas que unen la madera con los gaviones, este anillo tiene un radio de 9.8 metros.
- **Anillo B:** este anillo se encuentra en la parte superior y es el encargado de cerrar y compactar toda la estructura y funcione monóticamente debido a la inclinación de 17° de las columnas este anillo tiene un diámetro de 11 metros sobre el cual se instalará la cubierta verde con estructura hogan.
- **Columnas:** cuenta con 20 columnas inclinadas a un ángulo de 17° estas columnas tienen 2.5 metros de largo y su diámetro varía entre 25 cm y 30 cm

### 9.3. Estructura reciproca – hogan

La distribución de cargas se manejó de manera rotatoria, con el fundamento de tener una base inicial geométrica, llevado a su cerramiento por medio de anillos descansando sobre la viga perimetral.

Ilustración 66. base geométrica

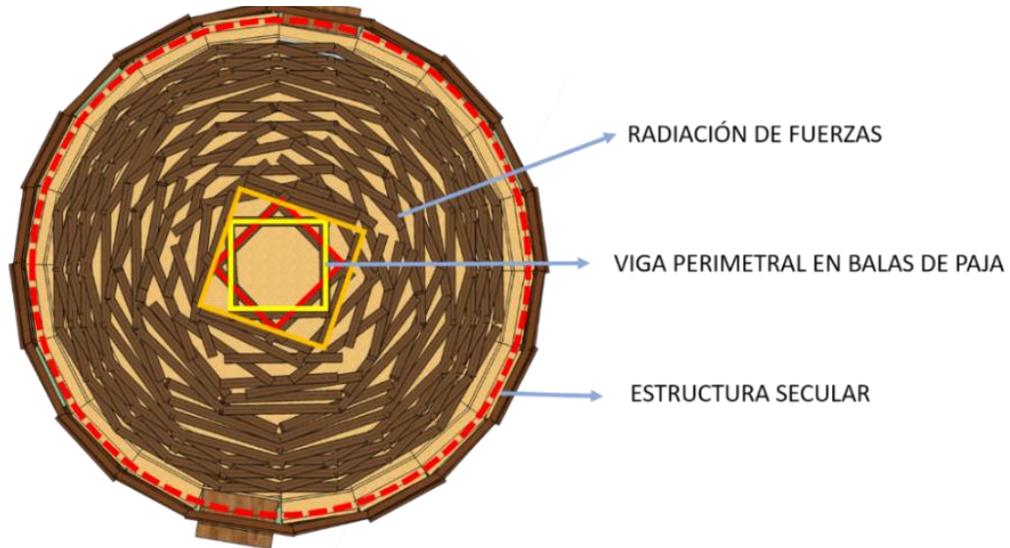


Fuente: (Piamba, 2019)

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

Este sistema de estructura reciproca funciona en direccionamiento radial, llegando al anillo de cerramiento, este sistema reposa sobre la viga perimetral en fardos de paja, se componen el muro auto portante en balas de paja.

