

EXPLORACIONES ESTRUCTURALES A PARTIR DE HERRAMIENTAS
DIGITALES, PARA EQUIPAMIENTOS DOTACIONALES EN CLIMA
DE TROPICO

JULIETH NATALIA LÓPEZ CAMACHO
CRISTIAN CAMILO MARTÍNEZ SUÁREZ
JUAN DAVID PÁEZ VARGAS

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
BOGOTÁ D.C.
2012

EXPLORACIONES ESTRUCTURALES APARTIR DE HERRAMIENTAS
DIGITALES, PARA EQUIPAMIENTOS DOTACIONALES EN CLIMA
DE TROPICO

JULIETH NATALIA LÓPEZ CAMACHO
CODIGO: 1111238
CRISTIAN CAMILO MARTÍNEZ SUÁREZ
CODIGO: 1010765
JUAN DAVID PÁEZ VARGAS
CODIGO: 1020687

Trabajo de grado para optar por el título de arquitecto

Director
RODRIGO VELASCO
Arquitecto

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
BOGOTÁ D.C.
2016

Nota de aceptación:

**Arquitecto Edgar Camacho Camacho
Decano Académico Programa de Arquitectura**

**Arquitecto Mario Pinilla
Coordinador Parte II**

**Arquitecto Rodrigo Velasco
Director Proyecto de Grado**

Bogotá D.C. 8 de Junio de 2016

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO TEÓRICO: ANALISIS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES.	16
2. METODOLOGIA DE CASOS DE ESTUDIO, PARA EL ANALISIS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES	20
3. SISTEMAS ESTRUCTURALES HIBRIDOS A PARTIR DE LA METODOLOGIA DE CUADRO COMBINATORIO PARA IMPLEMENTACION EN EQUIPAMIENTOS, CON EL DISEÑO PARAMETRICO EN CLIMAS DE TROPICO	23
3.1. BIBLIOTECA Y AUDITORIO MUNICIPAL PARA SESQUILE: EQUIPAMIENTO COMUNAL MEDIANTE FUSIÓN DE ESTRUCTURAS DE SUPERFICICES A COMPRESIÓN Y ELEMENTOS EN FLEXIÓN PARA UN CLIMA FRIO DE ALTA MONTAÑA.	26
3.1.1. Localización	26
3.1.2. Componente Urbano-Social	26
3.1.3. Perfil del usuario	27
3.1.4. Concepto de diseño: Combinación Estructural	27
3.1.5. Parametrización y Variables	28
3.1.6. Organigrama	29
3.1.7. Implantación	30
3.1.8. Aspectos Funcionales, Estructurales Y Medio- Ambientales aplicados al proyecto	31
3.2 BIBLIOTECA CENTRAL EN SAN FRANCISCO DE SALES: EQUIPAMIENTO COMUNAL EDUCATIVO MEDIANTE EL ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS VECTOR Y FLEXIÓN EN UN CLIMA TEMPLADO.	33
3.2.1. Localización	33

3.2.2. Componente Urbano-Social	33
3.2.3. Perfil del usuario	34
3.2.4. Concepto de diseño: Combinación Estructural	34
3.2.5. Parametrización y Variables	35
3.2.6. Organigrama	38
3.2.7. Implantación	39
3.2.8. Aspectos Funcionales, Estructurales Y Medio- Ambientales aplicados al proyecto	40
3.3. POLIDEPORTIVO CENTRAL DE PORTO SALGAR: EQUIPAMIENTO COMUNAL DEPORTIVO MEDIANTE LA FUSION DE SUPERFICIES A TENSION Y ELEMENTOS EN VECTOR ACTIVO EN CLIMA CÁLIDO HÚMEDO.	41
3.3.1. Localización	41
3.3.2. Componente Urbano-Social	41
3.3.3. Perfil del usuario	41
3.3.4. Concepto de diseño: Combinación Estructural	43
3.3.5. Parametrización y Variables	43
3.3.6. Organigrama	46
3.3.7. Implantación	47
3.3.8. Aspectos Funcionales, Estructurales Y Medio- Ambientales aplicados al proyecto	48
4. CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	

TABLA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1 Diagramas de relación cargas y esfuerzos	16
Imagen 2 Diagrama de relación de estructuras	17
Imagen 3 Mecanismos utilizados por Engel	18
Imagen 4 Reclasificación de los sistemas estructurales propuesta	19
Imagen 5 Fabrica para Kilcher	20
Imagen 6 Esfuerzos	20
Imagen 7 Estadio de Múnich	20
Imagen 8 Esfuerzos	20
Imagen 9 Aeropuerto de Kansay	21
Imagen 10 Esfuerzos	21
Imagen 11 Wool Factory	21
Imagen 12 Esfuerzos	21
Imagen 13 Palacio de los deportes	22
Imagen 14 Esfuerzos	22
Imagen 15 Hearst Tower	22
Imagen 16 Esfuerzos	22
Imagen 17 Cuadro Combinatorio	23
Imagen 18 Cuadro elección climas	24
Imagen 19 Localización Sesquile - Cundinamarca	25
Imagen 20 Componente Urbano Social	25

Imagen 21 Porcentaje de edades de la población de Sesquile - Cundinamarca	26
Imagen 22 Plegaduras y Porticos	27
Imagen 23 Aspectos estructurales	27
Imagen 24 Aspectos funcionales	28
Imagen 25 Aspectos medio ambientales	28
Imagen 26 Organigrama	28
Imagen 27 Programa arquitectónico piso 1 y 2	29
Imagen 28 Cuadro de áreas	29
Imagen 29 Localización del proyecto	29
Imagen 30 Aplicación parámetro variable de estructura en el proyecto	30
Imagen 31 Aplicación parámetro variable de función en el proyecto	30
Imagen 32 Simulación análisis de funcionamiento energético	31
Imagen 33 Componente Urbano-social San Francisco de Sales	32
Imagen 34 Análisis de sombras en el volumen	33
Imagen 35 Esquema de flexión y vector activo	33
Imagen 36 Sistemas estructurales combinados	34
Imagen 37 Esfuerzos estructurales	34
Imagen 38 Parámetros estructurales	35
Imagen 39 Parámetros estructurales	35
Imagen 40 Parámetros estructurales	35
Imagen 41 Parámetros funcionales	35
Imagen 42 Parámetros funcionales	36
Imagen 43 Parámetros funcionales	36
Imagen 44 Parámetros medio ambientales	36

Imagen 45 Parámetros medio ambientales	40
Imagen 46 Parámetros medio ambientales	40
Imagen 47 Organigrama	40
Imagen 48 Cuadro de áreas	40
Imagen 49 Implantación	40
Imagen 50 Aplicación de variables en el proyecto	40
Imagen 51 Localización	41
Imagen 52 Componente Urbano-social Puerto Salgar - Cundinamarca	42
Imagen 53 Análisis municipio	43
Imagen 54 Esquema de vector activo y tracción	44
Imagen 55 Parámetros estructurales	45
Imagen 56 Análisis Ecotect	46
Imagen 57 Parámetros estructurales	47
Imagen 58 Parámetros estructurales	47
Imagen 59 Parámetros variable	47
Imagen 60 Parámetros variable	48
Imagen 61 Organigrama	48
Imagen 62 Implantación	48
Imagen 63 Corte arquitectónico	48
Imagen 64 Perspectiva en contexto	49

ANEXOS

	Pág.
Anexo A Planta primer piso Biblioteca y Auditorio Sesquile – Cundinamarca	51
Anexo B Planta segundo piso Biblioteca y Auditorio Sesquile – Cundinamarca	52
Anexo C Planta ejes y cimientos Biblioteca y Auditorio Sesquile – Cundinamarca	53
Anexo D Cortes Biblioteca y Auditorio Sesquile – Cundinamarca	54
Anexo E Fachadas Biblioteca y Auditorio Sesquile – Cundinamarca	55
Anexo F Detalles Biblioteca y Auditorio Sesquile – Cundinamarca	56
Anexo G Panel No 1. Biblioteca y Auditorio para Sesquile - Cundinamarca	57
Anexo H Panel No 2. Biblioteca y Auditorio para Sesquile – Cundinamarca	58
Anexo I Panel No 3. Biblioteca y Auditorio para Sesquile – Cundinamarca	59
Anexo J Panel No 4. Biblioteca y Auditorio para Sesquile – Cundinamarca	60
Anexo K Panel No 5. Biblioteca y Auditorio para Sesquile – Cundinamarca	61
Anexo L Panel No 6. Biblioteca y Auditorio para Sesquile – Cundinamarca	62
Anexo M Planta Primer piso Biblioteca Central San Francisco de Sales - Cundinamarca	63
Anexo N Planta Segundo piso Biblioteca Central San Francisco de Sales - Cundinamarca	64
Anexo Ñ Planta Tercer piso Biblioteca Central San Francisco de Sales - Cundinamarca	65
Anexo O Cortes Transversal Biblioteca Central San Francisco de Sales - Cundinamarca	66
Anexo P Cortes Longitudinal Biblioteca Central San Francisco de Sales - Cundinamarca	67
Anexo Q Fachadas Biblioteca Central San Francisco de Sales - Cundinamarca	68
Anexo R Fachadas Biblioteca Central San Francisco de Sales – Cundinamarca	69
Anexo S Cimentación Biblioteca Central San Francisco de Sales - Cundinamarca	70

Anexo T Panel No 1. Biblioteca Central San Francisco de Sales – Cundinamarca	71
Anexo U Panel No 2. Biblioteca Central San Francisco de Sales – Cundinamarca	72
Anexo V Panel No 3. Biblioteca Central San Francisco de Sales – Cundinamarca	73
Anexo W Panel No 4. Biblioteca Central San Francisco de Sales – Cundinamarca	74
Anexo X Panel No 5. Biblioteca Central San Francisco de Sales – Cundinamarca	75
Anexo Y Panel No 6. Biblioteca Central San Francisco de Sales – Cundinamarca	76
Anexo Z Planta primer piso Polideportivo Central Puerto Salgar - Cundinamarca	77
Anexo AA Planta segundo piso Polideportivo Central Puerto Salgar - Cundinamarca	78
Anexo AB Planta ejes y cimientos Polideportivo Central Puerto Salgar - Cundinamarca	79
Anexo AC Cortes Polideportivo Central Puerto Salgar - Cundinamarca	80
Anexo AD Fachadas Polideportivo Central Puerto Salgar - Cundinamarca	81
Anexo AE Detalles Polideportivo Central Puerto Salgar – Cundinamarca	82
Anexo AF Panel No 1. Polideportivo Central Puerto Salgar – Cundinamarca	83
Anexo AG Panel No 2. Polideportivo Central Puerto Salgar – Cundinamarca	84
Anexo AH Panel No 3. Polideportivo Central Puerto Salgar – Cundinamarca	85
Anexo AI Panel No 4. Polideportivo Central Puerto Salgar – Cundinamarca	86
Anexo AJ Panel No 5. Polideportivo Central Puerto Salgar – Cundinamarca	87
Anexo AK Panel No 6. Polideportivo Central Puerto Salgar – Cundinamarca	88

GLOSARIO

Compresión: resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable, caracterizada porque tiende a una reducción del volumen del cuerpo

Cargas: son las fuerzas externas que actúan sobre un cuerpo, exceptuando las fuerzas de reacción a través de los apoyos del cuerpo.

Dinámica: sistema físico que describe los cambios físicos y de movimiento.

Estructura: distribución y orden de las partes o componentes de una edificación, también es ese sistema de conceptos coherentes enlazados que jerarquizan y dan paso a un todo.

Equilibrio: es el estado en que la suma de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo no origina ningún movimiento, es decir, los movimientos son iguales a cero.

Flexibilidad: porcentajes similares entre el movimiento de sólido rígido y de flexión de la propia estructura.

Fuerza: es la magnitud que lleva a un cuerpo a moverse o a modificar su estado o su forma.

Híbrido: objeto obtenido del cruce o combinación, de dos elementos de diferentes características o naturaleza, elemento compuesto por especies mixtas. Heterogéneo.

Momento: es el movimiento de giro que origina un par de fuerzas o una fuerza cuyo punto de giro no coincide con la dirección de la fuerza.

Movimiento: son en las cuales la dirección es perpendicular a la dirección en que se produce la carga.

Parametrización: simulación y modelación de datos o factores que se toman como necesarios para analizar o valorar una situación.

Tensión: es la fuerza (resistencia) interna por una unidad de superficie que se origina en un cuerpo debido a la acción de una fuerza externa.

Resistencia: es la fuerza con la que se opone un cuerpo a un desplazamiento o un cambio de forma a causa de la acción de una fuerza externa = fuerza de resistencia.

Reclasificar: tomar conceptos teóricos establecidos y proponer un orden o clasificación dando origen a una alternativa de estudio.

RESUMEN

El presente documento desarrolla el tema arquitectónico de equipamientos dotacionales culturales y deportivos en el departamento de Cundinamarca en los municipios de Sesquile, San Francisco de Sales y Puerto Salgar los cuales corresponden respectivamente a los pisos térmicos del clima de trópico: frío (alta montaña), templado (media montaña) y cálido (baja montaña).

Se llevó a cabo una investigación en la cual se plantea el siguiente cuestionamiento, ¿Las herramientas digitales que posibilitan la optimización, la integración y la simulación del proyecto arquitectónico, proveen al proceso de diseño de escenarios simultáneos como respuesta al problema de diseño al integrar la exploración estructural en los aspectos funcionales, estructurales y medio ambientales, en diferentes condiciones climáticas y de materialidad?, para ello se plantea como objetivo principal integrar los aspectos de la composición arquitectónica a través de herramientas digitales para el diseño de un equipamiento de uso dotacional en clima de trópico.

La metodología implementada se denomina investigación práctica, la cual se adquiere en la actividad de la reclasificación y la combinación de sistemas estructurales, actividades cuyo resultado es el diseño de proyectos arquitectónicos que permiten analizar el comportamiento del modelo en diferentes contextos.

El proyecto concluye que al implementar herramientas digitales, el proceso de diseño arquitectónico es eficiente al diversificar las posibilidades de solución arquitectónica, permitiendo plantear, integrar y evaluar un mayor número de propuestas en cuanto a las exploraciones estructurales, contrario al proceso tradicional, que en la toma de decisiones, plantea respuestas contemplando un solo escenario derivado del proceso secuencial del diseño.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado contiene la sustentación de carácter investigativo sobre el proceso de diseño de equipamientos dotacionales de uso cultural y deportivo, genéricos en el clima de trópico, teniendo en cuenta los factores y determinantes del lugar, apoyados en exploraciones de diseño paramétrico. El cual se articula a la línea de investigación de arquitectura sostenible del Programa de Arquitectura y a la línea de investigación Arte, Diseño y Sociedad del grupo de investigación Hábitat, Diseño e Infraestructura de la Universidad Piloto de Colombia.

Los proyectos se localizan en el departamento de Cundinamarca, en los municipios de Sesquile, San Francisco de Sales y Puerto Salgar. Ya que para este ejercicio de investigación es necesario comprobar las diferentes combinaciones estructurales en los climas de trópico, los cuales los encontramos en estos tres municipios.

Se ha evidenciado que los procesos de diseño se practican de manera empírica, llevándolos tradicionalmente a la práctica, que en algunos casos desarticulan los aspectos arquitectónicos. Los métodos de diseño tradicionales son secuenciales y no paralelos, afrontando la práctica en 3 fases: análisis del problema, análisis de medios y análisis de materiales. La fase inicial resuelve de manera bidimensional según los requerimientos del programa arquitectónico y la función, en la segunda fase se diseñan los aspectos de la envolvente del espacio bidimensional y en la tercera y última fase incluye los aspectos del soporte estructural del espacio.

La actividad proyectual de diseño, desde que al diseñador se le presenta la solicitud de diseño, hasta la realización del objeto que le fue demandado, es concebida como un proceso de soluciones de problemas, que utiliza inicialmente la intervención intuitiva, basada en la experiencia previa, el conocimiento declarativo y procedimental del diseñador, consolidándose así principalmente en la década de los 70 del siglo XX, este se evidencia en la aproximación al problema de diseño como en el proceso de ensayo y error característico del bocetaje. Los problemas de este tipo de diseño tradicional se caracterizan porque no pueden especificarse con claridad los pasos para resolver el espacio, otra característica de este método, es que los datos relacionados consideran una única respuesta. Autores como Herrera, (2006) en Herrera, Neve (2009) definen el diseño como la racionalización de las significaciones a través de la forma y la función evidenciando la no contemplación del elemento estructural.

A medida que el espacio arquitectónico se amplía, los aspectos se complejizan y se hace necesario implementar conocimientos, técnicas flexibles y dinámicas. Por tanto surge el interrogante de ¿Las herramientas digitales que posibilitan la optimización, la integración y la simulación del proyecto arquitectónico, proveen al proceso de diseño de escenarios simultáneos como respuesta al problema de diseño al integrar la exploración estructural en los aspectos funcionales, estructurales y medio ambientales, en diferentes condiciones climáticas y de materialidad?

El proceso de diseño arquitectónico constituye una vía a través de la cual el investigador adquiere conocimientos, percepciones, prácticas del diseño. La investigación preliminar aborda el estado del arte, en esta encontramos tres categorías, la investigación: sobre el diseño (historia del diseño), Farshid Moussavi plantea que la forma, no solo debe verse como la utilidad del elemento arquitectónico, sino que esta debe manifestarse sensorialmente; para el diseño (nuevas tecnologías / materiales) Heino Engel que describe la clasificación de las estructuras y todos los aspectos relacionados con estas; y en el diseño (exploraciones estructurales) Kevin McCartney propone la investigación en diseño como una exploración de posibilidades estructurales, por lo cual alcanzamos una parte importante de nuestra investigación donde la exploración de posibilidades tecnológicas por medio de combinaciones tipológicas o de materiales resuelve un componente arquitectónico.

Las herramientas digitales paramétricas ofrecen múltiples posibilidades de modelaje y simulación durante el proceso de diseño del proyecto. Parametrizar es entonces por definición asignar valores a unos parámetros de los aspectos, para modificar o influir en el comportamiento del modelo arquitectónico.

El objetivo de la presente investigación es integrar los aspectos de la composición arquitectónica a través de herramientas digitales para equipamientos de uso dotacional, en el desarrollo de este se plantea para equipamientos de uso dotacional en clima de trópico es apoyado en los siguientes objetivos específicos: analizar los sistemas y subsistemas estructurales mediante las exploraciones que emplea el diseño paramétrico, implementar la metodología de hibridación mediante exploraciones de las resultantes físicas de los sistemas estructurales en el proceso de diseño y proyectar un equipamiento dotacional genérico a los pisos térmicos en el clima de trópico, teniendo en cuenta los factores y determinantes del lugar.

Para la realización de este trabajo, se utiliza la investigación práctica, entendiendo esta como una exploración de posibilidades, la cual aplicada a nuestra investigación, se ve reflejada en una hibridación de los sistemas estructurales, que simultáneamente resuelve un componente arquitectónico. Esto se logra a través de un proceso en el cual, inicialmente se investigan los sistemas estructurales detalladamente, apoyados en textos y conceptos de distintos autores que ahondan en esta temática, los cuales serán la base para la continuación del proceso de investigación realizado.

En esta fase se realiza un estudio de referentes el cual nos permite evidenciar cual es el sistema estructural específico de cada uno, de acuerdo a la clasificación de Heino Engel (Forma activa, sección activa, altura activa, vector activo, híbridos), y finalmente se identifica de cada uno, los elementos estructurales que lo componen y como estos responden a los esfuerzos.

Seguidamente realizamos un estudio de caso, en el cual se identifican los casos de los diferentes objetos edificados, basados en las clasificaciones estructurales iniciales, con el fin de profundizar en el tema, determinando el tipo de estructura, sus elementos estructurales,

sus características funcionales, materiales y los esfuerzos a los que está sometida. Una vez que estas clasificaciones están claras, se toman como base para proponer una reclasificación de los sistemas estructurales.

A partir de esta reclasificación, se realizan combinaciones de los sistemas estructurales propuestos. Estas se ejecutan mediante las herramientas digitales (Rhinoceros y Grasshopper), teniendo en cuenta el potencial y la eficiencia que pueden tener dos sistemas trabajando en conjunto, por medio de los mecanismos de hibridación los cuales pueden ser: acoplamiento, fusión y superposición. Las combinaciones resultan ser de gran importancia ya que serán la base para realizar los modelos genéricos que configurarán los proyectos arquitectónicos dotacionales.

Por consiguiente, estos modelos genéricos son sometido a un proceso de parametrización y simulación en tres aspectos: funcionales, estructurales y medio ambientales. En cada uno de los aspectos se analizan unos referentes los cuales nos arrojan unas condicionantes de diseño, para así arrojar distintos parámetros variables que nos den posibilidades de diseño.