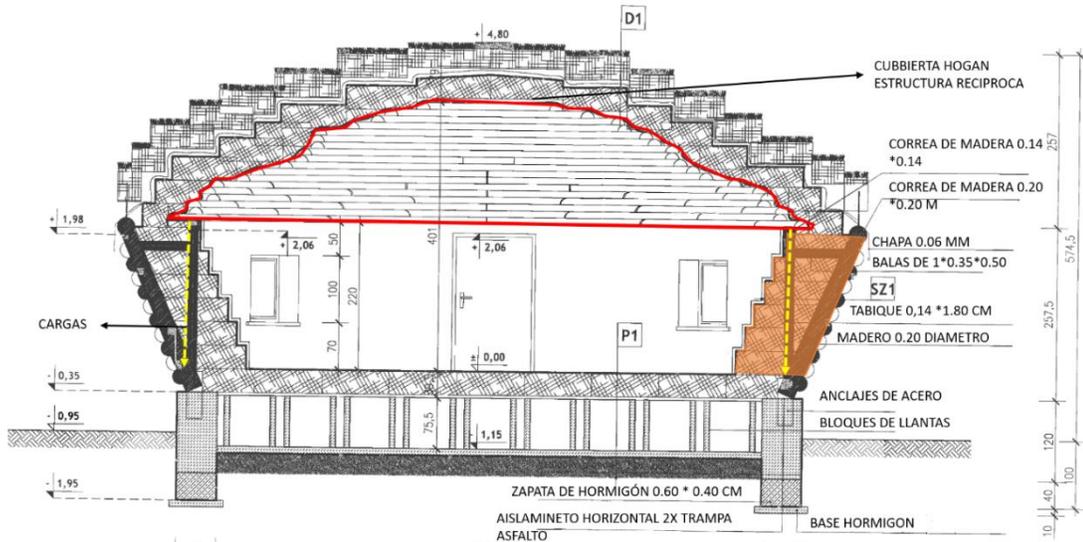
Ilustración 67. estructura secular



Fuente: (Piamba, 2019)

En el corte arquitectónico se evidencia el descanso de la estructura HOGAN- reciproca sobre los muros auto portantes en balas de paja, este sistema distribuye sus cargas de manera rotatoria por elementos puntuales utilizados como tabiques que llevan las cargas puntuales a cada basamento en la cimentación.

Ilustración 68. planimetría corte Proyecto APPLE



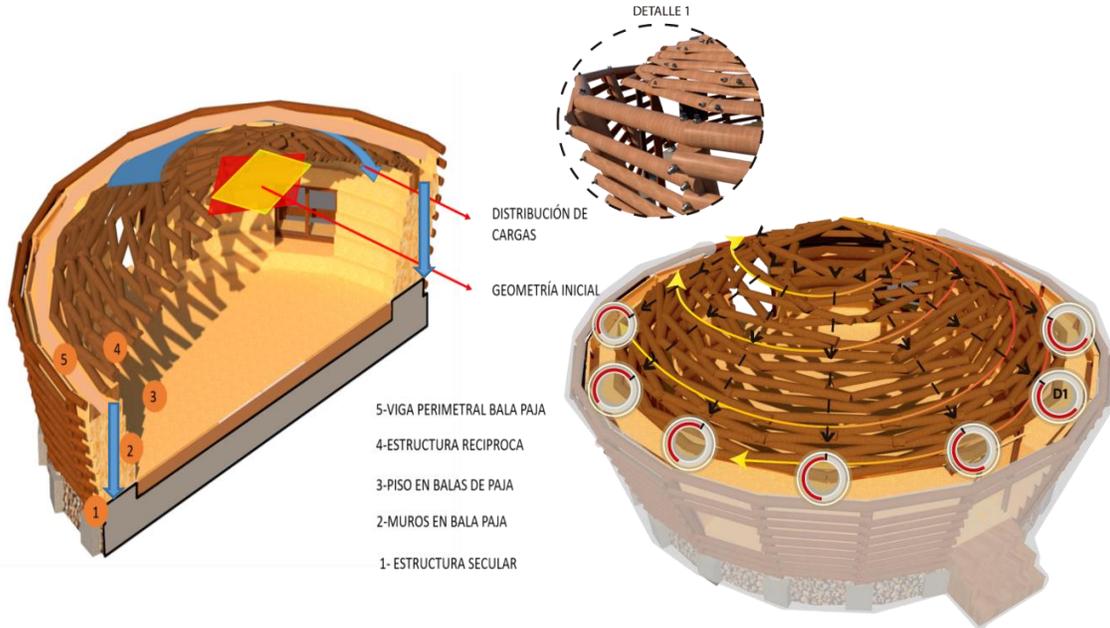
Fuente: (Piamba, 2019)

Las fuerzas se dirigen de manera puntual en los tramos de unión en los maderos, mediante el sistema de tornillería, este sistema trabaja a compresión y fuerzas, sus fuerzas funcionan en forma

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

espiral y su compresión se distribuye en cada tramo de encuentro y giro, se marca como D1, se cierra en el último anillo y las cargas se distribuyen a la viga perimetral del fardo de paja, se reparte entre los fardos y el tabique y puntualmente a los basamentos.

Ilustración 69. Detalle de Cubierta

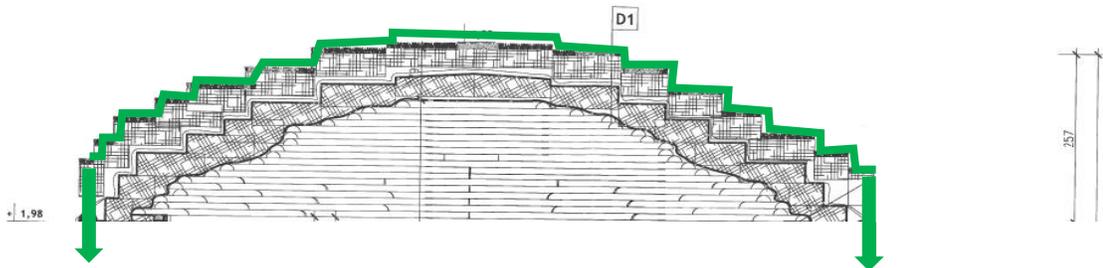


Fuente: (Piamba, 2019)

### 9.4. Cubierta Verde:

El desarrollo de esta investigación práctica, se dio en el tiempo estipulado, su etapa constructiva se desarrolló hasta la implementación de pruebas de revoco en balas de paja, por el límite de tiempo de nuestra estadía en POLONIA, no fue viable extender los tiempos de construcción; por ende, dicho proceso constructivo se desarrolló de manera digital con el acompañamiento del arquitecto de Bernardo Sánchez Reinoso.

Ilustración 70. Corte arquitectónico de la disposición de la cubierta verde, con recubrimiento en balas d paja sobre la estructura hogan



Fuente: (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

Utilizar balas de paja para la cubierta con recubrimiento de capa asfáltica hace posible la durabilidad y resistencia para el sistema de cargas verdes.

Ilustración 71. Especificación de los materiales

ŚCIANA ZEWNĘTRZNA	
BELKI AŻUROWE	$\frac{1}{2}$ Ø20 cm
SŁUPY WARSTWY OSŁONOWEJ	Ø20 cm
FOLIA PAROPRZEPUSZCZALNA	
BALE SŁOMY/ SŁUPY DREWNIANE	100 cm 14×14 cm
TYNK GLINIANY	2 cm

Fuente: detalle elaborado por los ingenieros-2019

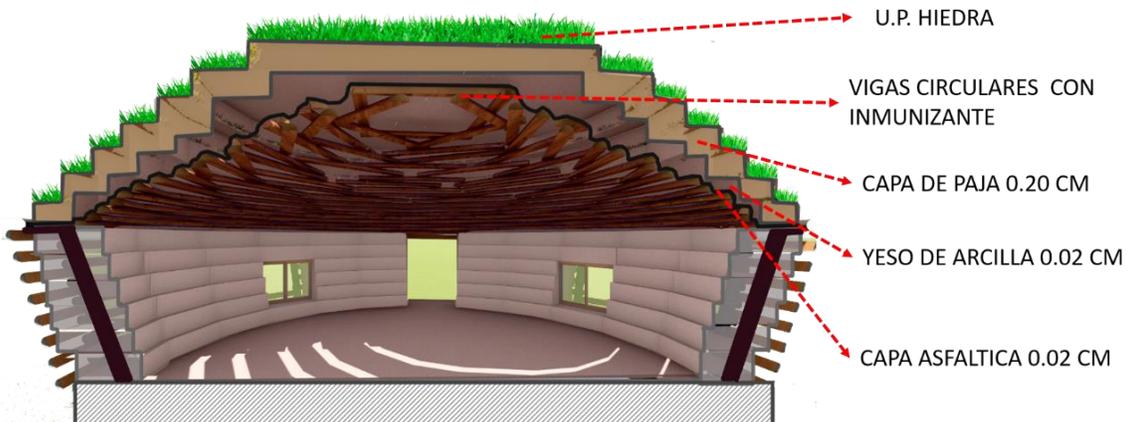
Vigas circulares cubiertas por capas de inmunizante, y capa de paja de 0.20 cm, papel permisible vaporizado baliza/yeso de arcilla 0.02 cm. Detalle de especificación de cubierta en polaco. El proceso constructivo se proyecta cuando el sistema de estructura reciproca esta lista, se procede a colocar sobre la viga.