Cabe señalar que ya se han hecho trabajos similares a este tomando como ejemplo: “The function of form” escrito por Daniel López, Garrick Ambrose, Ben Fortunato, Ryan Ludwig, Ahmadreza Sricher. Esta clasificación está basada en la forma de las estructuras, también cabe resaltar la clasificación del Autor Heino Engel en su libro sistemas de estructuras, esta clasificación está basada por la forma y esfuerzos de las estructuras.

Estas variables de los aspectos estructurales, funcionales y medioambientales son elegidas y aplicadas a los proyectos de equipamientos de usos dotacional, cultural y deportivo, genéricos a los diferentes pisos térmicos del clima de trópico (frío de alta montaña, templado de media montaña y cálido húmedo de baja montaña), los cuales nos permitirán entender la relación de toda la investigación y las exploraciones de los sistemas estructurales a partir de herramientas digitales con el desarrollo de los componentes arquitectónicos.

¿La arquitectura desarrollada a partir de software le aporta eficiencia al proyecto arquitectónico? En efecto con los componentes estructurales y las herramientas digitales, se puede llegar al diseño de un proyecto arquitectónico que puede ser optimizado, y puede ser adaptable a distintos entornos, partiendo de la comparación de los equipamientos proyectados en el presente documento, se concluye que los procesos de diseño tradicionales podrían ser aún más integrales y optimizar su tiempo de desarrollo, al implementar métodos de diseño análogos por software, de esta manera nos planteamos que el proceso de diseño es más eficiente al implementar herramientas digitales porque diversifica las posibilidades de solución arquitectónica.

1. MARCO TEÓRICO: ANALISIS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES

¿Parametrizar los aspectos de la composición arquitectónica, optimiza y evalúa las soluciones concebidas en el proceso de diseño?

La presente conceptualización se enfoca hacia el estudio de los sistemas estructurales. En primer lugar, debemos entender, ¿qué es una estructura? y ¿cómo trabaja esta? A partir de ello se define una estructura como *aquella parte del conjunto que sostiene o soporta, que distribuye o reparte cargas, es decir, que hace al equilibrio estático de la construcción, pero debe cumplir con la función de organizar, dar sentido a la totalidad.* (Diez, 2005).

Así mismo se pretende emplear en los proyectos arquitectónicos, un sistema estructural eficiente e integral, en el cual todos los componentes estructurales respondan a los aspectos estructurales, funcionales y medio ambientales, trabajen en conjunto para responder a las determinantes de un contexto específico.

Cada estructura tiene que soportar las cargas exteriores, acciones y reacciones, las cuales reparten su efecto por los diferentes elementos de la estructura y que a su vez son sometidos a diferentes esfuerzos, o en un estado de tensión, que será absorbido por el material constituyente. (Diez, 2005). Del mismo modo, se debe entender cuál es la definición de esfuerzo, para lograr cual y cómo será el funcionamiento de una estructura en su totalidad.



Imagen 1. López N. 2016. Diagrama de relación Cargas y Esfuerzos. Elaboración Propia.

Las cargas vivas o móviles son aquellas producidas por toda acción de movimiento: personas, mobiliario, vientos, cambios climáticos, entre otros, produciendo esfuerzos en la estructura, los cuales pueden ser:

- Tracción o tensión: Cuando las cargas que actúan sobre los elementos tienen a estirarlos.
- Compresión: Cuando las cargas que actúan sobre los elementos tienen a aplastarlos.
- Flexión: Cuando las cargas que actúan sobre los elementos tienen a doblarlos.
- Torsión: Cuando las cargas que soporta el elemento tienen a torcerla.

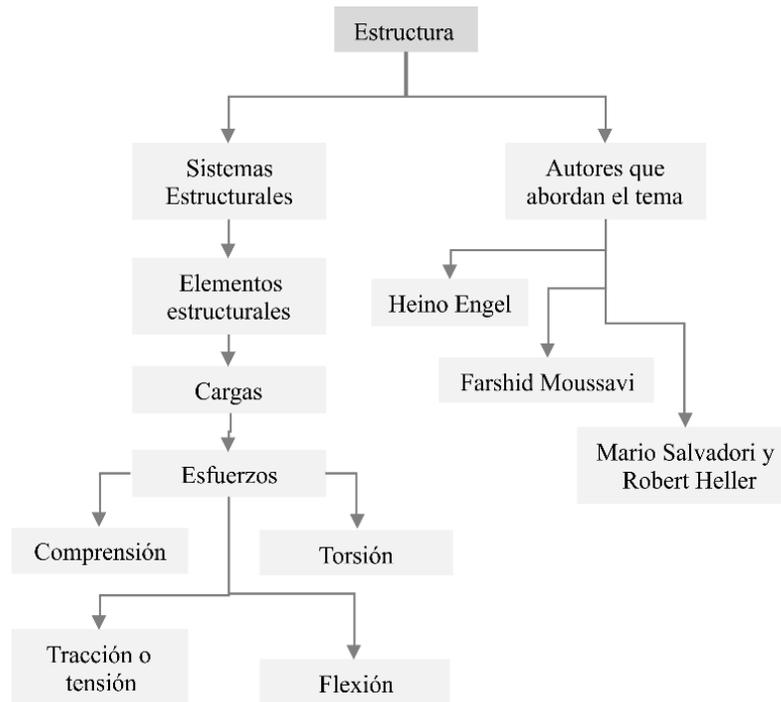


Imagen 2. López N. 2016. Diagrama de relación Estructuras. Elaboración Propia.

A partir de estas definiciones básicas de estructuras y de esfuerzos, se realiza una investigación de los autores: Heino Engel, Farshid Moussavi, Mario Salvadori y Robert Heller, que plantean las siguientes clasificaciones de sistemas estructurales.

Inicialmente tenemos Heino Engel con su libro “Sistemas de Estructuras”, en el cual el realiza la clasificación de los sistemas estructurales, este parte de cinco mecanismos para desviar las fuerzas o acciones.

El primer mecanismo que Engel utiliza es la **adaptación** a los esfuerzos producidos por las acciones. En este se manejan las estructuras que trabajan básicamente adaptando su forma física: Sistemas de estructuras de forma activa, en estado de tracción o compresión. El segundo mecanismo es la **división** de los esfuerzos producidos por las acciones, en este se utilizan los sistemas de estructuras de vector activo, y son estructuras en estado de tracción y compresión. El tercero, es el **encajonamiento** de los esfuerzos, son estructuras que trabajan mayoritariamente mediante su sección y la continuidad de su materia, se utilizan los sistemas de sección activa, que se encuentran en estado de flexión: tracción y compresión. El cuarto

*mecanismo es la **dispersión** de los esfuerzos y son estructuras que funcionan mediante la extensión o la forma de su superficie y son los sistemas de superficie activa, que se encuentran en un estado de tracción, compresión y torsión. Y, por último, tenemos la recogida y guiado de los esfuerzos para los sistemas de altura activa. El criterio de diferenciación de los sistemas es su característica principal para acometer el desvío de los esfuerzos (Engel, 2010).*

A partir de esto se evidencian los mecanismos que utiliza Engel para transmitir las cargas y los esfuerzos, se hace evidente una clasificación de las estructuras la cual nos ilustra sobre cómo las estructuras se comportan y como se clasifican según sus características y elementos estructurales.

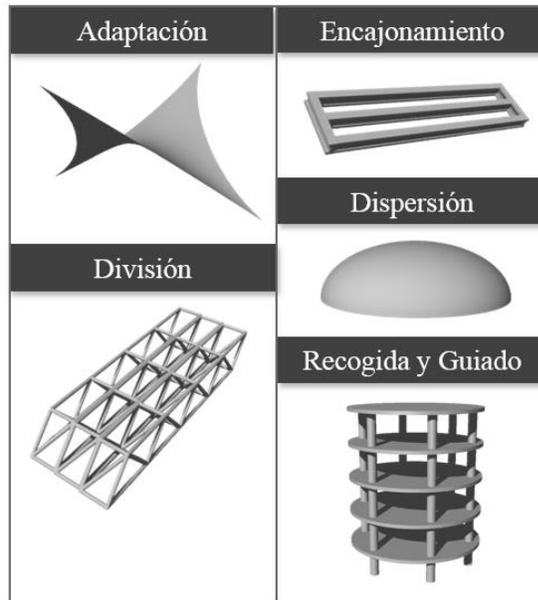


Imagen 3. López N. 2016. Mecanismos utilizados por Engel. Elaboración Propia.

El estudio del libro “Manual de diseño de estructuras para arquitectos - Anónimo” en el que el autor realiza la clasificación de los sistemas a partir de tres materiales principales con los cuales se realiza la construcción de distintos elementos estructurales. El autor dice que *el material debe cumplir, dentro de la construcción, funciones adicionales a las puramente estructurales, sin embargo, no existe un material estructural óptimo, la opción más conveniente en cada caso depende tanto de la función como de las propiedades no estructurales. Una estructura está formada por un arreglo de elementos básicos, en el cual se aprovecha las propiedades de cada elemento y logra sacar la forma más eficiente del sistema estructural global. La clasificación que el realiza inicia con los sistemas formados por barras, en el cual se tienen los arreglos triangulares, tipo armadura, y los arreglos tipo marco. En los primeros las cargas se resisten por fuerzas axiales, mientras que en los arreglos de tipo marco, soportan los esfuerzos de flexión y cortante. Luego tenemos los sistemas a base de placas, los cuales se componen de arreglos verticales (muros) y horizontales*

(losas), se denominan tipo cajón, que al no tener continuidad en los apoyos lo hace muy vulnerable, y obsoleto. El arreglo ideal para este sistema estructural es de cajón tridimensional, en el que las losas se apoyan y amarran en su perímetro con los muros. (Anónimo, 2016).

Según esto evidenciamos otro tipo de clasificación según su forma y las acciones ejercidas sobre los elementos y de cómo el uso óptimo de los materiales no es netamente estructural si no que se debe contemplar en la funcionalidad del edificio.

El siguiente autor que se revisó es Farshid Moussavi Con su libro “The function of form”, en el que se realiza una descripción básica de los sistemas estructurales principales y realiza una clasificación de sub-sistemas de cada uno de los anteriores, las cuales están basadas exclusivamente en la forma de los elementos de los que se componen los distintos sistemas. En esta sub-clasificación podemos encontrar las mallas y reticulados, bóvedas, domos, plegaduras, cáscaras, membranas textiles y membranas neumáticas. Otros autores que realizan una clasificación de sistemas estructurales son Mario Salvadori y Robert Heller en su libro “Estructuras para arquitectos”. Para ellos la clasificación será morfológica y al sistema constructivo. La clasificación entonces se realiza de la siguiente manera: Vigas, pórticos y arcos, entramados, placas y placas plegadas, membranas y cáscaras delgadas. Partiendo de estos planteamientos de clasificaciones de sistemas ya elaborados por los autores mencionados anteriormente, se realiza una reclasificación de los sistemas estructurales la cual cuenta con cuatro sistemas estructurales principales y dos sistemas que son los tipos de combinación entre ellos.

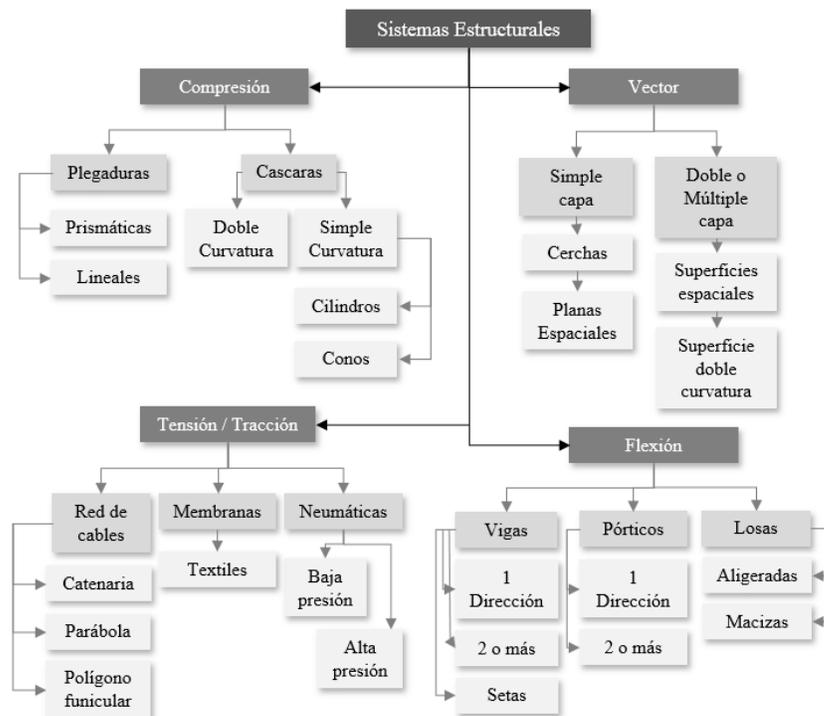


Imagen 4. López N. 2016. Reclasificación de los sistemas estructurales propuesta. Elaboración Propia

2. METODOLOGIA DE CASOS DE ESTUDIO, PARA EL ANALISIS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES

A partir de esta reclasificación de sistemas, se realiza mediante la metodología de estudios de caso, en la cual se estudian referentes de edificaciones ya existentes que tienen las características de cada uno de estos sistemas estructurales, y se hace un análisis estructural de cada uno, el cual nos permite identificar las relaciones entre los distintos sistemas y sus elementos al ver como los esfuerzos actúan en este sistema estructural.

Estos sistemas son: Superficies a compresión, superficies en tracción, elementos en flexión, elementos a compresión y tracción vectorial, sistemas híbridos a grandes luces e híbridos en alturas, cabe aclarar que este último sistema nombrado es nombrado en la investigación, pero no es utilizado porque no cumple los requerimientos del taller.

En cuanto a las superficies a compresión el caso de estudio utilizado es la fábrica para Kilcher diseñada por el ingeniero Hienz Isler. (Remitirse a imagen 1).



Imagen 5. [Хрюша](#). (2009). Fabrica para Kilcher (Imagen). Recuperado de: <https://upload.wikimedia.org>

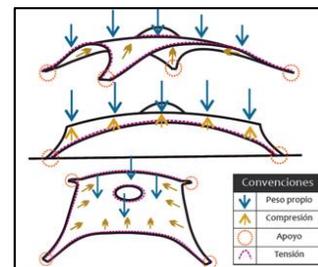


Imagen 6. López N, 2015. Esfuerzos (Grafico). Elaboración propia.

El esfuerzo que caracteriza esta estructura es la compresión en su cubierta y apoyos hacia el suelo respecto a su configuración de la forma y materialidad. En la imagen 2, se muestra un diagrama representando los esfuerzos que afectan esta estructura.



Imagen 7. Jem Chica Pop. (2014). Estadio de Múnich (Imagen). Recuperado de: <http://www.obrasweb.mx/>

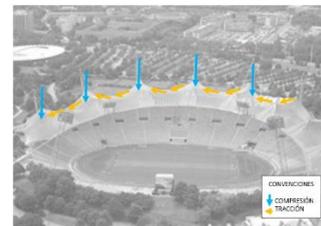


Imagen 8. López N, 2015. Esfuerzos (Grafico). Elaboración propia.

El caso de estudio elegido para ser analizado en el sistema de superficies en tracción es el estadio olímpico de Múnich (Remitirse a imagen 3), esta estructura es diseñada por el arquitecto Frei Otto.

El esfuerzo que caracteriza esta estructura es la tensión representada en la membrana que está ubicada en la cubierta de las graderías del estadio, conformada por una red de cables tensados y amarradas a cables tensados que le dan rigidez y estabilidad a la estructura. A continuación, en la imagen 4 se muestra un análisis de los esfuerzos encontrados en esta estructura.

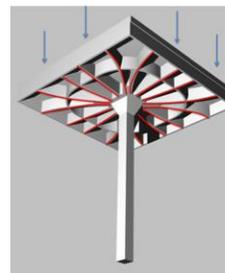
Para el sistema de elementos a compresión y tracción vectorial el caso de estudio elegido es el Aeropuerto de Kansai, esta estructura es diseñada por el arquitecto Renzo Piano.



Imagen 9. [Xproua](#). (2009). Aeropuerto de Kansai (Imagen). Recuperado de: <https://upload.wikimedia.org>

Imagen 10. Martínez C, 2015. Esfuerzos. (Grafico). Elaboración propia.

Los esfuerzos característicos de la estructura son la compresión y la tracción estos se encuentran en los elementos vectoriales de doble capa ubicados en las vigas donde reposa la superficie de cubierta, además de estos también se evidencia el esfuerzo de flexión en los soportes principales de estas vigas ya que su forma está ligada a este esfuerzo. En la imagen 5 se muestra el análisis de esfuerzos de esta estructura.



■ Tracción
■ Compresión

Imagen 11. [Xproua](#). (2009). Wool Factory (Imagen). Recuperado de: <https://upload.wikimedia.org>

Imagen 12. Ortega C, 2016. Esfuerzos (Grafico). Elaboración propia.

En el sistema de elementos en flexión el caso de estudio elegido es la Gatti Wool Factory, Diseñada por el Ingeniero Pier Luigi Nervi. El esfuerzo que es representativo en este edificio es la compresión en sus columnas y placas y el esfuerzo de tracción en sus nervaduras en la imagen 7, se muestra un análisis de estos esfuerzos en la estructura.

En el sistema de híbridos a grandes luces se toma como referente el palacio de los deportes de México, esta estructura es diseñada por el arquitecto Félix Candela.



Imagen 13. [Xpiousa](#). (2009). Palacio de los deportes (Imagen). Recuperado de: <https://upload.wikimedia.org>

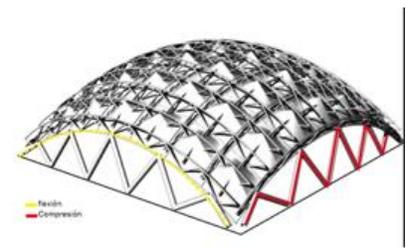


Imagen 14. Cerón S, 2016. Esfuerzos (Grafico). Elaboración propia.

Los esfuerzos presentes en esta estructura es la flexión en la viga perimetral y las columnas exteriores trabajan a compresión, las vigas tipo cerchas que hacen parte de la cubierta están trabajando a tracción porque son elementos vectoriales de simple capa. En la imagen 9 se encuentra el análisis de esfuerzos de esta estructura.

Por último, el sistema de híbridos en altura tomo como referente el edificio Hearst Tower, diseñado por el arquitecto Norman Foster.



Imagen 15. [Xpiousa](#). (2009). Hearst Tower (Imagen). Recuperado de: <https://upload.wikimedia.org>

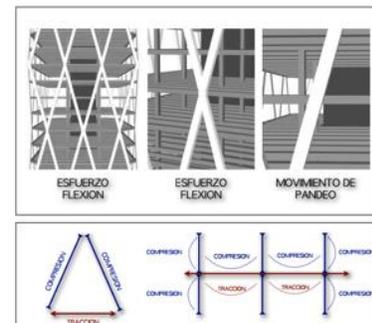


Imagen 16. Páez J. 2015. Esfuerzos (Grafico). Elaboración propia.

Los esfuerzos presentes en esta estructura es la flexión, ya que se presentan cargas de compresión y tracción en la mayoría de los elementos estructurales de edificio, evidenciando que existen 4 subsistemas estructurales fusionados en la estructura como lo son, el núcleo central, las pantallas, los pórticos y el diagrid perimetral.

3. SISTEMAS ESTRUCTURALES HIBRIDOS A PARTIR DE LA METODOLOGIA DE CUADRO COMBINATORIO PARA IMPLEMENTACION EN EQUIPAMIENTOS, CON EL DISEÑO PARAMETRICO EN CLIMAS DE TROPICO.

Partiendo de la clasificación de sistemas estructurales se realiza un cuadro combinatorio de los distintos sistemas y cuáles serían las opciones más convenientes de combinar para la realización de proyectos arquitectónicos y los cuales a su vez estas combinaciones realizadas tienen mayor potencial al realizarse en cierto clima.