Ilustración 722. Tela asfáltica



Fuente (Alonso, 2019)

Ilustración 733. Recubrimiento de cubierta verde con sistema ecológico



Fuente: (Piamba, 2019)

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

perimetral de paja, la ventaja del sistema se puede armar y trasladar es un sistema manual, ella descansa sobre la viga, y se distribuye sobre los muros autoportantes en fardos de paja. Una vez fija se ancla a los tabiques adicionales, y se empieza a hacer la distribución sobre ella de la tela asfáltica, este elemento tiene la capacidad de resistencia en tiempo de vida hasta 50 años, se emplea con el fin de protección de la estructura, y manejo de permeabilidad, luego se procede a la instalación de una capa de paja distribuida por todo el elemento escalonada, con el fin de épocas de invierno permitirá el aislamiento de temperatura, y su momento de deslice será paulatinamente lento por su rotación. Finalmente, la función del fardo más que el aislante, se emplea como recepción de materia para la utilidad de la U.P.

*Ilustración 74. Recubrimiento de cubierta verde con sistema ecológico*



*Fuente (Piamba, 2019)*

### **9.5. Proyecto En Neumaticos**

La teoría de la cúpula de Filippo Brunelleschi se reflejaba cada que se perneban los anillos de neumaticos los cuales entre mas altura se obtenia más se iba cerrando nuestra cupula de neumaticos el sexto anillo fue el mas importante ya que fue el punto clave, es decir fue el encargado de cerrar y compactar la cupula de neumaticos, al disponer de nuestra estructura en neumaticos se fundio una pequeña loza en el contorno interno del equipamiento a esta losa se le sumo una division den madera que sirve como division y a su ves como soporte de toda la estructura.

*Ilustración 75. Sistema Estructural Proyecto Toi -Toi*



*Fuente (Piamba, 2019)*

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

Las ventajas de utilizar llantas, dado alto consumo y desperdicio de estos elementos y propagando alta tasa de contaminación ambiental que genera su permanencia y tiempo de vida se diseñó a una “vida útil aproximada a 15.000 o 25.000 km y una durabilidad alrededor de 500 años” según reportes derivados de proyectos para el aprovechamiento de desecho de llantas promovidos por el instituto nacional de ecología (INE). Pruebas de resistencia de peso sobre la llanta y observar deformaciones en su material. Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la llanta sin el neumático la cámara de aire, lo cual hace diferente su resistencia y su forma de trabajo en cargas, una llanta completa tiene la capacidad por diámetros resistir hasta 1000 kg, es decir una llanta de ancho en milímetros número 85 llega a resistir hasta 515 kg por llanta, en el proyecto Apple se utilizaron sin cámara de aire lo que nos estima acorde a los estudios previos encontramos que una llanta en posición horizontal al enfrentar un peso de 10 toneladas tiende a fisurarse lo cual nos indica que en esta posición encontramos una resistencia hasta de 10000 kilogramos en peso por llanta, dentro de ello también encontramos por su elasticidad y capas este elemento después de ser comprimido, y quitarle peso tiende a tomar su forma inicial.

*Ilustración 76. Prueba de peso y resistencia*



*Fuente: Elaborado por Ingrith Garzón-2019*

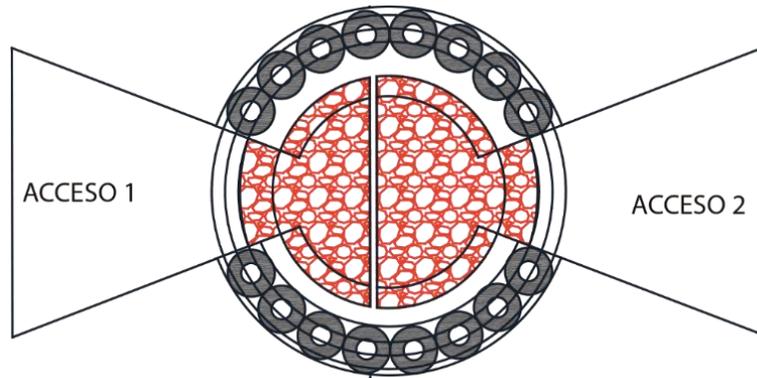
*Ilustración 77. componentes de una llanta por capas*