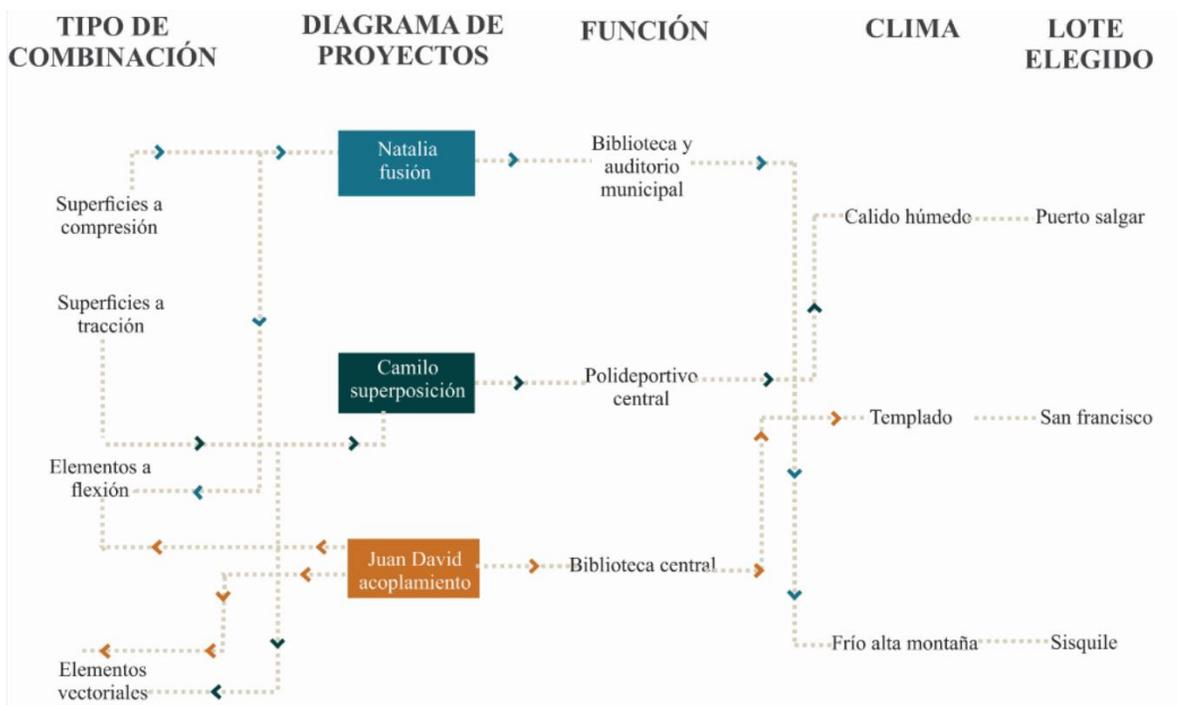


Imagen 17. Martínez C. (2016). Cuadro combinatorio. (Grafico). Elaboración propia

Además, se eligen unos climas específicos que fueron determinados en el taller por el concurso del Premio Corona, para comprobar por medio de los proyectos y las combinaciones estructurales como estos pueden ser adaptadas a los mismos, y como su composición estructural puede funcionar mejor en uno u otro.

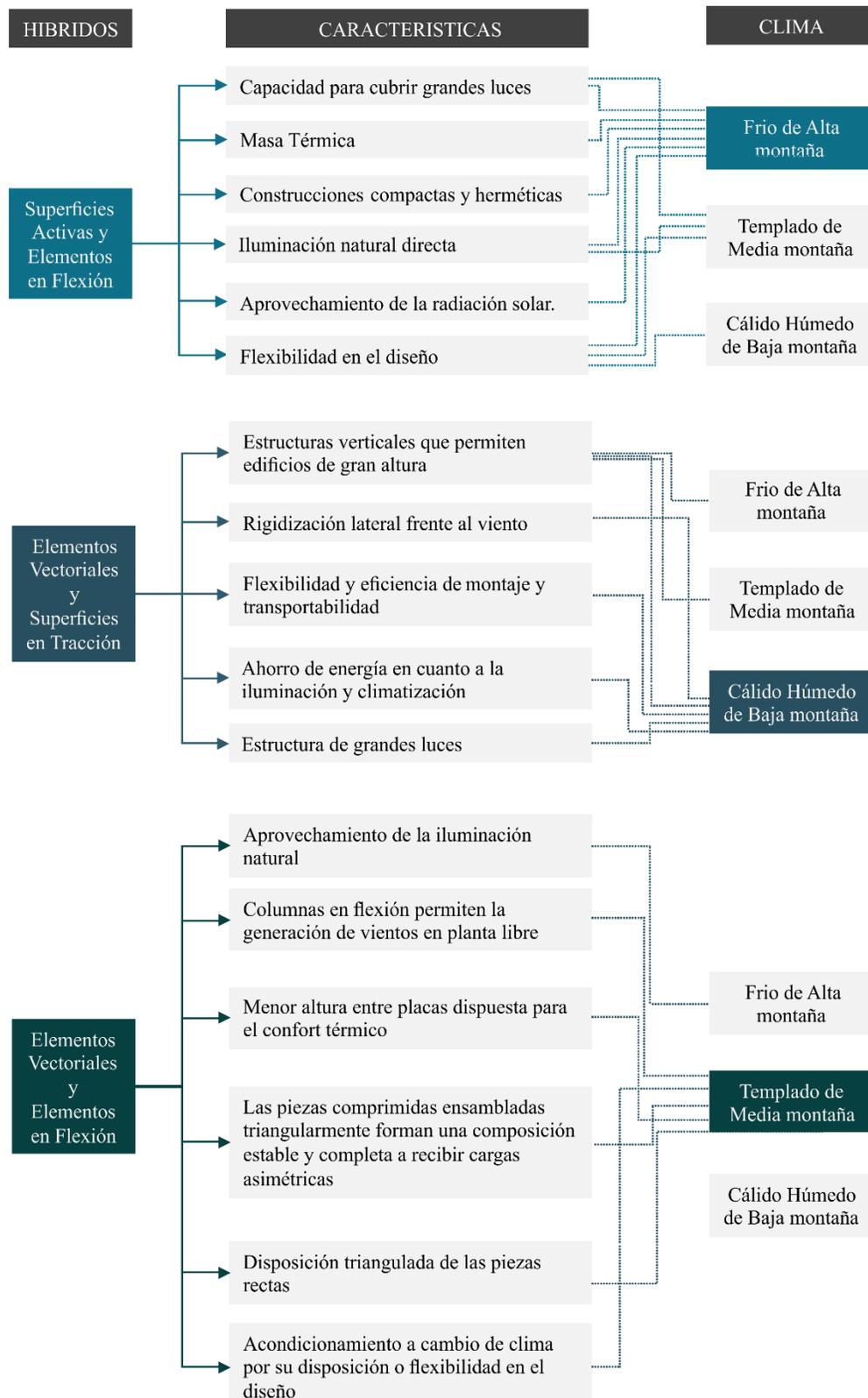


Imagen 18. Martínez C. (2016). Cuadro Elección climas. (Grafico). Elaboración propia

A continuación, se describen cada uno de estos climas y cómo van a ser utilizados en cada uno de los sistemas estructurales.

Clima Cálido Húmedo: Caracterizado por las altas temperaturas diurnas y nocturnas en verano y su gran humedad en el ambiente. Las combinaciones estructurales que se adaptan mejor a este clima son: *Compresión–Tensión*, y *Tensión-Vector*, ya que con sus elementos estructurales protegen la radiación directa y garantizan una ventilación diurna y nocturna ya que su geometría permite aberturas importantes para el paso de los vientos que ayudan a refrigerar el edificio.

Clima Frio: Caracterizado por sus bajas temperaturas en invierno y temperaturas frescas en verano. Las combinaciones estructurales que se adaptan mejor a este clima son: *Compresión–Sección*, y *Compresión–Vector*, debido a que su geometría permite realizar construcciones compactas, herméticas, capaces de aprovechar de manera eficiente la radiación solar.

Clima Templado: Es la combinación de los anteriores en diferente grado. Las combinaciones estructurales que se adaptan mejor a este tipo de clima son: *Tensión–Sección*, y *Sección–Vector*, ya que son capaces de aprovechar la energía solar en invierno y disponer protección solar en verano gracias a su forma y flexibilidad.

A partir del cuadro combinatorio y los climas establecidos se plantea una propuesta de hibridación entre los sistemas, el sistema híbrido a grandes luces expone tres posibles formas de combinación de los sistemas estos son la superposición, el acoplamiento y la fusión.

Se entiende por **superposición** a la tipología de unión de dos o más tipologías estructurales que pueden trabajar juntas, pero no son dependientes la una de la otra para funcionar estructuralmente. Por **acoplamiento** que es la unión de dos o más tipologías estructurales, que trabajan unidas, pero se complementan una a la otra no pueden trabajar separadas. Por **fusión** Se entiende que es la unión de dos o más tipologías estructurales que no pueden trabajar separadas y además se acoplan de manera que se conviertan en un solo sistema estructural.

Cabe aclarar que hay otro sistema de hibridación de sistemas propuesto que son los híbridos en altura, pero este no fue tomado para aplicación en la investigación ya que no cumple con las determinantes del taller.

y la reclasificación de sistemas, se muestran tres exploraciones de diseño, mediante metodología de hibridación estructural ligadas a una función de equipamiento dotacionales en los cuales su destinación puede ser educativo, cultural o deportivo, inmerso en un contexto local elegido a partir de las características de clima, como frío de alta montaña (Sesquile), templado de media montaña (San Francisco de Sales) y cálido baja montaña (Puerto Salgar), estos tres municipios ubicados en el departamento de Cundinamarca.

3.1. BIBLIOTECA Y AUDITORIO MUNICIPAL PARA SESQUILE CUNDINAMARCA MEDIANTE LA FUSIÓN DE SUPERFICIES A COMPRESIÓN Y ELEMENTOS EN FLEXIÓN PARA UN CLIMA FRIO DE ALTA MONTAÑA.

3.1.1. Localización. Este proyecto está ubicado en el Municipio de Sesquile en el departamento de Cundinamarca.

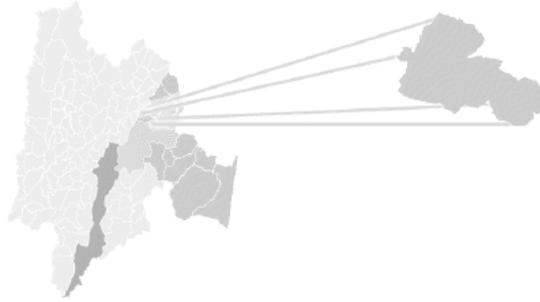


Imagen 19. López N. (2016). Localización Sesquile Cundinamarca. (Grafico). Recuperada de http://sesquile-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio

Esta combinación estructural se desarrolla en un clima Frio de Alta Montaña, debido a que sus características físicas permiten realizar construcciones compactas, capaces de aprovechar de manera eficiente la radiación solar, generando el efecto de masa térmica, favorable para este clima. Por esta razón se elige el municipio de Sesquile Cundinamarca, que tiene una altitud media de 2.595 m s n m y una temperatura media de 14° C.

3.1.2. Componente Urbano-Social

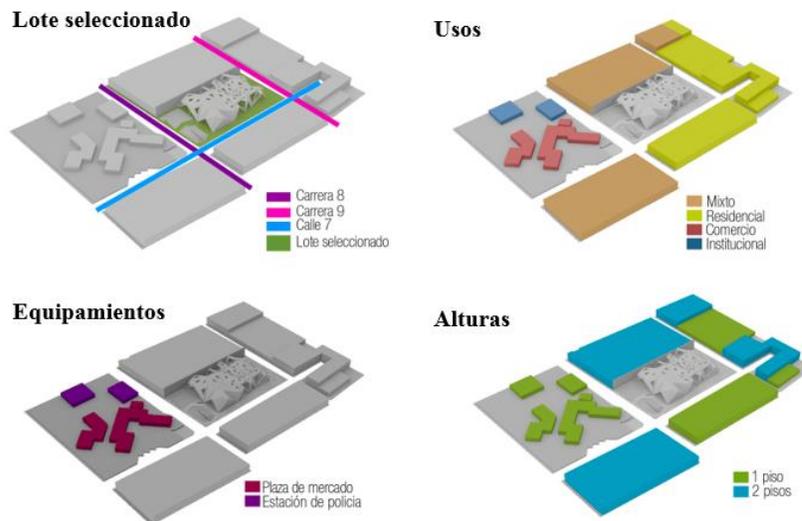


Imagen 20. López N. (2016). Componente Urbano-Social (Grafico). Elaboración propia.

Lote Seleccionado: el lugar es elegido, debido a su ubicación ya que es un sector central cercano a varios equipamientos (estación de policía, plaza de mercado), que ayudan a complementar el uso del proyecto propuesto, con la posibilidad de configurar un eje cultural totalmente permeable.

Usos: este análisis nos muestra que hay una mezcla de usos en el lugar, de tipo residencial, comercial (plaza de mercado), institucional (estación de policía), a los cuales, el proyecto responde en cuanto a conectividad mediante el espacio público del proyecto, generando una plaza y cafetería públicas, conformando así un eje cultural haciendo estos espacios permeables.

Equipamientos: en el sector existen edificaciones de uno y dos pisos, el equipamiento propuesto es de dos pisos ya que esta es la altura predominante en el sector y se ajusta a las necesidades de la biblioteca y auditorio, logrando mimetizar en integrar el proyecto con su entorno

Alturas: en el análisis de equipamientos se hace evidente la carencia que hay en cuanto a equipamientos que incentiven el desarrollo cognitivo y la formación intelectual de los habitantes del municipio. Por esta razón lo que se propone es una biblioteca con un auditorio en su interior que supla las necesidades educativas, informativas y de esparcimiento cultural para los habitantes de Sesquile Cundinamarca

3.1.3 Perfil del usuario. Este equipamiento está propuesto para que lo utilicen todos los habitantes del municipio de Sesquile Cundinamarca, pero específicamente los jóvenes, que son el 77 % de población, es decir la mayoría de los habitantes de Sesquile Cundinamarca, según lo indica la Fuente de Información: DANE Censo - Proyecciones de población.

Distribución Grupo Edad Habitantes del Municipio de Sesquilé				
Edad	Femenino	Masculino	Total	%
0-4	554	629	1.183	10%
5-9	581	579	1.160	10%
10-14	581	596	1.177	10%
15-19	558	591	1.149	10%
20-44	2.052	2.123	4.175	37%
45-59	793	778	1.571	14%
60 y +	492	429	921	9%
Total	5.611	5.725	11.336	100%

Imagen 21. López N. (2016). Porcentaje de edades de la población de Sesquile - Cundinamarca (Tabla). Elaboración propia.

Los jóvenes son los principales usuarios de este equipamiento todo con el fin de brindarles un espacio que los incentive y les ayude a fortalecer sus conocimientos para que puedan tener un proceso integral que les ayude a desenvolverse en un entorno social.

3.1.4. Concepto de diseño: combinación estructural. Este equipamiento se desarrolla mediante la fusión de dos sistemas estructurales los cuales son: las **Superficies en Compresión** y los **Elementos en Flexión**. En la categoría de las superficies a Compresión

se elige la subcategoría de **Plegaduras**: que son superficies activas específicamente láminas planas que se comportan estructuralmente como losas plegadas, unidas en sus bordes y apoyadas en sus extremos. En la categoría de los elementos en Flexión se utiliza la subcategoría de los **Pórticos**: que son elementos que actúan con esfuerzos de sección transmitiéndolos al suelo mediante sus columnas.

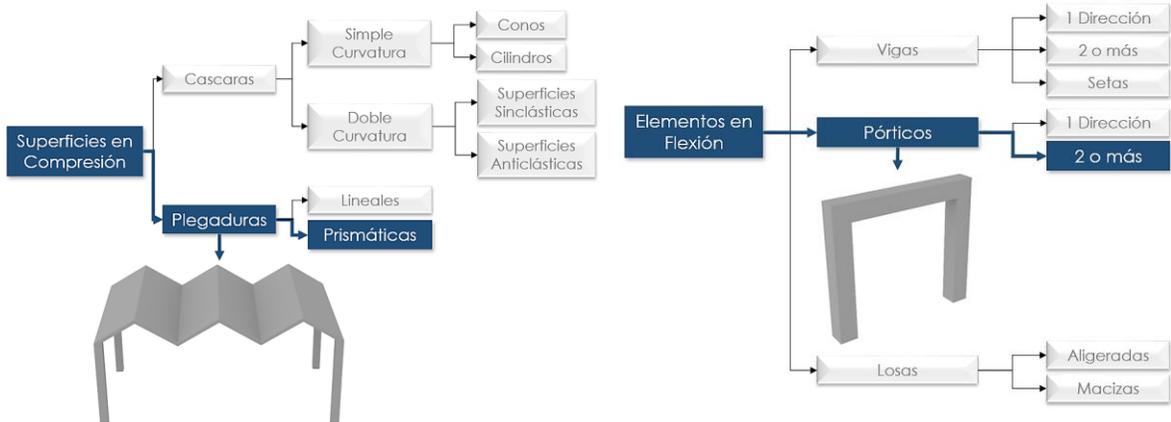


Imagen 22. López N. (2016). Plegaduras y Porticos (Grafico). Elaboración propia.

3.1.5. Parametrización y Variables. Por medio de herramientas digitales, se analiza y se investiga la estructura y la materialidad de esta combinación estructural, llevándonos a realizar exploraciones de diseño en tres aspectos: Estructurales, Funcionales y Medio ambientales.

Proceso en el cual, se toman unos **referentes** los cuales, a través de un análisis, nos arrojan unas **condicionantes de diseño** importantes que nos ayudaran a definir los **parámetros variables**, con el fin de evaluar cada uno y **elegir** cuáles de estos parámetros son los adecuados para que, al momento de aplicarlos a el proyecto, lograr que este componente arquitectónico responda a unas determinantes específicas del lugar y aporte una correcta solución a este.

Aspectos Estructurales: aquí se tomaron como referentes el Rock Gym para Polur en Irán, el Centro Internacional de Conferencias Katowice en Polonia y la Casa para un médico Scaplab en Eslovenia. A partir de estos obtenemos las determinantes y los parámetros

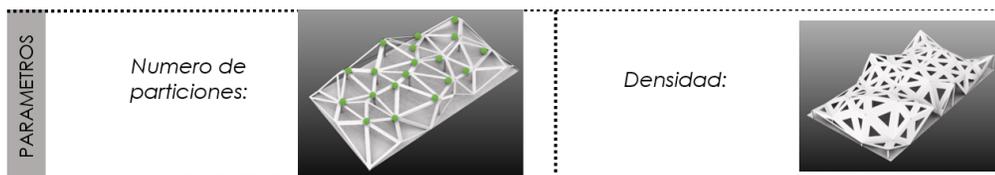


Imagen 23. López N. (2016). Aspectos Estructurales (Grafico). Elaboración propia.

Aspectos Funcionales: aquí se tomaron como referentes la Biblioteca, y juegos virtuales & administración municipal en Spiez Suiza, La Biblioteca Whitehall en USA y la biblioteca en la costa en China. A partir de estos obtenemos las determinantes.

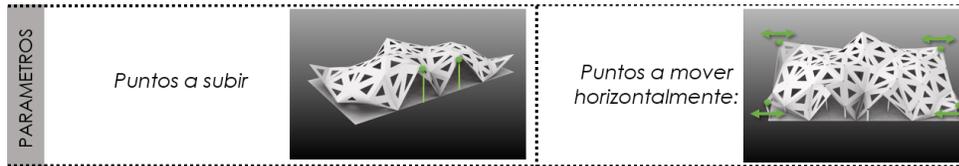


Imagen 24. López N. (2016). Aspectos Funcionales (Grafico). Elaboración propia.

Aspectos Medio Ambientales: aquí se tomaron como referentes El centro internacional de conferencias Katowice en Polonia, La Villa K EN Alemania y Reclaimed Modern en USA. A partir de estos obtenemos las determinantes y los parámetros.



Imagen 25. López N. (2016). Aspectos Medio Ambientales (Grafico). Elaboración propia.