*Fuente: (Cardona, 2015)*

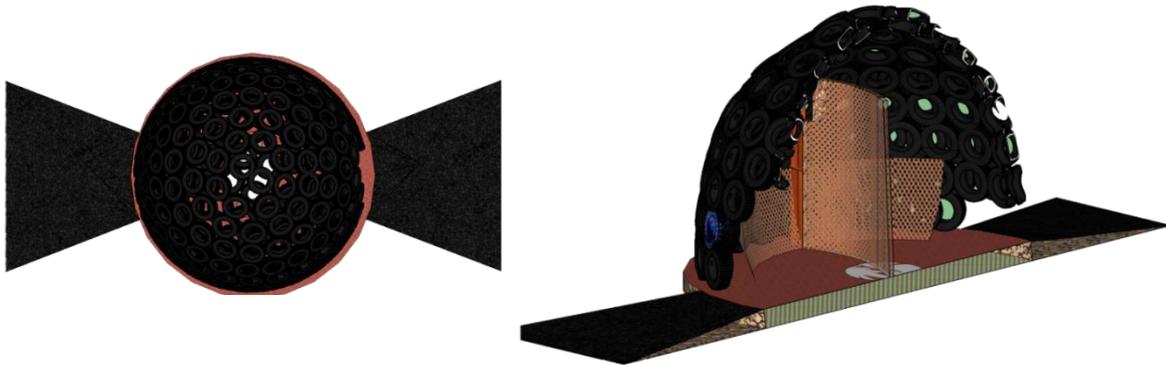
Se inició con la parte técnica y proyección de la planimetría en 2d y posterior la parte de modelado 3d, este proyecto manejo un área de 12 metros.

Ilustración 78. planta arquitectónica



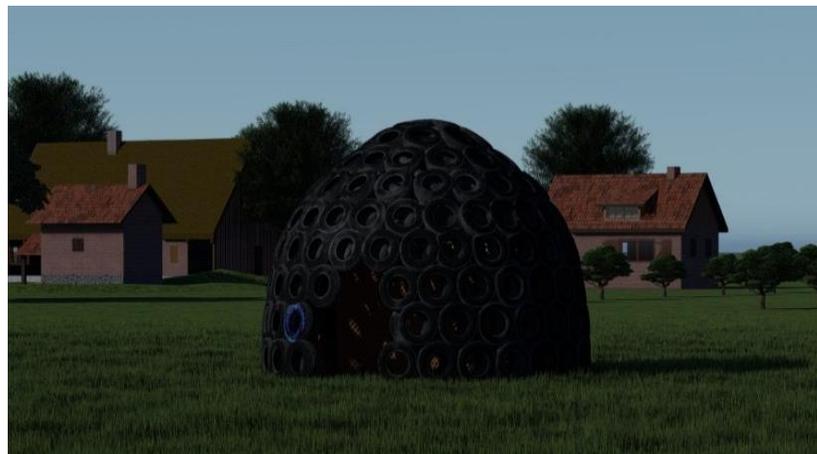
Fuente (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

Ilustración 79. Cortes arquitectónicos -Render



Fuente (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

Ilustración 80. Render Toi Toi



Fuente (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

Ilustración 81 construcción del Toi -Toi



Fuente (Piamba, Lopez, & Garzon , pasantes internacionales , 2019)

Ilustración 82. flyer de invitación en la participación de la construcción del proyecto Apple

# 1 WARSZTATY Z BIOKONSTRUKCJI. ZAGRODA OLEDESKA W CHRYSCHKOWIE



**ZAPRASZAMY DO UCZESTNICTWA PRZY  
BUDOWIE EKOLOGICZNEJ KONSTRUKCJI ZE  
SŁOMY, GLINY I WAPNA. PRACĘ ZAKOŃCZYMY  
KOLUMBIJSKIM POSIŁKIEM**