3.1.6. Organigrama

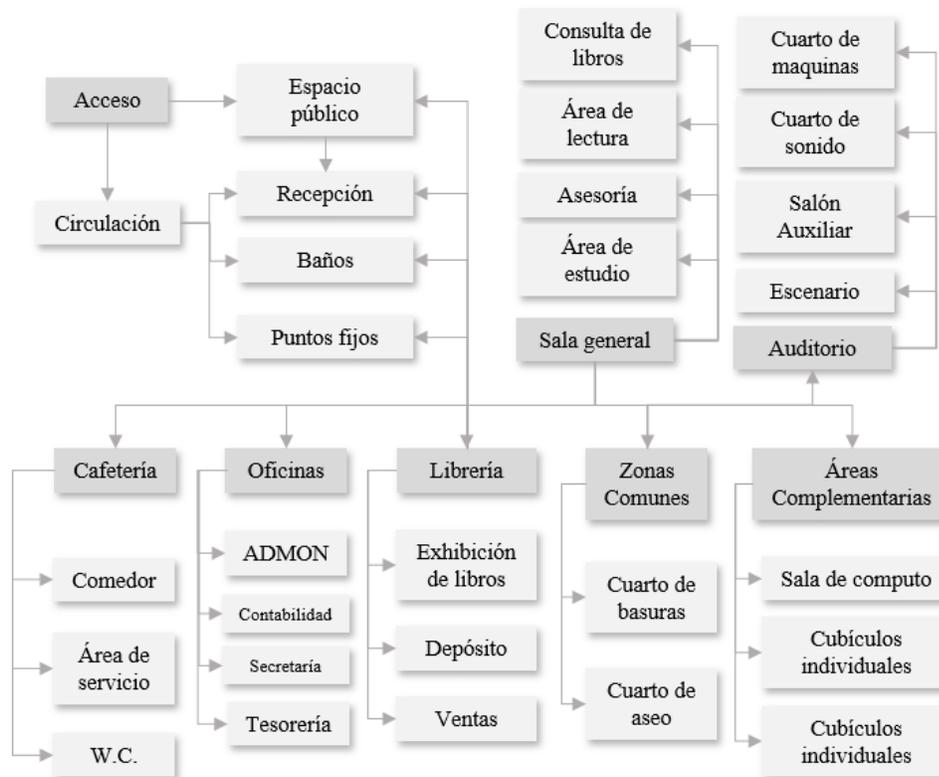


Imagen 26. López N. (2016). Organigrama (Grafico). Elaboración propia.

Programa Arquitectónico: En este se aprecia cómo se distribuyen funcionalmente los espacios, con sus respectivas áreas, empezando con una gran zona social y administrativa que reparte hace todos los demás usos como lo son las salas de lectura, el auditorio, la cafetería, un jardín interior y los baños, en el segundo piso también se encuentra una sala de lectura sala de exposición y los baños.

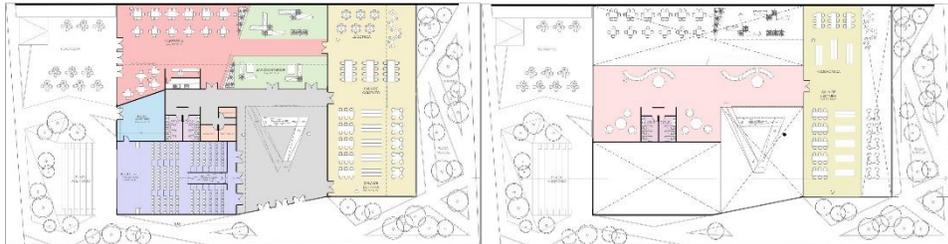


Imagen 27. López N. (2016). Programa Arquitectónico Piso 1 y 2 (Plano). Elaboración propia.

CUADRO DE AREAS

PRIMER PISO			SEGUNDO PISO		
	SALA DE LECTURA	437,93 m ²		SALA DE LECTURA SEGUNDO PISO	288,96 m ²
	AUDITORIO	236,40 m ²		SALAS DE EXPOSICIÓN	235,67 m ²
	BODEGA AUDITORIO	55,27 m ²		BAÑOS	30,99 m ²
	ZONA ADMINISTRATIVA	32,90 m ²	AREA TOTAL CONSTRUIDA	1.854,94 m²	
	BAÑOS	30,99 m ²	AREA TOTAL DEL LOTE	3.055,00 m²	
	CAFETERÍA	297,15 m ²			
	JARDIN INTERIOR	208,68 m ²			

Imagen 28. López N. (2016). Cuadro de Áreas (Tabla). Elaboración propia.

3.1.7. Implantación. El proyecto tiene lugar en el lote que se encuentra ubicado entre la calle 7 y las carreras 8 y 9 que son las vías principales del municipio, cercano a la plaza de mercado y a la estación de policía de este municipio.

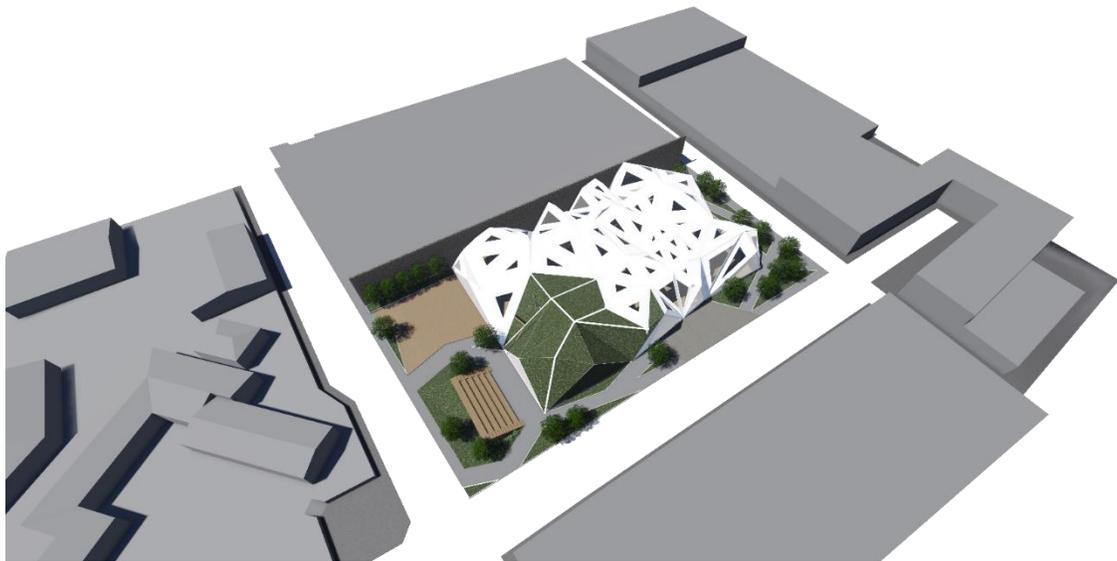


Imagen 29. López N. (2016). Localización del Proyecto (Plano). Elaboración propia.

3.1.8. Aspectos Funcionales, Estructurales y Medio - Ambientales aplicados al proyecto.

A continuación, explicamos cómo aplicamos estos parámetros y variables, en el proyecto con el fin de que este sea un equipamiento eficiente, responsable con su entorno y con el medio ambiente

a. Aplicación de Parámetros Variables de Estructura

Numero de particiones: Conformados por dos elementos estructurales principales que son vigas y columnas (pórticos) que se comportan de manera monolítica y son resistentes a las cargas verticales y horizontales. Estos varían en cuanto a la distancia que hay entre columna y columna (puntos).

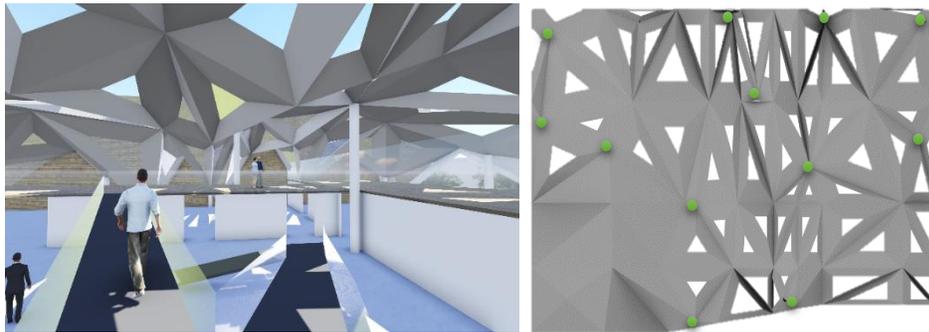


Imagen 30. López N. (2016). Aplicación parámetro variable de Estructura en el Proyecto (Imagen). Elaboración propia.

5 - 15 Puntos: Se elige esta variable, ya que las luces que resultan con 15 puntos, nos permiten diseñar espacios amplios, diáfanos y confortables, que son acordes con el tipo de uso (biblioteca y auditorio), y que nos brindan una gran libertad a la hora de distribuir los espacios interiores.

b. Aplicación de Parámetros Variables de Función

Puntos a subir: Se toman dos puntos de la plegadura, ubicados en el acceso principal, para variar su altura y así poder darle o no jerarquía a esta zona de acceso.

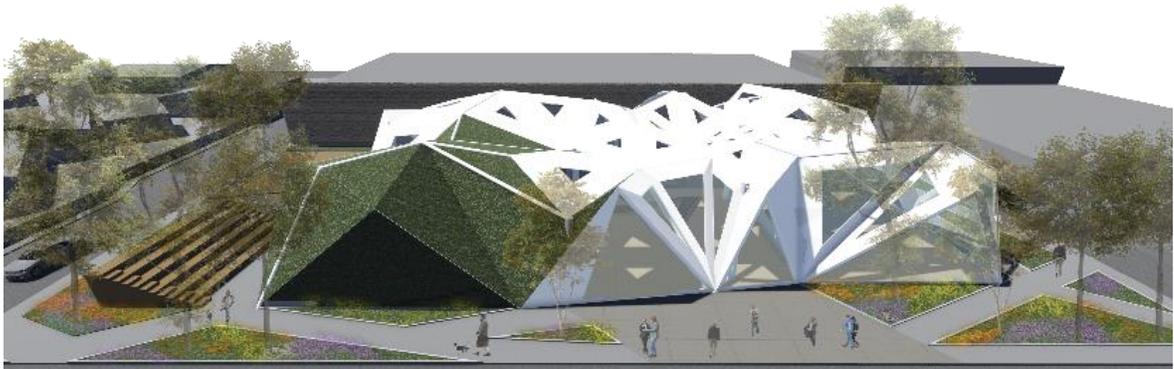


Imagen 31. López N. (2016). Aplicación parámetro variable de Función en el Proyecto (Imagen). Elaboración propia.

Altura 3 - 10 m: Esta variable, es elegida ya que es la que le da más protagonismo al acceso y eso es lo que se busca en esta biblioteca para conformar un gran espacio donde se encuentren los puntos fijos y la zona de recibimiento o administración.

c. Aplicación de Parámetros Variables de Medio Ambiente

Offset de Lucarnas: Se hace una simulación y un análisis de funcionamiento energético, donde podemos ver que zonas reciben mayor o menor cantidad de luz solar, donde a mayor cantidad de radiación solar, estas empiezan a cerrarse y se abren hacia donde hay menos radiación solar.

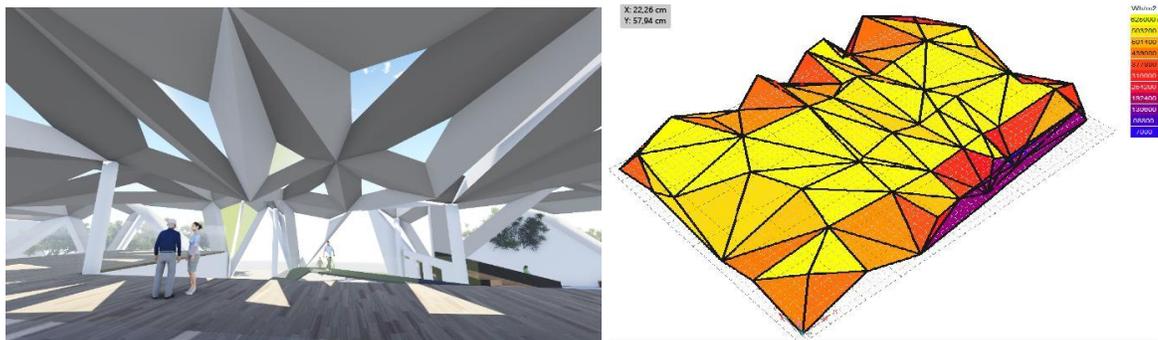


Imagen 32. López N. (2016). Simulación análisis de funcionamiento energético (Grafico). Elaboración propia

Esta variable, es elegida con el fin de que la estructura absorba la energía calórica y esta sea distribuida gradualmente en su interior, dado que este clima requiere una gran cantidad de energía para aumentar su temperatura.

A partir de este empezamos a configurar una serie de lucarnas en donde a mayor cantidad de radiación solar, estas empiezan a cerrarse y se abren hacia donde hay menos radiación solar, para absorber la energía calórica y distribuirla gradualmente en su estructura interna, dado que este clima requiere una gran cantidad de energía para aumentar su temperatura. Adicionalmente esta superficie de plegaduras tiene unas cubiertas verdes que están concentradas en el auditorio y algunas zonas de la sala de lectura, para darle un mayor aislamiento acústico. Como resultado se crea una superficie plegada que en algunos puntos se convierte en fachada, soportada con unos pórticos, con una serie de cubiertas verdes que se concentran en el auditorio y las salas de lectura para darle un mayor aislamiento acústico y lucarnas que ayudan a iluminar natural y cenitalmente los distintos espacios de la biblioteca, enmarcando el acceso con un espacio de mayor altura.

Todo esto aprovechando la combinación estructural de plegaduras y pórticos que responden de manera óptima a la necesidad de una biblioteca municipal para la población de Sesquile Cundinamarca.

3.2 BIBLIOTECA CENTRAL PARA SAN FRANCISCO DE SALES, CUNDINAMARCA MEDIANTE ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS EN FLEXION Y ELEMENTOS EN VECTOR PARA UN CLIMA TEMPLADO DE MEDIA MONTAÑA.

3.2.1. Localización. Este proyecto está ubicado en el Municipio de San Francisco de Sales en el departamento de Cundinamarca.

- Límites: Norte: La vega y Supatá. Oriente: Subachoque y el Rosal. Sur: Facatativá. Occidente: La vega.
- Clima: Templado. 18° promedio.
- Habitantes: 9.586 Hab.

El porqué del lugar: Este lote se escoge de acuerdo a que el área es lo suficiente para el programa elegido y teniendo en cuenta que no existen variedad de lotes de estas dimensiones en el municipio. También por la cercanía a los colegios con el cual se pueden articular a la biblioteca.

El porqué de la función: Debido a una falta de espacios educativos y a la no existencia de un equipamiento como biblioteca, se opta por proyectar una biblioteca en una escala municipal que supla las necesidades de la población y se articule con los dos colegios tanto el público como el privado, existentes en la zona.

3.2.2. Componente Urbano - Social



Imagen 33. Páez J. (2016). Componente Urbano-social San Francisco de Sales (Grafico). Elaboración propia.

Vías: En un 80% de la infraestructura vial se evidencia una buena y óptima calidad en la red de vías, dando así un flujo vehicular aceptable, teniendo en cuenta que el otro 20% son vías en reparación o en mal estado.

Espacio Público y Recreativo: Se evidencia que en el municipio los espacios de esparcimiento y de recreación son escasos, la plaza principal no está debidamente acabada y la arborización es escasa.

Equipamientos: Se encontraron muy pocos equipamientos tanto de salud, educación, servicios, etc. El municipio solo cuenta con un centro de salud básico, dos colegios y la biblioteca es en una casa.

3.2.3. Perfil del usuario. Este equipamiento está destinado a la población juvenil del municipio de San Francisco de Sales, ya que esta es la población que demanda este equipamiento, teniendo en cuenta que el municipio no cuenta con equipamientos dotacionales educativos que suplan las necesidades básicas de los estudiantes.

Asolación

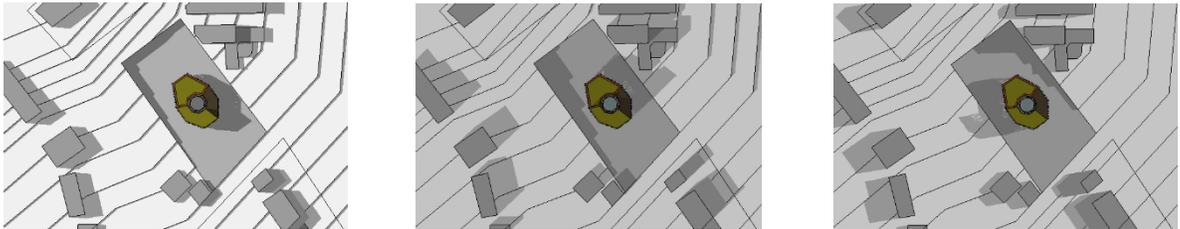


Imagen 34. Páez J. (2016). Análisis de sombras en el volumen (Grafico). Elaboración propia.

Al realizar el análisis solar del lote con la implantación del edificio, se evidencia y se determina que los rayos solares presentan un gran impacto en el edificio, esto tiene factores tanto positivos como negativos, de acuerdo a esto para mitigar el impacto de los rayos solares se tiene como objetivo la disposición de Cortasoles en el perímetro del edificio, ubicados de manera estratégica aportando sombras y una entrada restringida a los rayos, por otra parte al proponer estas fachadas libres y combinando estas con los Cortasoles se efectúa una gran entrada de luz natural al edificio, optando por usar más este tipo de iluminación que la luz artificial.

3.2.4. Combinación estructural



Imagen 35. Páez J. (2016). Esquema de Flexión y Vector activo (Grafico). Elaboración propia.

Sistemas estructurales combinados

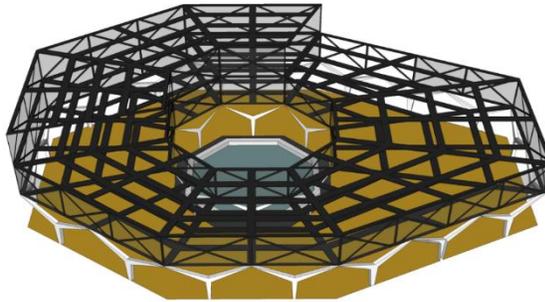


Imagen 36. Páez J. (2016). Sistemas estructurales combinados (Grafico). Elaboración propia.

La tipología estructural usada para este edificio es el acoplamiento de elementos de vector y sección, en el cual se disponen unas columnas en forma de Y a manera de pórticos, los elementos de vector se representan por las diagonales perimetrales o tipología llamada diagrid y por último el forjado o acoplamiento de los dos sistemas se hace a través de vigas y viguetas, cabe aclarar que la totalidad de esta estructura principal es en acero modulado para los diferentes sistemas a utilizar. Los esfuerzos que se presentan en la estructura son:

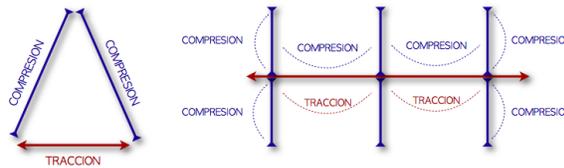


Imagen 37. Páez J. (2016). Esfuerzos estructurales (Grafico). Elaboración propia.

Al desarrollar el proceso de diseño, se opta por utilizar herramientas digitales y de parametrización con los cuales se obtuvo rendimiento y optimización para determinar qué es lo más necesario para el edificio, teniendo en cuenta esto partimos de unos parámetros estructurales, funcionales y medio ambientales, de los cuales se derivan 5 variables las cuales como arquitectos tenemos la habilidad para elegir alguna de estas y determinar por qué esta decisión es la más pertinente al proyecto.

3.2.5. Parametrización y variables

a. Aspectos estructurales

Numero de vigas: Para esta estructura de grandes luces la modulación de las vigas es la parte fundamental para el desarrollo de este proyecto, ubicadas proporcionalmente de acuerdo con la longitud de la luz y la altura del entre piso, y apoyadas por columnas a piso. Elementos horizontales y verticales estructurales, elaborados en acero el cual es un material apropiado para el clima del lugar y también por su gran capacidad para modelarse a beneficio del sistema estructural.

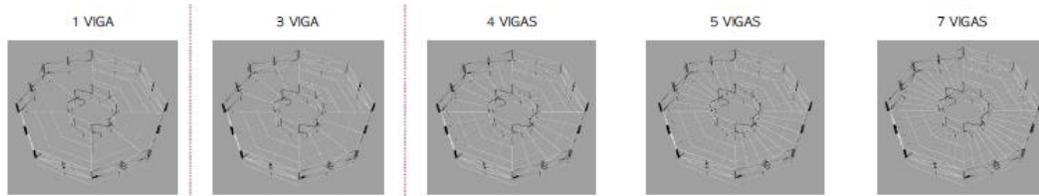


Imagen 38. Páez J. (2016). Parámetros estructurales (Grafico). Elaboración propia.

Altura de columnas: Sistema estructural de pórticos, los cuales sostienen el edificio desde la cimentación y están anclados por medio de unas columnas en Y, unidas por columnas y vigas. Altura de la parte central de las columnas en Y, lo cual permite la permeabilidad al espacio libre del primer piso y funciona muy bien como soporte estructural al volumen jerárquico.



Imagen 39. Páez J. (2016). Parámetros estructurales (Grafico). Elaboración propia.

Estructura triangulada: Sistema de estructura en diagrid o triangulada que le da rigidez al edificio en su parte perimetral y da soporte a los pórticos. Estructura triangulada o en diagrid, que estructura el volumen principal en forma de carcasa perimetral.



Imagen 40. Páez J. (2016). Parámetros estructurales (Grafico). Elaboración propia.

b. Aspectos Funcionales.

Altura planta libre: Se basa en la casa popular tradicional vietnamita para replicar sus proporciones y dimensiones, es transparente e interactiva con su entorno. " Está abierto, pero cerca, cerca, pero abierto". Implantando en estos espacios libres el uso de zonas recreativas, zonas verdes y de uso comunal no solo para los usuarios del proyecto si no para los visitantes o locales del sector. Planta libre en primer piso, creando así un espacio para el ingreso y ubicando espacios públicos para el uso de las diferentes escalas sociales.

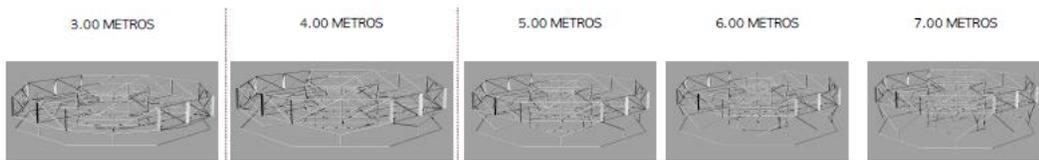


Imagen 41. Páez J. (2016). Parámetros funcionales (Grafico). Elaboración propia.

Mayor proporción de espacios: Sobre el nivel natural, el complejo aparece como una composición de sólidos primarios: un cubo, una esfera y una viga. Su geometría pura y orientación omnidireccional contrarresta el carácter amorfo e introvertido del museo existente. Es un conjunto urbano definido por volúmenes claramente reconocibles, todos conectados por un elaborado espacio público subterráneo.



Imagen 42. Páez J. (2016). Parámetros funcionales (Grafico). Elaboración propia.

Ubicación vacío central: El papel patrimonial de este edificio también asegura su futuro uso flexible para funciones diferentes, para poder anclarlo en un destino cultural local de la región, con exposiciones temporales, biblioteca e investigación, un auditorio y una zona de cafetería. Dentro de la zona principal del museo, el espacio público tiene un carácter formal infinito mientras circula y contiene rampas alrededor de los patios y jardines de invierno, creando una escala humana pacífica y un contraste con la dinámica exterior del edificio.

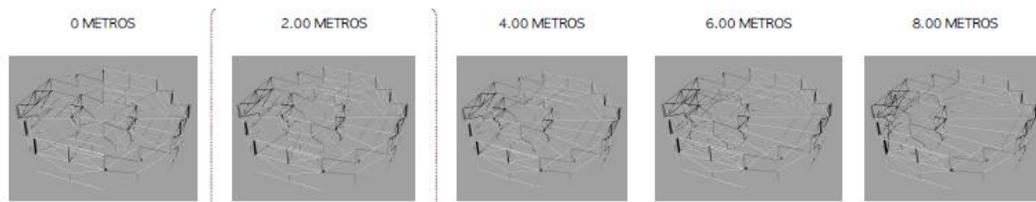


Imagen 43. Páez J. (2016). Aspectos Funcionales (Grafico). Elaboración propia.

c. Aspectos medio ambientales

Baja altura de entrepiso: Gracias a esto la temperatura del espacio estará encapsulada recogiendo el aire caliente exterior, manteniendo el lugar con confort térmico sin necesidad de optar por aparatos poco amigables con el ambiente. De acuerdo al clima del lugar, se determina su altura de entrepiso de acuerdo a las necesidades del usuario y el tipo de actividad que se vaya a ejecutar en los espacios.

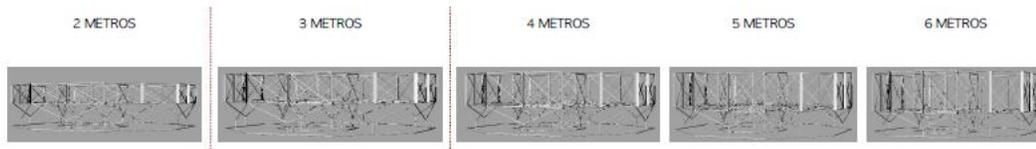


Imagen 44. Páez J. (2016). Parámetros medio-ambientales (Grafico). Elaboración propia.

Posición estratégica de cortasoles: Debido al recorrido del sol en la tierra las edificaciones mantienen unas fachadas que determinan que posición adecuada debe tener, de acuerdo a esto se determina en que horas y días la edificación recibe mayor luz natural, rayos

de sol y vientos. Para mantener una adecuada calidad de permanencia en la edificación se opta por unas cortas soles debidamente ubicados para controlar los rayos de sol, manteniendo la luz natural y vientos óptimos para el buen desarrollo de actividades en los diferentes espacios.

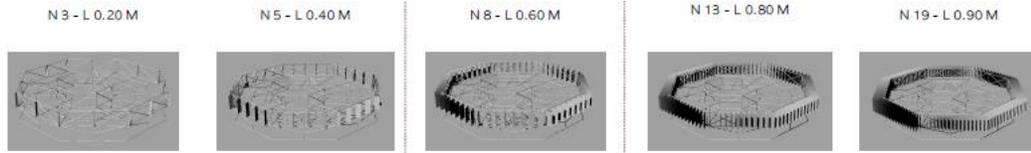


Imagen 45. Páez J. (2016). Parámetros medio-ambientales (Grafico). Elaboración propia

Longitud de volumen: Los volúmenes longitudinales apilados, de unos 20m de longitud y una profundidad cercana a los 5m, se giran entre sí unos 35°, de forma que los extremos del volumen superior buscan la orientación y vistas más favorables y generan, al tiempo, importantes voladizos de hasta 10m de longitud. Se materializa mediante una operación geométrica, el giro de dos elementos, como si se tratara de dos bloques de un juego de construcciones que se apilan y manipulan con facilidad.

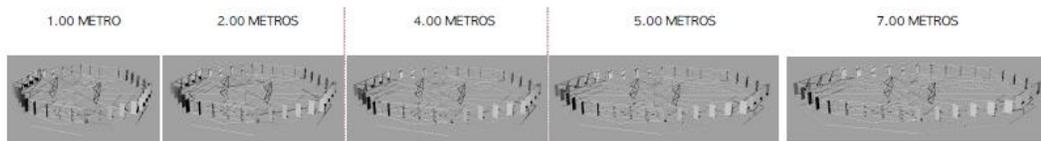


Imagen 46. Páez J. (2016). Parámetros medio-ambientales (Grafico). Elaboración propia

3.2.6. Organigrama. Respondiendo a las necesidades del municipio y al buen desarrollo de una biblioteca, se decide organizar y plantear el edificio, este se proyecta como un volumen hexagonal de tres niveles distribuidos de la siguiente manera:



Imagen 47. Páez J. (2016). Organigrama (Grafico). Elaboración propia

CUADRO DE AREAS			
SALA DE LECTURA	350 M2	OFICIANA ADMINISTRATIVA	35 M2
SALA DE EXPOSICIONES	205 M2	DIRECCION - SECRETARIA	45 M2
CUBICUOS INDIVIDUAES	120 M2	PLANTA LIBRE	905 M2
SALON DE COMPUTO	105 M2	TERRAZA VERDE	405 M2
BATERIAS DE BAÑO	75 M2	TERRAZA	400 M2
LIBRERÍA	85 M2	JARINES	75 M2
CAFETERIA	54 M2		

Imagen 48. Páez J. (2016). Cuadro de áreas (Grafico). Elaboración propia.

3.2.7. Implantación



Imagen 49. Páez J. (2016). Implantación (Grafico). Elaboración propia.

El resultado arroja una planta de primer nivel, en el cual se dispondrá espacio público para la conectividad con la población y la articulación con los colegios cercanos, esto con el fin de proponer una unificación de espacios ya que en los dos colegios es escaso o no existe un espacio de biblioteca que supla las necesidades de los estudiantes.

Desarrollando la planimetría se optó por espacios necesarios para las actividades tanto educativas en general como específicas de una biblioteca, de acuerdo con estas actividades se proponen espacios como cafetería/librería en planta libre, espacios público que se articula con el municipio, en el segundo nivel se encuentra en el espacio jerárquico del proyecto, la sala general y de lectura, los cubículos individuales, la sala de computo, batería de baño, librería, oficinas administrativas, y el punto fijo, en el tercer y último nivel, una sala de exposiciones, batería de baños y punto fijo, de acuerdo a la organización del volumen se generaron unas terrazas, las cuales se les dio un tratamiento de zonas duras y espacios verdes con mobiliario para el uso de los estudiantes.

Estructura explotada

En esta imagen se muestra la manera como se desarrolló el acoplamiento de los dos sistemas a manera de capas, se detallan los elementos de flexión y vector, y se observa la composición tecnológica y de sistemas que se implementaron para que el edificio es sentido estructural funcionara óptimamente. En la imagen siguiente se ve ya el acoplamiento de todos los sistemas y se llega a una imagen esquemática de la composición volumétrica de la biblioteca.

3.2.8 ASPECTOS FUNCIONALES, ESTRUCTURALES Y MEDIO AMBIENTALES APLICADOS AL PROYECTO

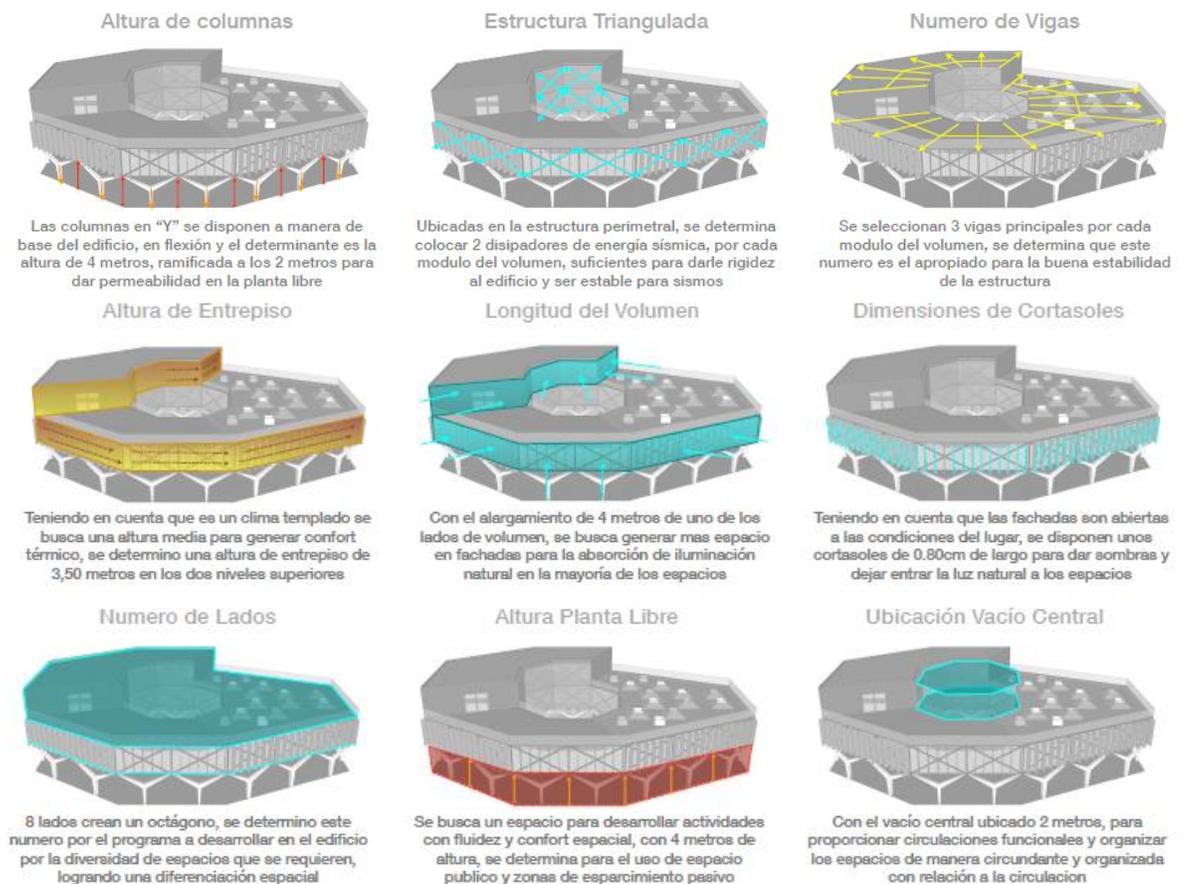


Imagen 50. Páez J. (2016). Aplicación de variables en el proyecto (Grafico). Elaboración propia.

Remitirse a anexos N, O, P, Q, R, S y T del presente documento, donde se encuentran las plantas, cortes y fachadas de la biblioteca, en las cuales se evidencia de manera técnica la toma de decisiones mostradas anteriormente y aplicadas al proyecto arquitectónico.

3.3. POLIDEPORTIVO CENTRAL PARA PUERTO SALGAR, CUNDINAMARCA MEDIANTE SUPERPOSICION DE ELEMENTOS EN VECTOR Y SUPERFICIES EN TRACCION PARA UN CLIMA CALIDO DE BAJA MONTAÑA.

3.3.1. Localización. Este proyecto está ubicado en el Municipio de Puerto Salgar en el departamento de Cundinamarca.



Imagen 51. Martínez C. (2016). Localización (Imagen). Elaboración propia

3.3.2. Componente Urbano-Social.

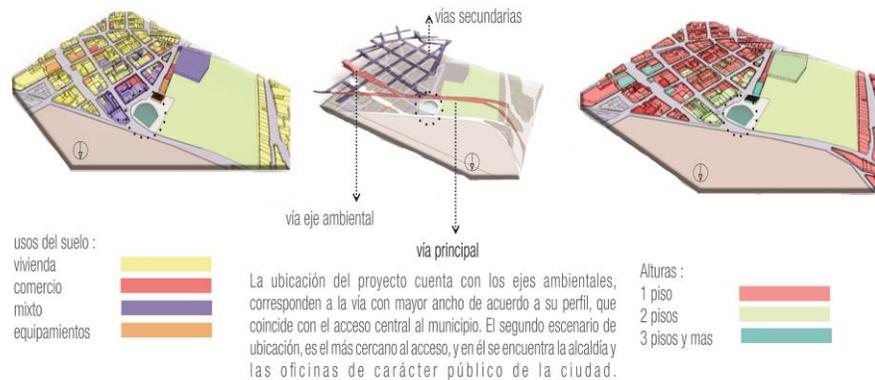


Imagen 52. Martínez C. (2016). Componente Urbano-social (Imagen). Elaboración propia

El territorio de Puerto Salgar hace parte de la Cuenca Hidrográfica del Río Magdalena, la cual se encuentra al Occidente del Municipio, y al Oriente la Cuenca del río Rionegro, esta última desemboca al Magdalena en el extremo Norte del Municipio.

Presenta una climatología de bosque seco tropical, con un promedio anual de precipitaciones de 2.152,1 mm; Con humedad relativa entre un 75% a 80% y evaporación de 2.000 a 2.100 horas/sol/año. -Habitantes: 18.000 hab.

Características urbanas: se dirigió específicamente a sus características más importantes, y dirigida hacia el crecimiento espacial de la población, el uso del suelo y la movilidad. Los aspectos analizados fueron la vivienda, las zonas verdes, las vías y el equipamiento urbano.

La vivienda es el uso predominante en Puerto Salgar, y se encuentra distribuida y repartida dentro de todo el casco urbano, conformando diferentes urbanizaciones, las cuales cuentan con la infraestructura y los servicios públicos necesarios para su desarrollo y habitabilidad.

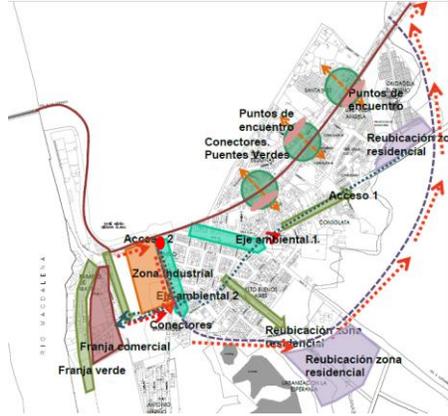


Imagen 53. Martínez C. (2016). Análisis Municipio (Mapa). Elaboración propia

La ubicación de los dos escenarios de los ejes ambientales, corresponden a la vía con mayor ancho de acuerdo a su perfil, que coincide con el acceso central al municipio. El segundo escenario de ubicación, es el más cercano al acceso y a la vía principal, y en él se encuentra la alcaldía y las oficinas de carácter público de la ciudad

Con los análisis anteriores se da por la selección del lote ya que se encuentra en un gran punto el lado de la vía principal de acceso a puerto salgar, está en el eje ambiental #2 y en el círculo vial al casco urbano

Estructura funcional del proyecto, Las funciones se dividieron dejando la cancha como elemento principal y que va a contar con 2 accesos a este por los laterales.

Puerto Salgar cuenta con una gran cantidad de espacios para el esparcimiento, la recreación y el deporte, organizados en un 50% representados en 29.518 m², y como principal problema de las áreas destinadas a estas actividades existen:

- Ubicación con respecto a las zonas residenciales.
- Estas áreas no cumplen con las dimensiones especiales para desarrollar estas actividades.

Dentro de las zonas para desarrollar actividades recreativas, se encuentra además parques públicos, canchas y centros recreativos relacionados de la siguiente manera:

- Parque principal: tiene un área aproximada de 15.000 m² y está localizada cerca de la alcaldía municipal, comprende una cancha polideportiva y juegos infantiles.

Plan de ordenamiento territorial de Puerto Salgar. Acuerdo 149. 2002

Dentro del inventario presentado por el PBOT, se encuentra la siguiente distribución de vías el área urbana y rural:

- Área Urbana: 22 Km de vías aproximadamente de los cuales 16 Km se encuentran pavimentados quedando por pavimentación 6 Km.
- Área Rural: Vías rurales actuales con una longitud de 160 Km que están habilitadas, 55 Km de vías en proceso de apertura y habilitación.

En la ciudad de Puerto Salgar cuenta con grandes vías muy importantes ya que cuenta con la Troncal del Magdalena y Dorada-Bogotá-Honda-Ibagué, Honda-Manizales y que posee una gran movilidad de vehículos de carga y de pasajeros.

Dichas zonas de esparcimiento corresponden al 50% del área urbanizada, sin aprovechar, la cual es un gran espacio con todas las cualidades para ser desarrollado dentro de este tipo de actividades donde se verá más adelante la propuesta planteada para dicha zona seleccionada.

3.3.3 Perfil del usuario. Este equipamiento está propuesto para que lo utilicen todos los habitantes del municipio de Puerto Salgar, específicamente los jóvenes para incentivar a través del deporte su desarrollo integral.

3.3.4. Concepto de diseño: combinación estructural.

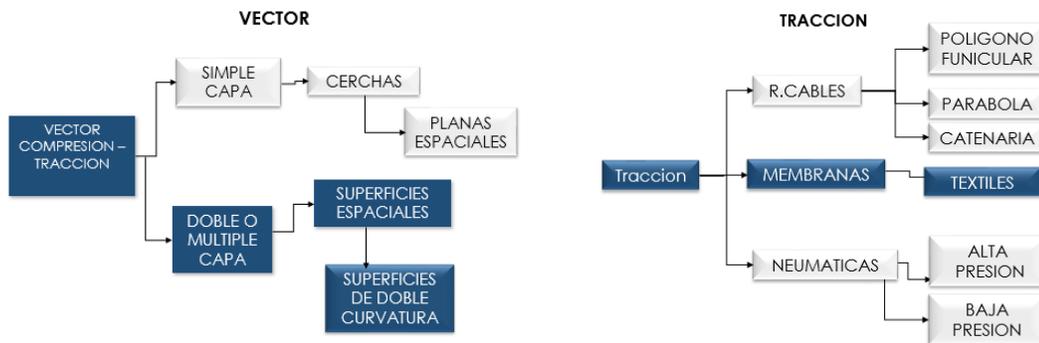


Imagen 54. Martínez C. (2016). Esquema de Vector Activo y Tracción (Grafico). Elaboración propia.

En vector: en las estructuras de vector se elige el sistema de doble capa, con elementos triangulados, en las superficies a tracción se eligen las membranas de tipo sin textiles. Para iniciar el proyecto arquitectónico se tomarán tres condicionantes: estructural, medio ambiental y funcional, por lo tanto, se hará una serie de parametrizaciones.

3.3.5. Parametrización y Variables.

a. Aspectos Estructurales. La estructura de vector de doble capa según la sub-tipología seleccionada, nos permite grandes luces, es esta en un material mixto de concreto y acero

que se compone de elementos tubulares soldados y atornillados a esperas de conexión, tanto en la parte superior como en la inferior.