**PROSIMY O KONTAKT: 607-902-390**

**SOBOTA  
17  
SIERPIEŃ  
OD  
10.00 DO 15.00**

WARSZTATY ODBYWAJĄ SIĘ WE WSPÓŁPRACY Z  
ARCHITEKTEM Z HISPANII I TRZEMA STUDENTAMI Z KOLUMBII

▶ język PL, ES, EN



**Agritectura**  
Huertos Ecológicos



Fuente (Piamba, Lopez, & Garzon, pasantes internacionales, 2019)

## 10. Conclusiones

- El haber realizado la pasantía internacional, permitió de primera mano, el reconocimiento de la importancia que tendría la implementación de estrategias y materiales ecológicos para la construcción en Colombia. Aunque en el país, las Cubiertas verdes están ganando cada vez más importancia en las agendas de los gobiernos locales, pues esta tecnología está apenas en su fase piloto, a diferencia de Europa que ya cuenta con normativas e incentivos claros para la construcción de cubiertas verdes en construcciones nuevas y antiguas; siendo esto una de las principales causas de la poca implementación de cubiertas verdes en el país.
- Comprendiendo que, al implementarse las cubiertas verdes como estrategia para el mejoramiento del medio ambiente, puede decirse que, al ser implementadas en COLOMBIA, estas llegaran a ser una herramienta fundamental para la disminución de los altos niveles de CO2 presentes en ciudades como Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali; puesto que estas ciudades representan las mayores necesidades de utilizar elementos como las cubiertas verdes, tanto para nuevas construcciones arquitectónicas en equipamientos como para proyectos de vivienda con manejo de estructuras ecológicas, que permitirán la participación de la población en el cumplimiento de necesidades reales.
- El manejo de los sistemas estructurales ecológicos, permitiría el rescate de técnicas artesanales y ancestrales conservadas en países como COLOMBIA. Es por esto que, este tipo de tecnologías permite configurar dichas técnicas como una opción para la industria de la construcción y la arquitectura, considerando una integración de normativa que determine estos sistemas.

## 11. Bibliografía

- (2011). Obtenido de [https://vidamasverde.com/2011/ruta-n-un-complejo-de-edificios-de-tecnologia-e-innovacion-en-medellin-colombia-tras-la-certificacion-leed/-](https://vidamasverde.com/2011/ruta-n-un-complejo-de-edificios-de-tecnologia-e-innovacion-en-medellin-colombia-tras-la-certificacion-leed/)
- Alonso, F. (2019). Obtenido de <https://www.fernandoalonsosl.es/es/impermeabilizantes/7224-tela-asfaltica-glasdan-40-p-elastomero-141031-danosa.html/2019>
- Amaya , C., Maldonado, J., & Sánchez, D. (noviembre de 2016). *Beneficios de la implementación de una azotea verde.*
- Atxaga Arnedo, K. (2007). *Tipografía Popular Urbana: Los rótulos del pequeño negocio en el paisaje de Bilbao.* Obtenido de <https://addi.ehu.es/handle/10810/15688>
- AZOTEAS VERDES A ASU LADO. (15 de 06 de 2020). Obtenido de <http://techosverdesgeam.blogspot.com/2015/05/historia-de-los-techos-verdes-la.html>
- Barba , A. (2014). *¿Qué son las azoteas verdes? Conócelas e impleméntalas.* Obtenido de <https://perfilesalavanguardia.com/2014/03/31/que-son-las-azoteas-verdes-conocelas-e-implementalas>
- Bermúdez, E. A. (18 de octubre de 2014). *Techos verdes para rescatar la ciudad.* Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/techos-verdes-para-rescatar-la-ciudad/>
- Cardona, A. (2015). Obtenido de <http://andrescardona20.blogspot.com.co>
- Christof Knie, A. B.-B.-S. (16 de enero de 2010). *Diseño de un edificio autosuficiente y "low cost" para autoconstrucción.* Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/9026>
- d'Estructures, A. d. (Dirección). (2017). *Actualidad estructuras de madera - Estructuras recíprocas* [Película].
- Díaz, F. J. (s.f.). *El Amanecer Del Imperio.* Obtenido de <http://augusto-imperator.blogspot.com/2015/10/la-restauracion-del-mausoleo-de-augusto.html-2015>