Sus componentes son dos los nudos donde se ha realizado unas roscas con huecos para las barras y para recibir los tornillos de unión de nudo o barra. Las barras son estas en acero donde sus extremos se han puesto unos elementos, puntas, con taladro que sirve de unión mediante los tornillos al nudo.

Su forma es una simetría perpendicular, formada en pirámides de base triangular, tetraedros. Estas forman una malla triangulada equilátera perfectamente indeformable, sin necesidad de incluir refuerzos haciendo una estructura totalmente rígida.

c. Aspectos medio-ambientales. Membranas tensadas tipo escamas, que se ubican en la parte superior de la estructura para proteger del sol por esta razón ofrece la experiencia particular de la luz difusa del sol en su interior, su forma de anclaje esta por cables tensados en sus partes exteriores, el material utilizado es politetrafluoretileno (PTFE) este fue escogido por su elasticidad, y a su escasa fragilidad, permite las bajas temperaturas al interior del edificio.

-fuerte protección frente a los rayos solares directos: donde se puede utilizar persianas, celosías, voladizos, pero lo importante es garantizar una excelente ventilación tanto diurna como nocturna. En este tipo de clima el confort se ve muy impactado ya que se aumenta la velocidad del aire que aplica sobre los ocupantes, la disposición de los edificios, grandes y estrechos, un factor de forma elevada y con una abertura, no se debe crear barreras al paso de los vientos suaves.

c. Aspectos funcionales. En el acceso principal del edificio se toma un arco principal para generarlo así dando una gran curva que busca dar jerarquía al acceso y sombra a este. La cancha es el elemento principal frente a esta condicionante, donde a su alrededor se ubican las graderías, en su parte posterior los baños, cafetería, administración y bodega, en las partes laterales usos de comercio y zonas de calentamiento.

Parámetros

En esta primera opción de parámetros de la estructura se tomó una superficie con una serie de puntos en esta, que serían parametrizados para así sacar unos resultados a analizar.

En este parámetro se observa las separaciones entre la curva tanto ancho como alto y largo, para llegar a unos rangos que permitan determinar la mejor opción para el proyecto en todo aspecto.

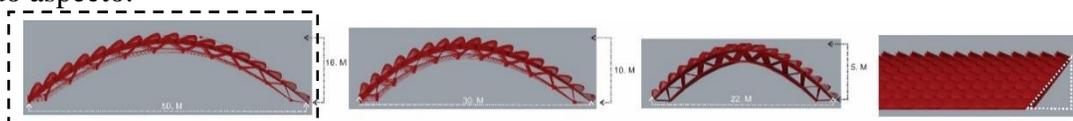


Imagen 55. Martínez C. (2016). Parámetros Estructurales (Grafico). Elaboración propia

La separación tiene una variedad entre un mínimo de 22 a un máximo de 50 mts, teniendo los análisis dados en ecotect se toman las previas parametrizaciones buscando las inclinaciones de las partes extremas de la gran cubierta para buscar sombras y confort en el proyecto.

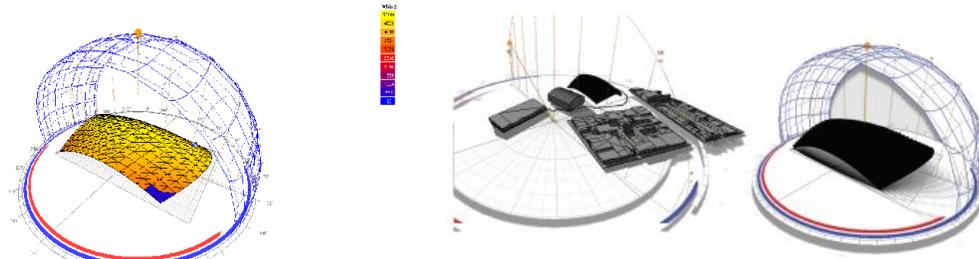


Imagen 56. Martínez C. (2016). Análisis Ecotect (Grafico). Elaboración propia

En este parámetro se buscó darle altura a una curva lateral, para observar los espacios generados para una mejor funcionalidad de la estructura.

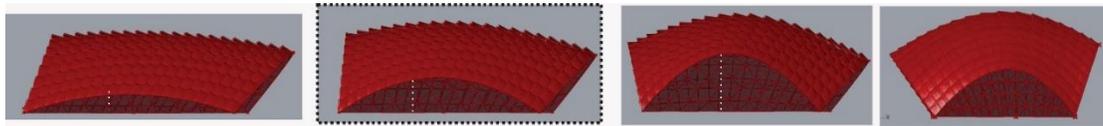


Imagen 57. Martínez C. (2016). Parámetros Estructurales (Grafico). Elaboración propia

Se tomó la variable seleccionada, ya la proyección de la permeabilidad que se quiere tener en el proyecto con la cancha existente, brindando unos usos de comercio y plaza para la generación de varias actividades, con esta variable el acceso en este punto tendrá un gran atractivo al visitante.

En este parámetro en la estructura se parametrizaron los 2 arcos laterales, a unas alturas tanto positivas como negativas buscando la inclinación adecuada.

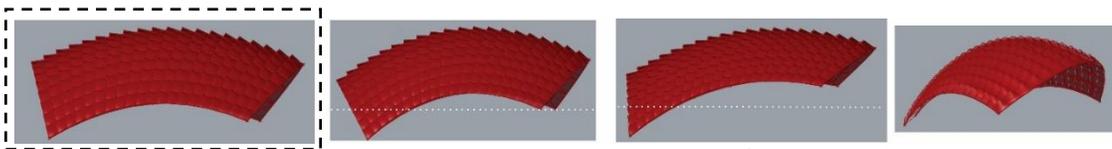


Imagen 58. Martínez C. (2016). Parámetros Estructurales (Grafico). Elaboración propia

En el aspecto medio ambiental se buscó lo siguiente el edificio:

Los sistemas de aprovechamiento de las energías renovables en la arquitectura bioclimática, a captación de la energía (calor o frío), su acumulación y su correcto aprovechamiento gracias a una adecuada distribución.

En esta opción de parámetro de la superficie. Las diferentes ventajas a nivel de circulación del aire y sombra dentro del edificio

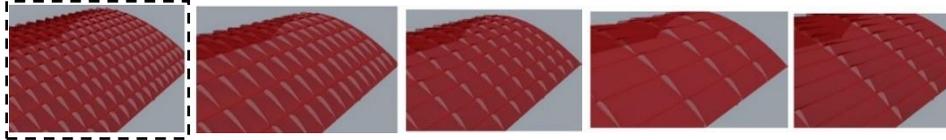


Imagen 59. Martínez C. (2016). Parámetros Variable (Grafico). Elaboración propia

La opción seleccionada es la más apropiada ya que tiene un gran número de escamas que permitirán tanto sobra como una gran ventilación con la adecuada orientación.

En esta variable las escamas tienen unas alturas, dando a ver la más adecuada para al uso bioclimático del edificio

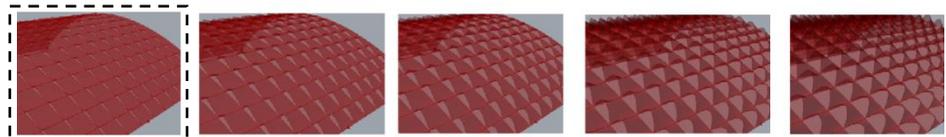


Imagen 60. Martínez C. (2016). Parámetros Variable (Grafico). Elaboración propia

La altura seleccionada se tomó porque, por mejor circulación del aire ya que no va hacer tan profunda, y en su parte constructiva será más económica y rápida ya que si fuera el contrario los costos fueran exagerados.

Ya con los análisis realizados del lugar y las variables seleccionadas, obtenemos que los equipamientos ya existentes se encuentran en abandono por los habitantes del municipio llevando a que estos se deterioren y pierdan interés frente a las entidades encargadas.

3.3.6. Organigrama

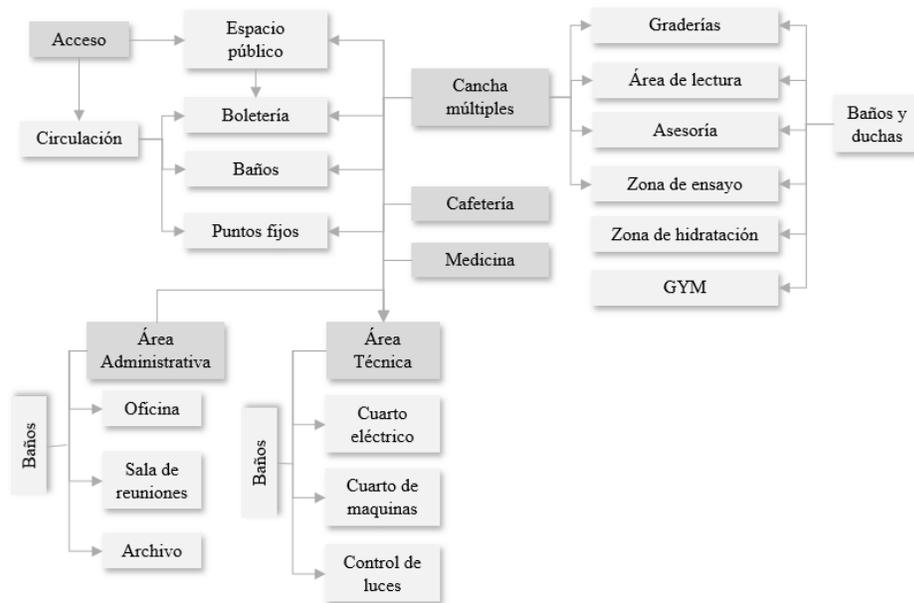


Imagen 61. Martínez C. (2016). Organigrama (Plano). Elaboración propia

3.3.7. Implantación. Este cuenta con un área total de 2.500 MT2. El edificio está compuesto por una gran cubierta que busca el confort térmico, esta cuenta con una superficie en forma de escamas que brinda mejor ventilación y sombra al edificio. Se da una permeabilidad entre el proyecto y su entorno contando con un factor importante que es una cancha existente que está en abandono, generando entre estos un deprimido, este cuenta con una serie de recorridos y usos comerciales tanto privados como públicos.

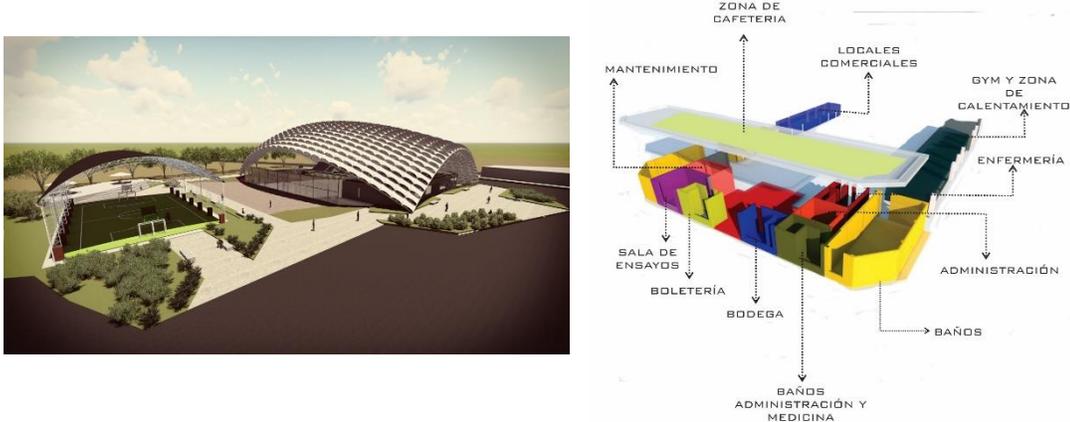


Imagen 62. Martínez C. (2016). Implantación (Plano). Elaboración propia

Área total: 2.500 mt2 Índice de construcción: 0,6 Índice de ocupación: 0,15

Ya con los análisis realizados el programa arquitectónico del polideportivo, tiene una zona lateral de comercio que será de uso público privado, la cual fue seleccionada en los parámetros estructurales, esta distribución permite tener una serie de espacios y recorridos por todo el proyecto. Se observa la intención que se quiere para el proyecto, una gran cubierta de doble capa, grandes espacios, en la parte derecha la penetración del espacio público al proyecto, en este punto cuenta con usos comerciales permitiendo una permeabilidad en este espacio e integrando el volumen vecino que es una cancha, que su uso no es frecuentado. Es evidente como la estructura tiene una clara inclinación en la parte de los usos propuesto.

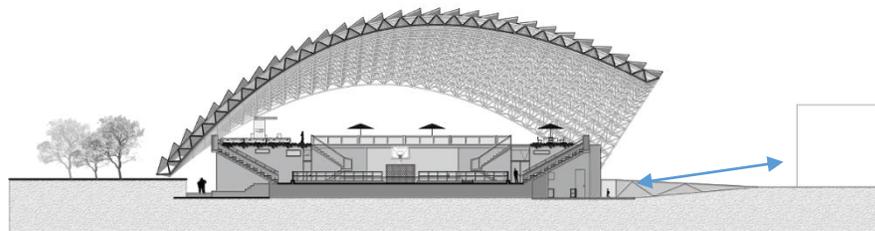


Imagen 63. Martínez C. (2016). Corte Arquitectónico (Imagen). Elaboración propia

En este corte se evidencia el deprimido que conecta el proyecto con la cancha ya existente para la integración de estos contando con los usos comerciales a este costado del proyecto, por otro lado, sombra y confort al interior.



Imagen 64. Martínez C. (2016). Perspectiva en Contexto (Imagen). Elaboración propia

Detalle constructivo, debido a que no se producen momentos en las uniones, la sección transversal del arco puede ser menor, mientras que en la clave o parte superior del arco las flexiones son máximas se requiere una sección mayor.

-Los nudos se consideran articulaciones puras, necesitando para su estabilización barras en varios sentidos de la estructura.

-Todas las barras trabajan a tracción y compresión, por lo que no se puede aplicar ninguna carga directamente a las barras; debe aplicarse a los nudos.

Los componentes de la estructura son los nudos esféricos a los que se dota de unos taladros roscados para poder unir las barras y las propias barras formados por tubo estructural y unos conos de acero soldados en cada extremo donde se alojan los tornillos y las tuercas que permiten realizar el apriete del conjunto.

La estructura de doble capa dada por su clasificación es una estructura unidireccional que se pueden proyectar como dos cerchas que comparten un cordón inferior, y donde estos cordones inferiores se encuentran unidos entre sí mediante un tercer entramado. Esta estructura tridimensional es capaz de resistir cargas verticales, horizontales e incluso de torsión.

Las cargas verticales se transfieren a los miembros de un apoyo rígido mediante una combinación de compresión y flexión. Sin embargo, puesto que el apoyo se comporta hasta cierto punto como un arco, se produce un empuje horizontal en los apoyos. Para resistir estos empujes es necesario un tipo de anclaje visto ya anterior mente.

Arcos de grandes luces, estos arcos son estructuras curvas rígidas de acero reforzado, capaces de soportar ciertos esfuerzos a flexión. su comportamiento estructural se parece al de los pórticos rígidos. Las geometrías de las curvas están dirigidas a la transferencia de carga a los apoyos, sino también a las tensiones resultantes en cada uno de los elementos de la estructura, pues no es posible trazar un único funicular para todas las posibles condiciones de carga. El arco rígido esta estáticamente indeterminado y solo es rígido en su propio plano se requiere de un diagrama horizontal o un entramado diagonal para resistir las cargas laterales perpendiculares al arco.

CONCLUSIONES

A través de la metodología propuesta en esta investigación, enfocada hacia las estructuras, en la que se hizo una reclasificación de los sistemas estructurales, los cuales fueron divididos en superficies a compresión, superficies a tracción, elementos a flexión y elementos vectoriales, que más adelante fueron sometidos a un proceso de hibridación, mediante la implementación de herramientas digitales como Rhinoceros y Grasshopper, fue posible evidenciar el avance de la tecnología, debido a que en el proceso de la realización del proyecto arquitectónico derivado de las estructuras híbridas (superficies a compresión/elementos en flexión, elementos vectoriales y elementos en flexión y por último elementos vectoriales y superficies a tracción), se pudo integrar la exploración estructural en los aspectos funcionales, estructurales y medio ambientales, en diferentes condiciones climáticas y de materialidad.

Cabe resaltar, que las herramientas digitales son una solución a los arduos y extensivos procesos de diseño, debido a que se puede lograr mayor productividad en menos tiempo, a través de algoritmos que proyectan las ideas rápidamente en un software, las cuales permiten explorar más de un resultado, para evaluar el modelo, y finalmente poder elegir resultados acertivos para proyectar un componente arquitectónico.

De manera que, del diseño paramétrico, se pueden generar modelos capaces de adaptarse a cualquier contexto, en cualquier clima, al ser modelos genéricos flexibles en cuanto a la funcionalidad y adaptación en el lugar, dando un resultado inteligente que logra satisfacer un problema específico.

En conclusión, fue de gran utilidad la implementación de las herramientas digitales, debido a que nos permitieron hacer diversas exploraciones de diseño en cuanto a aspectos estructurales, funcionales y medio-ambientales, que permitieron orientar con mayor precisión el diseño, para llegar a resultados óptimos, diseñando equipamientos dotacionales, culturales y deportivos, en los distintos climas de trópico, como resultado los proyectos son los siguientes: -Biblioteca y auditorio municipal para Sesquile: mediante fusión de estructuras de superficies a compresión y elementos en flexión para un clima frío de alta montaña, -Biblioteca central en San Francisco de Sales: equipamiento comunal educativo mediante el acoplamiento de elementos vector y flexión en un clima templado. -Polideportivo central de puerto salgar: equipamiento comunal deportivo mediante la fusión de superficies a tensión y elementos en vector activo en clima cálido húmedo. Cada uno de estos proyectos se sensibilizó y respondió a los contextos específicos mencionados anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

ARGÜELLES R. E Otros. Estructuras de Acero. Uniones y Sistemas Estructurales. Ed. Bellisco (2007).

BENITO, J.L. & Carretero, J. Principios Básicos de Estructuras Metálicas. Visión Libros. (2012).

BECHTHOLD. Martin. Innovate Surface Structure Technologies and Applications. Editorial Taylor & Francis. (2008).

CHILTON. John. The Engineers Contribution to Contemporary Architecture. Editorial Thomas Telford. Oklahoma (2000).

CHING. Francis D. K. Manual de Estructuras Ilustrado. Editorial Gustavo Gilis S.A. Barcelona. (2014).

FRANCIS, A, J. Introducción a las estructuras. Limusa, México, (1984).

FREI. Otto. Estructuras. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona. (1963).

HEINO. Engel. Sistemas de estructuras. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona. (2015).

JAMES, Ambrose. Análisis y diseño estructural. Noriega editores. México. (1998).

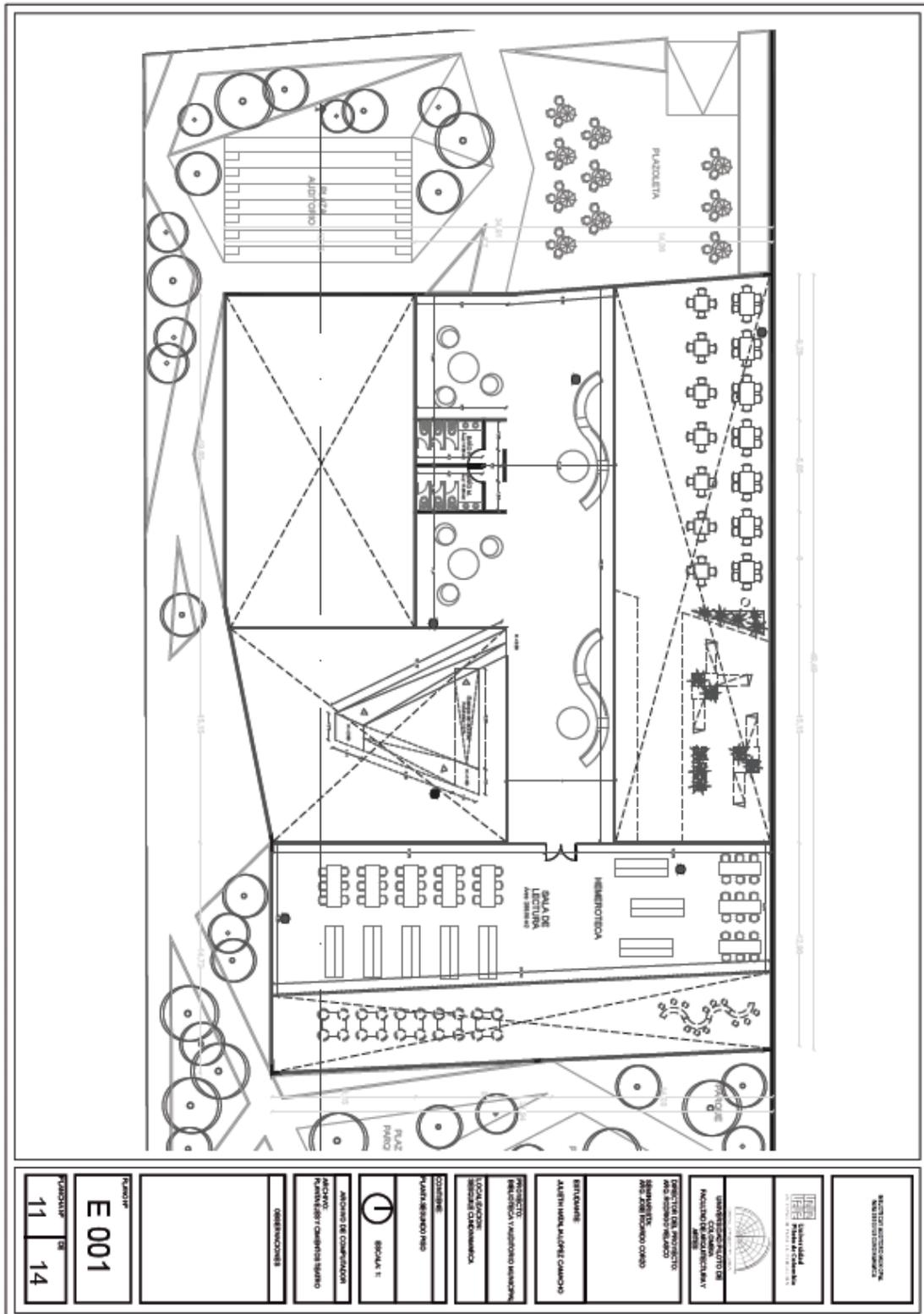
MOUSSAVI. Farshid. The Function of Form. Editorial Actar D. Inglaterra. (2009).

NERVI. Pier. Nuevas Estructuras. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona. (1963).

SILVER. Pete. Ingeniería de Estructuras para Arquitectos. Editorial Art Blume. Madrid. (2014).

TORROJA MIRET, Eduardo. Razón y ser de los tipos estructurales. Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento, Madrid, (1960).

Anexo B



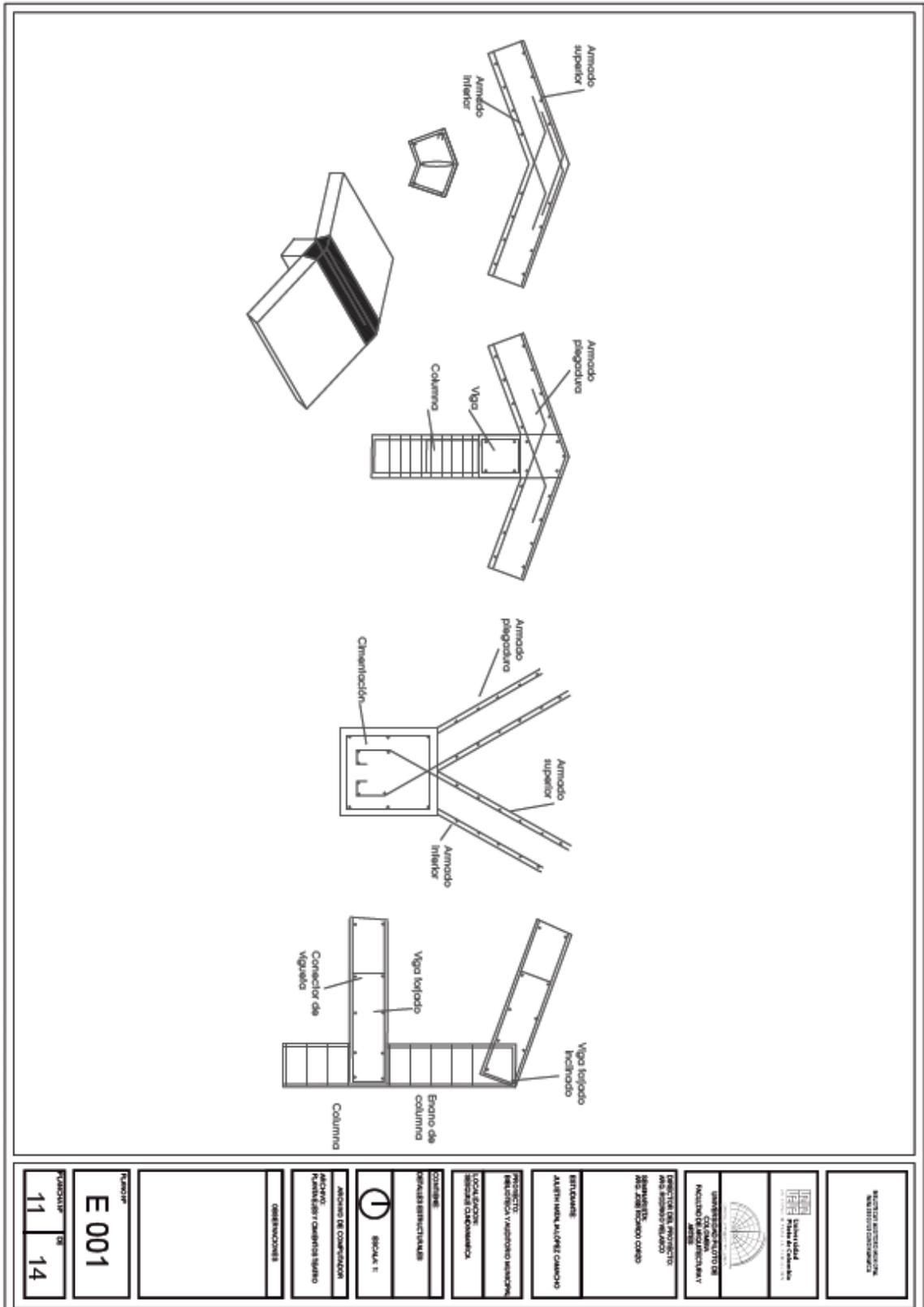
Anexo E

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

<p style="text-align: center;">Universidad del Cauca</p>	<p style="font-size: small;">INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALDAS</p>	<p style="font-size: small;">CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO</p>	<p style="font-size: small;">DIRECCIÓN DEL INGENIERO RESPONSABLE DEL PROYECTO</p>	<p style="font-size: small;">INGENIERO ALEXIS RAFAEL CALACHE CAJANO</p>	<p style="font-size: small;">PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO</p>	<p style="font-size: small;">LOCALIZACIÓN: BARRIO CALIFORNIA</p>	<p style="font-size: small;">CONSTRUCCIONES COMISS</p>	<p style="font-size: small;">ARCHIVO DE CONSULTAS REVISIÓN: 11</p>	<p style="font-size: small;">DISEÑADORES</p>	<p style="font-size: small;">E 001</p>	<p style="font-size: small;">FOLIOS 11 DE 14</p>
--	--	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--

Anexo F



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROFESOR ENCARGADO
INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS

ESTUDIANTE
ALUMNO NOMBRE, APELLIDOS Y NOMBRE COMPLETO

ENTREGAR
AL MENOS UN (1) COPIA

PROFESOR ENCARGADO
INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS

ESTUDIANTE
ALUMNO NOMBRE, APELLIDOS Y NOMBRE COMPLETO

ENTREGAR
AL MENOS UN (1) COPIA

PROFESOR ENCARGADO
INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS

ESTUDIANTE
ALUMNO NOMBRE, APELLIDOS Y NOMBRE COMPLETO

ENTREGAR
AL MENOS UN (1) COPIA

PROFESOR ENCARGADO
INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS

ESTUDIANTE
ALUMNO NOMBRE, APELLIDOS Y NOMBRE COMPLETO

ENTREGAR
AL MENOS UN (1) COPIA

PROFESOR ENCARGADO
INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS

ESTUDIANTE
ALUMNO NOMBRE, APELLIDOS Y NOMBRE COMPLETO

ENTREGAR
AL MENOS UN (1) COPIA

PROFESOR ENCARGADO
INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS

ESTUDIANTE
ALUMNO NOMBRE, APELLIDOS Y NOMBRE COMPLETO

ENTREGAR
AL MENOS UN (1) COPIA

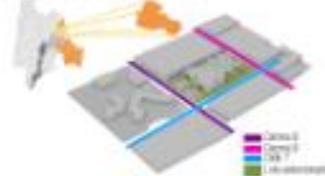
BIBLIOTECA Y AUDITORIO MUNICIPAL DE SESQUILÉ CUNDINAMARCA

Mediante la fusión de superficies en compresión y elementos en flexión en clima frío de alta montaña

1

Localización

Sesquilé Cundinamarca



El lugar es estratégico, debido a su ubicación ya que se sitúa en un sector central cercano a otros equipamientos (biblioteca de pueblo, plaza de mercado), que ayudan a darle relevancia al uso del espacio urbano, con la posibilidad de configurar un gran espacio cultural totalmente permeable.

Análisis Urbano

Usos



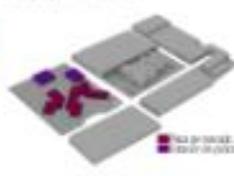
Este análisis nos muestra que hay una mezcla de usos en el lugar de importancia, como la plaza de mercado, los edificios públicos de calidad, el colegio, el templo, el parque, la plaza de juegos y recreación, rodeando el espacio público del proyecto, generando una plaza o cultura urbana, caracterizado por un espacio urbano permeable y accesible.

Alturas



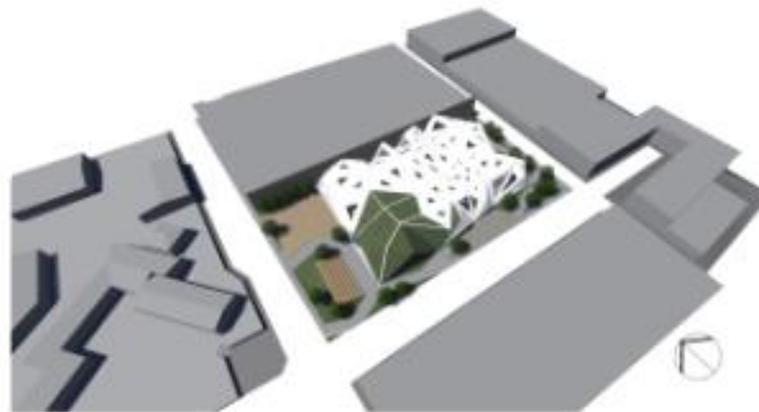
En el análisis de equipamiento se hace evidente la necesidad de un nuevo equipamiento que incentive el desarrollo turístico y la formación integral de la población del municipio. Por otro lado, el que se propone es una biblioteca con un auditorio en su interior que cumple requisitos educativos, recreativos y de aprendizaje cultural para habitantes de Sesquilé Cundinamarca.

Equipamientos



En el sector existen edificaciones de uso y alta densidad, el desarrollo propuesto en la zona que se está de la alta concentración en el sector y su grado de desarrollo de la biblioteca y auditorio, generan nuevas opciones que el proyecto con sus entornos.

Implantación a escala 1:500



Combinación Estructural

Este equipamiento se desarrolla mediante la fusión de dos sistemas estructurales: los columnas en **Superficies en Compresión** y los **Elementos en Flexión**.

En la integración entre superficies en compresión se sigue la subestructura de **Pegajones**.

Superficie autoestructura (columnas, vigas, etc.) en sus bordes y en sus áreas internas.

En la integración de los elementos en flexión se sigue la subestructura de las **Perlas**.

Elementos que actúan en esfuerzos de tracción formando una red de cables.



Análisis Solar

Se realiza una simulación y un análisis de transferencia energética. Desde entonces se puede evaluar **energía** y **energía** dentro de la habitación.

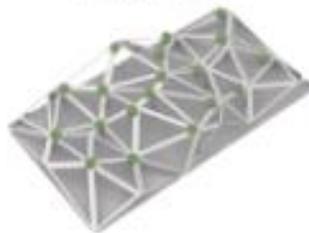
Aplicar de este análisis a configurar un modelo de volumen en la cubierta, en donde se puede definir la radiación solar sobre superficies y en otros factores como la forma, radiación solar.



Elaboración de un modelo que se estructura dentro de energía térmica y térmica, definiendo el comportamiento de su entorno, generando el estudio de **energía térmica**, desde que se define el espacio y se genera un modelo de energía para aumentar la temperatura.

Parámetros Estructurales

Número de particiones



Cantidad de puntos
10 a 15

Se define una variable, ya que se hacen con muchos más. El punto, se relaciona con los espacios amplios, difusos y controlados, según sea el tipo de uso del espacio y también, generando una gran flexibilidad a la hora de distribuir el espacio.

Densidad



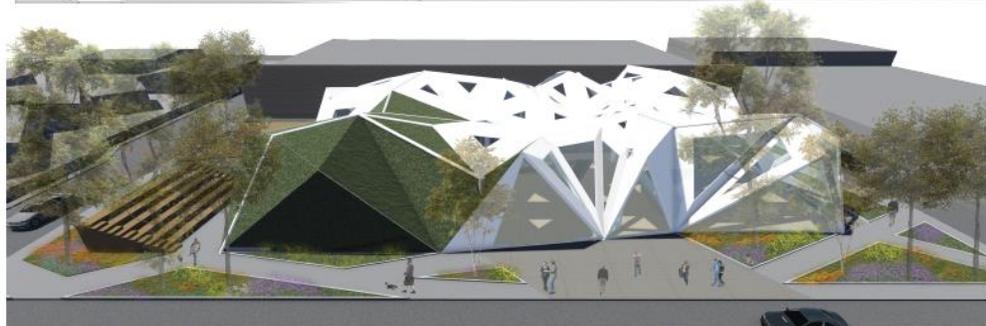
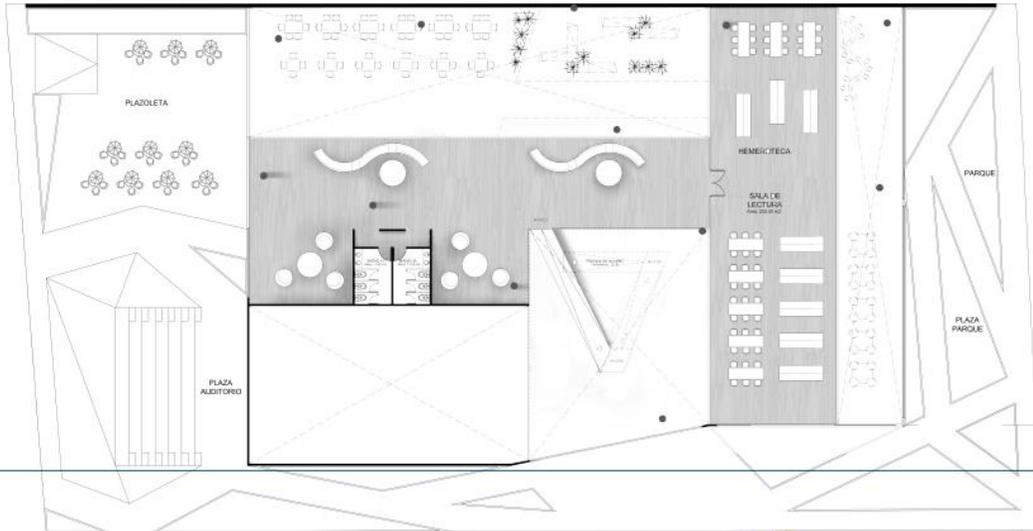
Gruesor
30 a 40 cm

Este variable se define debido a que el grueso de sus columnas permite una buena formación térmica, en espacios que necesitan mayor densidad por cuestiones de la estructura térmica para la buena calidad de construcción.

PLANTA PRIMER NIVEL esc 1: 200

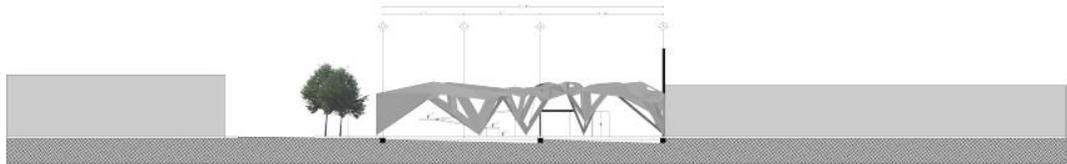


PLANTA SEGUNDO NIVEL esc 1: 200



CORTE LONGITUDINAL esc 1: 200

CORTE TRANSVERSAL esc 1: 200



Plaza exterior del auditorio



Jardin interior



Sala de lectura biblioteca

Parámetros Funcionales

Puntos a subir



Altura 6 a 10 m

Esta variable, es elegida ya que es la que le da más protagonismo a el acceso y eso es lo que se busca en esta biblioteca para conformar un gran espacio donde se encuentren los puntos fijos y la zona de recibimiento o administración.

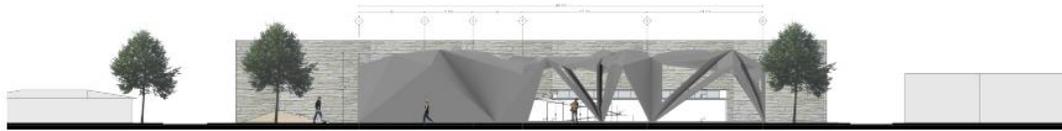
Puntos a mover horizontalmente



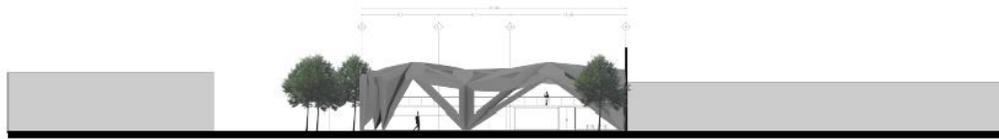
Puntos en los extremos

Esta variable se elige con el fin de aprovechar el área y conformar espacios interiores amplios y confortables.