Forero, a., & Montes, R. (2010). *ESTADO DE APROPIACIÓN DE LA NORMATIVA DEL SISTEMA LEED REFERENTE A NUEVAS CONSTRUCCIONES Y RENOVACIONES DE PROYECTOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN*. Obtenido de <https://docplayer.es/67207712-Estado-de-apropiacion-de-la-normativa-del-sistema-leed-referente-a-nuevas-construcciones-y-renovaciones-de-proyectos-en-la-ciudad-de-medellin.html>

Gernot, M. (2004). *Gernot, Minke*. ontevideo, Uruguay: Fin de siglo.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Á. J. (2012.). *PROPUESTA DE LA INTRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN LA VIVIENDA MEXICANA*. (Doctoral dissertation).

greenroofs. (2017). *MOORGATE CROFTS BUSINESS PARK*. Obtenido de <https://www.greenroofs.com/projects/moorgate-crofts-business-park>

Hoyos Giraldo, R. (2014). *Aplicación de las cubiertas verdes en el medio local como solución al déficit de zonas verdes en Medellín*. Obtenido de <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/1145>

hurstwic. (2002). *Turf Houses in the Viking Age*. Obtenido de [http://www.hurstwic.org/history/articles/daily\\_living/text/Turf\\_Houses.htm](http://www.hurstwic.org/history/articles/daily_living/text/Turf_Houses.htm)

labtink. (2019). Obtenido de [http://es.labthink.com/html/productos/medidor-de-permeabilidad-al-vapor-de-agua.html?gclid=Cj0KCQjwrlf3BRD1ARIsAMuugNu7r1804zmKeBZfptOYVAND5rYsDJHR\\_s5TnKVBOLSSqsN7NzDIhCYaAhahEALw\\_wcB/2019](http://es.labthink.com/html/productos/medidor-de-permeabilidad-al-vapor-de-agua.html?gclid=Cj0KCQjwrlf3BRD1ARIsAMuugNu7r1804zmKeBZfptOYVAND5rYsDJHR_s5TnKVBOLSSqsN7NzDIhCYaAhahEALw_wcB/2019)

MAUSER, D. (2011). *Mecanismos de desarrollo limpio como respuesta al calentamiento global antropogénico y su aplicación en el sector de la construcción: posibilidades de ahorro energético y reducción de CO2 en edificaciones socialistas en Zagreb*. Zagreb (Croacia) : Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Minke. (2004).

## CUBIERTAS VERDES PARA CREAR ENTORNOS SOSTENIBLES.

Minke, G. (2 de junio de 2014). *Conferencia Arq Gernot Minke*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=ZxuM3usoZnY>

Permacultura. (2017). Obtenido de <https://ninosdebarro.wixsite.com/permaculturanecochea/techos-autoportantes>

Piamba, Y. (2019). popayan.

Piamba, Y., Lopez, Y., & Garzon, I. (2019). *pasantes internacionales*. popayan.

Quiroga Martínez, R. ((2007). ). *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe*. Cepal. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5498>

Sanchez, B. (2018). *Exposición Bio Construcción*.

Semantic. (2018). Obtenido de <http://leonardodavinci.cc/codice-atlantico>

*sempergreen*. (2020). Obtenido de <https://www.sempergreen.com/es/soluciones/cubiertas-vegetales/beneficios>

Talamás Salazar, J. F. (1 de abril de 2014). *Arquitectura transformable móvil temporal: sistema de paneles removibles para usos múltiples y estudio de un prototipo como caso de estudio*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/21568>

Toledo, V. M.-B. (2018). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales (Vol. 3)*. Icaria editorial.

Urbano, J. (2018). *TECHO VERDE INTENSIVO, AZOTEA VERDE*. Obtenido de <https://www.jardinurbano.pe/techo-verde-intensivo-azotea-verde-420-n.html>

Velarde, H. (2016). *Historia de la arquitectura. Fondo de Cultura Económica*. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TmC\\_DAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=%E2%80%9CEn+el+antiguo+zigurat+que+se+construyeron+en+Mesopotamia,+se+inclu%C3%A](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TmC_DAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=%E2%80%9CEn+el+antiguo+zigurat+que+se+construyeron+en+Mesopotamia,+se+inclu%C3%A)

Dan+jardines+que+aparec%C3%ADan+en+la+cubierta+e+interior+en+espacios+de+circula  
ci%C3%B3n.+Diversos+au

verde, v. (2011). *Ruta N, un complejo de edificios de tecnología e innovación, en Medellín (Colombia) tras la certificación LEED*. Obtenido de <https://vidamasverde.com/2011/ruta-n-un-complejo-de-edificios-de-tecnologia-e-innovacion-en-medellin-colombia-tras-la-certificacion-leed/>-

viapolonia. (2006). *zwiedzanie Warszawy*. Obtenido de [http://www.viapolonia.pl/biblioteka\\_uniwersytetu\\_warszawskiego\\_-\\_ogrody.php](http://www.viapolonia.pl/biblioteka_uniwersytetu_warszawskiego_-_ogrody.php)

Wikicolombia. (2011). *Colegio Santo Domingo Savio – Medellín*. Obtenido de <https://wikicolombia.wordpress.com/2011/05/27/colegio-santo-domingo-savio-medellin/>

*Wikipedia*. (16 de abril de 2016). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Polonia>

*YouTube*. (29 de marzo de 2017). Obtenido de Actualidad estructuras de madera - Estructuras recíprocas: <https://www.youtube.com/watch?v=lhAA6KBd5IE>

ZESPÓŁ PARKÓW KRAJOBRAZOWYCH. (1 de junio de 2007-2013.). Obtenido de <http://www.4ict.pl/parki-krajobrazowe/cms/zpkchin/historia-parku/informacje-o-parku>

- **Anexo 1** Línea de tiempo

Esta línea de tiempo se realiza con el fin de dar a conocer las actividades y viajes complementarios realizados durante cuatro meses de pasantía que permitieron el desarrollo de los proyectos.







FUNDICION DE LOSA EN CONCRETO  
PARA ZONA DE TALLERES DEL PARQUE



RECORRIDO POR LA CIUDAD  
DE BYDGOSZCZ



VISITA AL MUSEO DE LA SEGUNDA  
GUERRA MUNDIAL- BYDGOSZCZ



PRESENTACIONES A VISITANTES DEL  
PARQUE





ADECUACION DE CUBIERTAS  
EN GŁOGÓWKO

TRANSPORTE DE LA MATERIA  
PRIMA DEL PROYECTO APPLE



RECORRIDO POR LA CIUDAD DE TORUN



PRESENTACION DEL PROYECTO APPLE  
PARA MEDIO LOCAL





SELECCION Y CLASIFICACION  
DE MATERIALES



ACTIVIDADES CON DESCENDIENTES  
DE LA CULTURA MENONITA



PARTICIPACION EN ACTIVIDADES DEPOR-  
TIVAS DE GRUCZNO



RECORRIDO POR EL CASTILLO  
DE GNEW





● RECORRIDO POR LA CIUDAD DE GDANSK



● RECORRIDO POR LA CIUDAD DE GDANSK



● VISITA AL MUSEO DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL- GDANSK



● VISITA A KRZYWY DOMEK  
construido en el año 2004 por los arquitectos Szoty ski y Zaleski.





● VISITA AL CAMPO DE CONCENTRACION  
Auschwitz-Birkenau

● CASTILLO DE WAWEL  
CRACOVIA



● PALACIO REAL DE VARSOVIA

● PALACIO DE LA CULTURA Y LA CIENCIA  
VARSOVIA





● ANTIGUA PLAZA DEL MERCADO  
VARSOVIA



● PALACIO REAL DE VARSOVIA



● RECORRIDO POR EL CASTILLO DE  
MALBORK



● FAMILIA POLSKA  
POLSKA RODZINA

- **Anexo 2. Registro fotográfico**



20  
19

—  
REGISTRO  
FOTOGRAFICO