FACHADA PRINCIPAL esc 1: 200



FACHADA LATERAL esc 1: 200



Espacio público Biblioteca Auditorio Sesquile



Plaza acceso cafetería pública



Espacio interior

Parámetros Medio Ambientales

Cubierta verde



Cubierta verde 35%

Esta variable se eligió debido a que en la zona del auditorio lo que se requiere es generar con la cubierta verde un aislamiento acústico para lograr un confort en el interior de este

Masa Termica



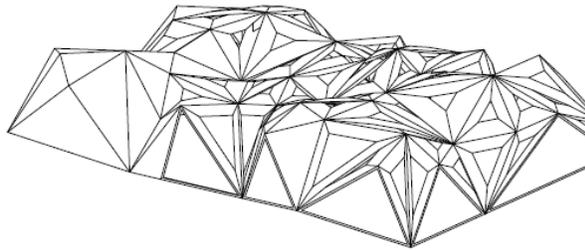
Grosor .10 a .30 cm

Esta variable es elegida debido a que los venos de las lacamas no son de gran tamaño, y generan un efecto de textura triangulada en el espacio interior, además de que permite generar el efecto de masa térmica



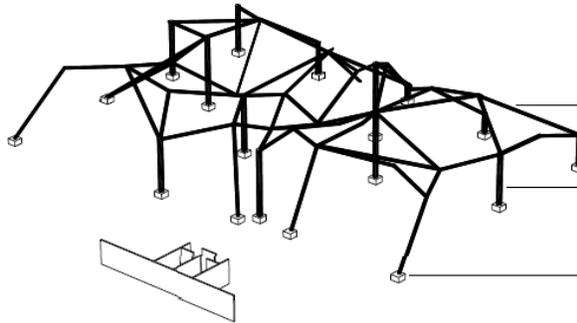
Vidrios

Vidrios de cerramiento de lucarnas



Cubierta

Cubierta en concreto reforzado, offset de lucarnas resultado de un analisis energético

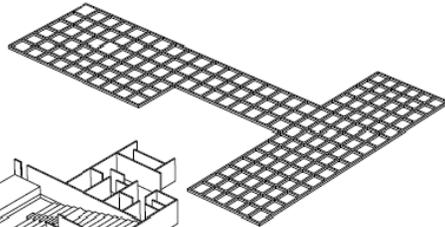


Vigas de refuerzo de estructura

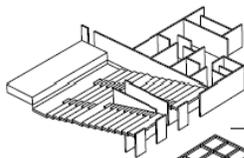
Columnas

Cimentación

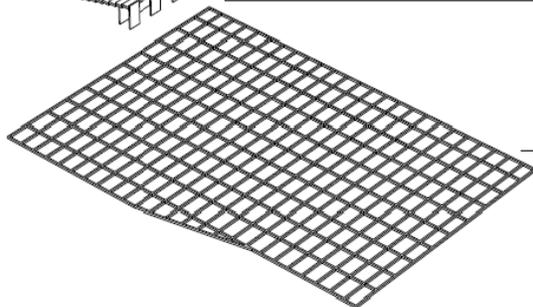
Muros divisorios



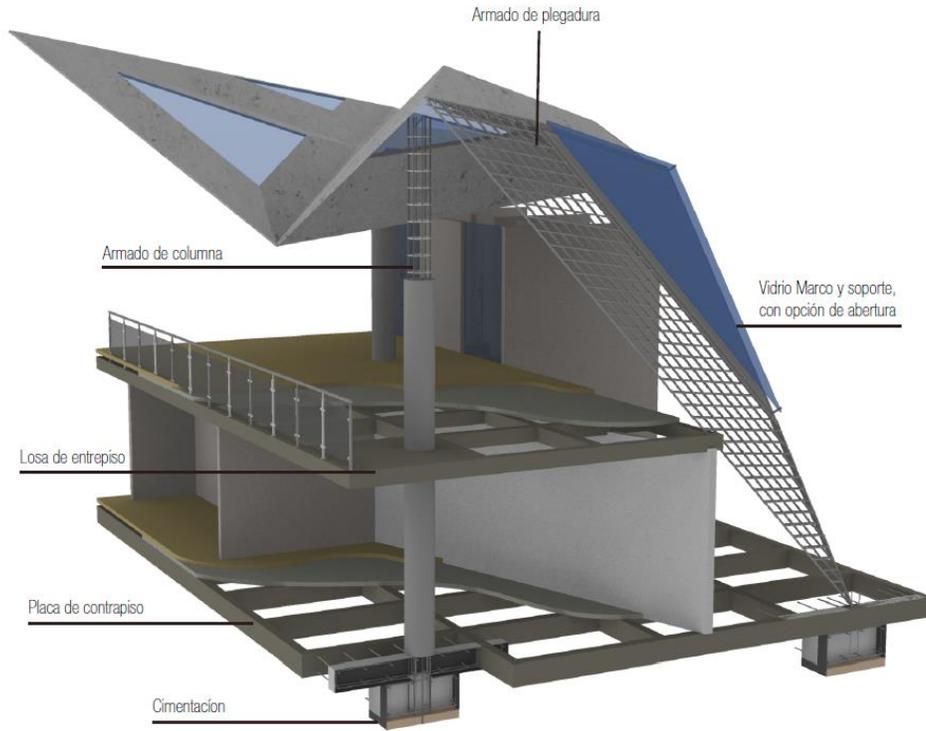
Placa de entrapiso



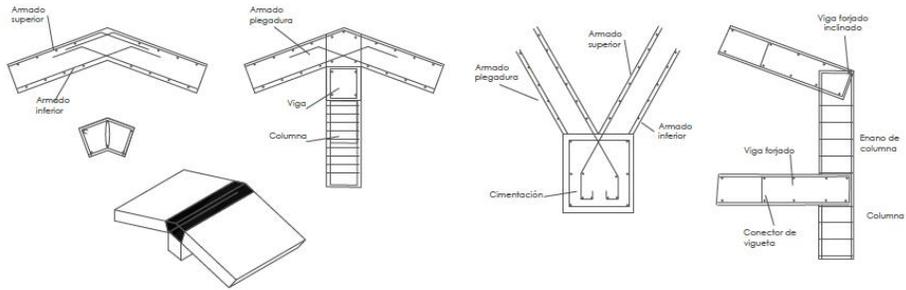
Auditorio



Placa de contrapiso



DETALLES



Parámetros Estructurales

Número de particiones



Cantidad de puntos
10 a 15

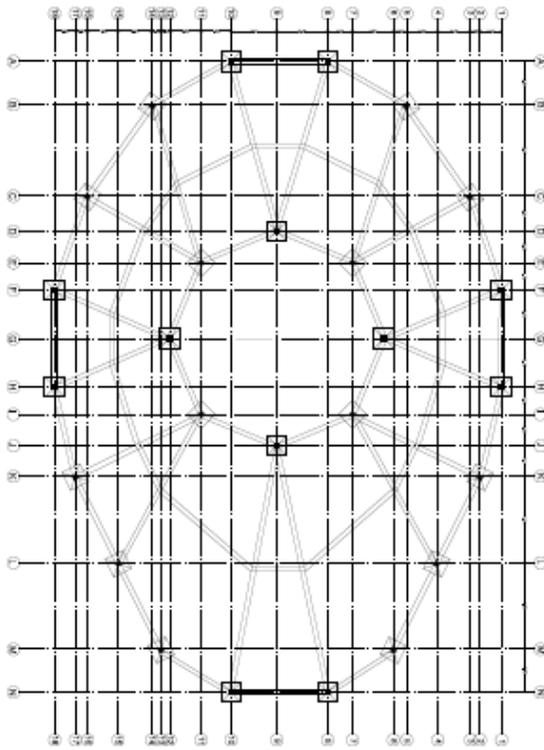
Se alige esta variable, ya que las luces que

Densidad

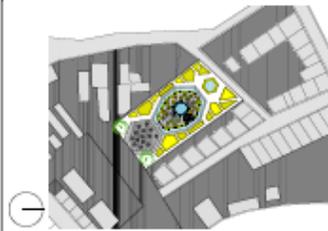


Grosor
.30 a .40 cm

Esta variable se alige debido a que el



BIBLIOTECA CENTRAL SAN FRANCISCO DE SALES - CUNDINAMARCA



ESTRUCTURAS COMO MATERIALIDAD EQUIPAMIENTO COMUNITARIO MEDIANTE ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS DE FLEXION Y VECTOR EN CLIMA TEMPLADO

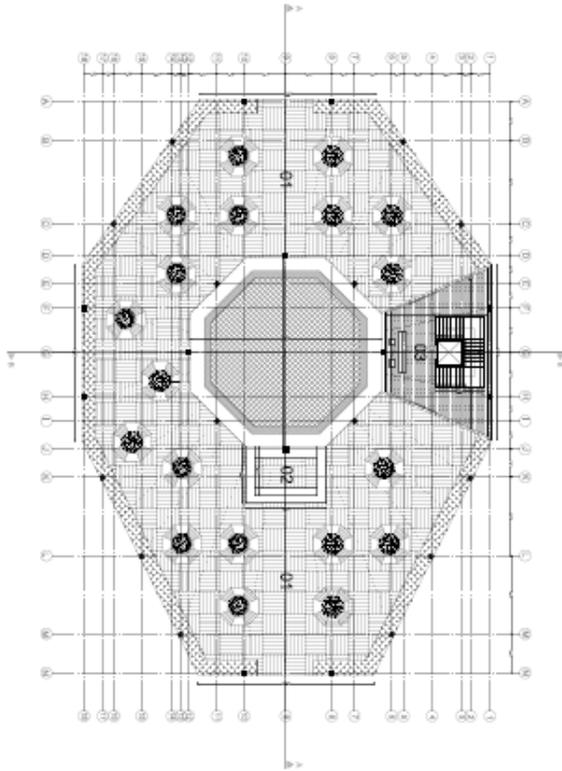
ESTUDIANTE: JUAN DAVID PAEZ VARGAS C.C. 1014234338

DIRECTOR DE PROYECTO: RODRIGO VELASCO

CONTENIDO: DISEÑO Y DISEÑO

FECHA: 08 - JUNIO - 2016

ESCALA: 1:100



1. Perla base - Espacio público
2. Cenefa
3. Lado de acceso - Puro Ip

BIBLIOTECA CENTRAL SAN
FRANCISCO DE SALES -
QUINDIAMIARCA



ESTRUCTURAS COMO
MATERIALED
EQUIPAMIENTO COMUNITA
MEDIANTE ACCIONAMIENTOS
ELEMENTOS DE FLEXION Y VECTOR
EN CLIMA TEMPLADO

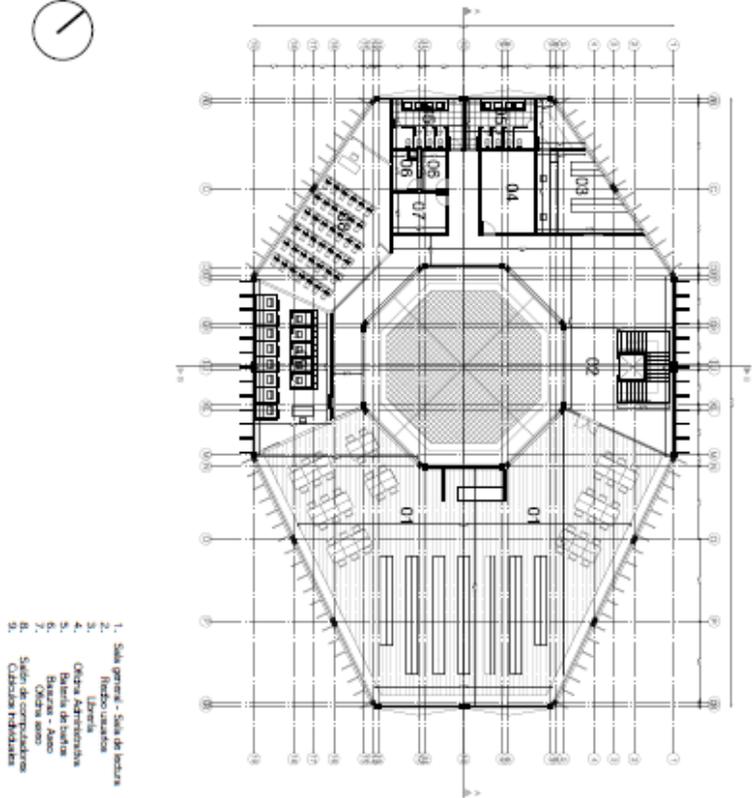
ESTUDIANTE:
JUAN DAVID PAEZ VARGAS
CC 10142349338

DIRECTOR DE PROYECTO:
RODRIGO VELASCO

CONTENIDO:
PLANTA PISO 1

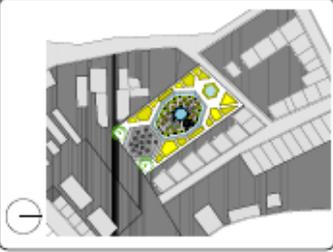
FECHA:
08 - JUNIO - 2016

ESCALA:
1 : 100



- 1. Sala general - Sala de lectura
- 2. Biblioteca
- 3. Biblioteca
- 4. Oficina administrativa
- 5. Baños - Aseo
- 6. Oficina aseo
- 7. Sala de computadores
- 8. Sala de computadores
- 9. Callesas radiadas

BIBLIOTECA CENTRAL SAN FRANCISCO DE SALES - QUINDIMARCA



ESTRUCTURAS COMO MATERIALIDAD
EQUIPAMIENTO COMUNAL
MEJORAMIENTO DE ELEMENTOS DE REDUCCION Y VECTOR EN CLIMA TEMPLADO

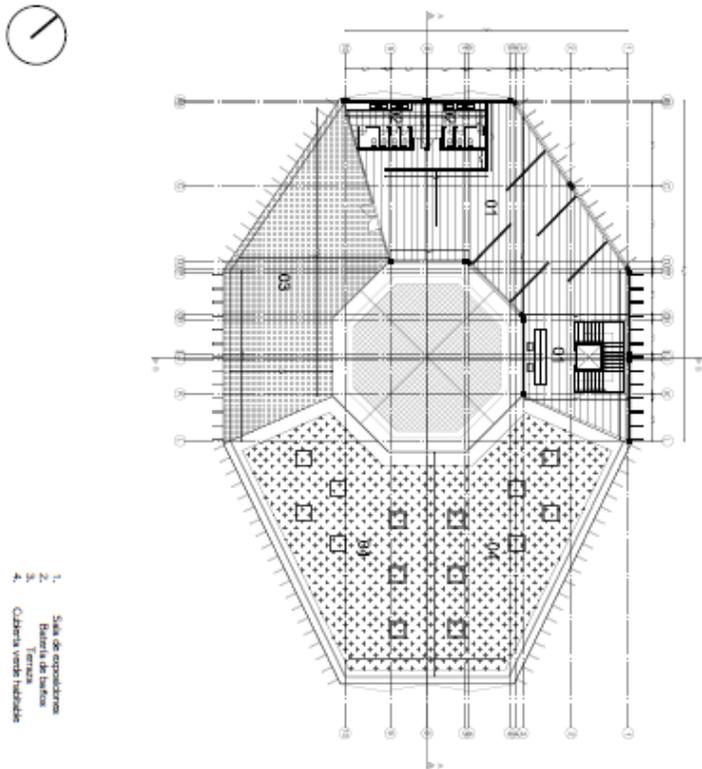
ESTUDIANTE:
JUAN DAVID PAEZ VARGAS
CC. 1014234338

DIRECTOR DE PROYECTO:
RODRIGO VELASCO

CONTENIDO:
PLANTA PISO 2

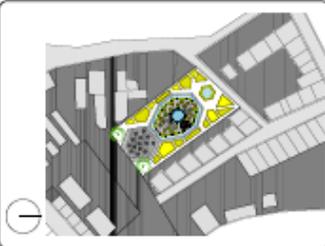
FECHA:
08 - JUNIO - 2016

ESCALA:
1:100



1. Sala de exposiciones
2. Biblioteca
3. Terraza
4. Cubierta verde horizontal

BIBLIOTECA CENTRAL SAN FRANCISCO DE SALES - QUINDIAMIARCA



ESTRUCTURAS COMO MATERIALIDAD
EQUIPAMIENTO COMUNAL
MEDIANTE ACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS DE FLEXIÓN Y VECTOR EN CLIMA TEMPLADO

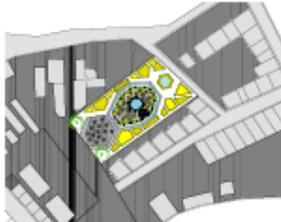
ESTUDIANTE:
JUAN DAVID PAEZ VARGAS
CC. 1014234338

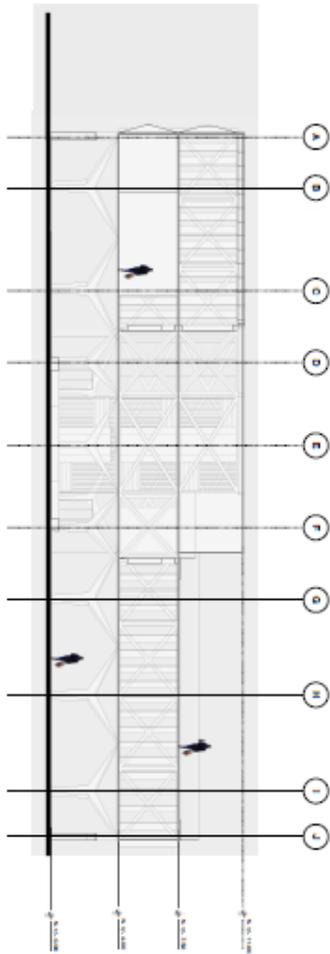
DIRECTOR DE PROYECTO:
RODRIGO VELASCO

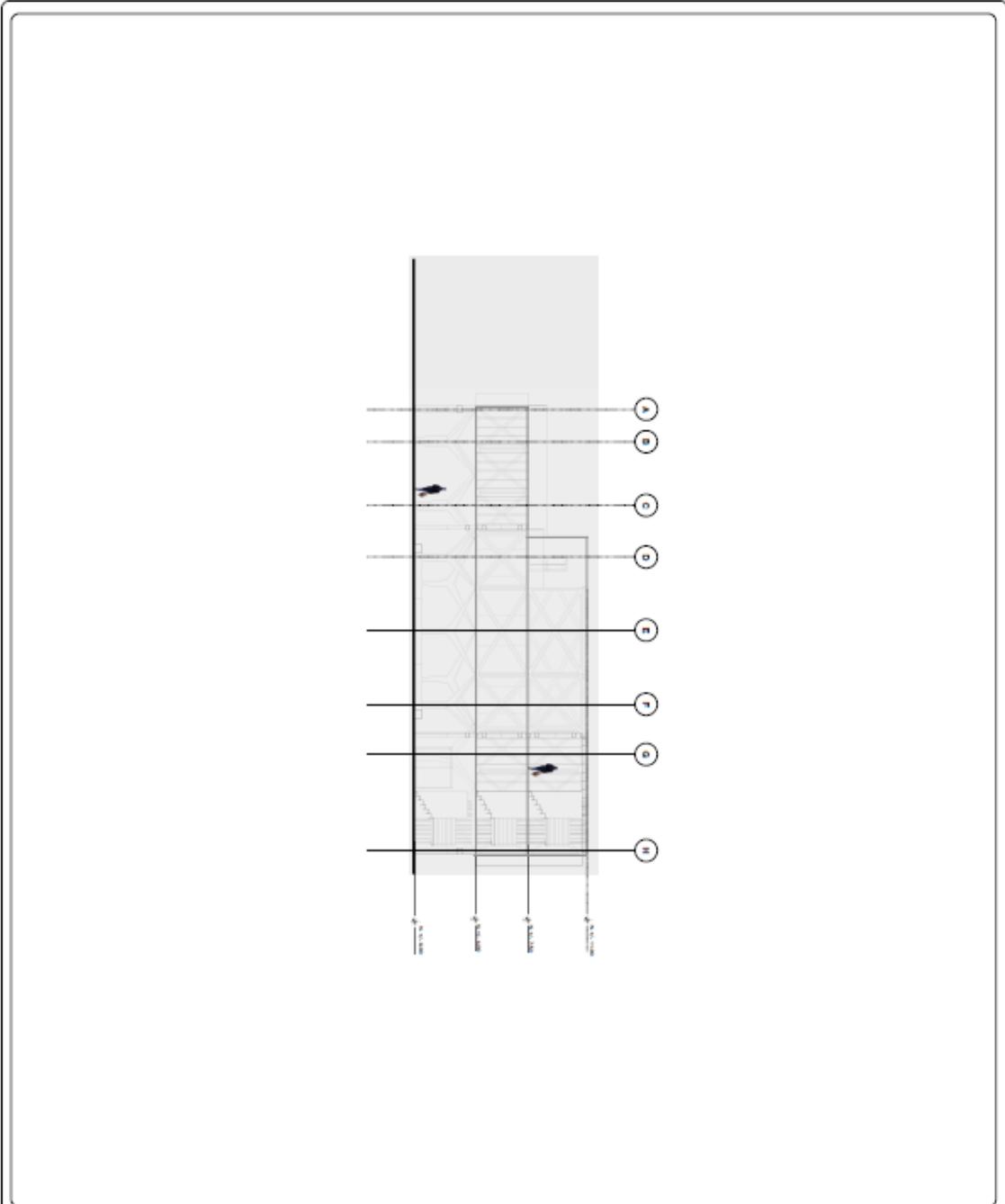
CONTENIDO:
PLANTA PISO 3

FECHA:
08 - JUNIO - 2016

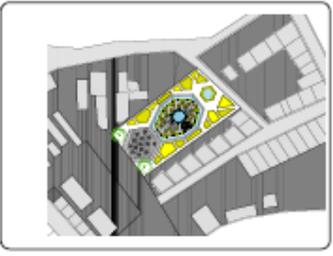
ESCALA:
1 : 100

<p>BIBLIOTECA CENTRAL SAN FRANSCOCO DE SALES - QUINDINAMARCA</p>		<p>ESTRUCTURAS COMO MATERIALIDAD EQUIPAMIENTO COMUNAL MEDIANTE ACORLAMIENTOS DE ELEMENTOS DE FLEXIÓN Y VECTOR EN CLIMA TEMPLADO</p>	<p>ESTUDIANTE: JUAN DAVID PÁEZ VARGAS CC. 1014234338</p>	<p>DIRECTOR DE PROYECTO: RODRIGO VELASCO</p>	<p>CONTENIDO: CORTE LONGITUDINAL</p>	<p>FECHA: 08 - JUNIO - 2016</p>	<p>ESCALA: 1 : 100</p>
--	--	---	--	--	--	-------------------------------------	----------------------------





BIBLIOTECA CENTRAL SAN
FRANCISCO DE SALES -
QUINDIEMARCA



ESTRUCTURAS COMO
MATERIALIDAD
EQUIPAMIENTO COMUNAL
MEDIANTE ACOPLAMIENTO DE
ELEMENTOS DE FLEXION Y VECTOR
EN CLIMA TEMPLADO

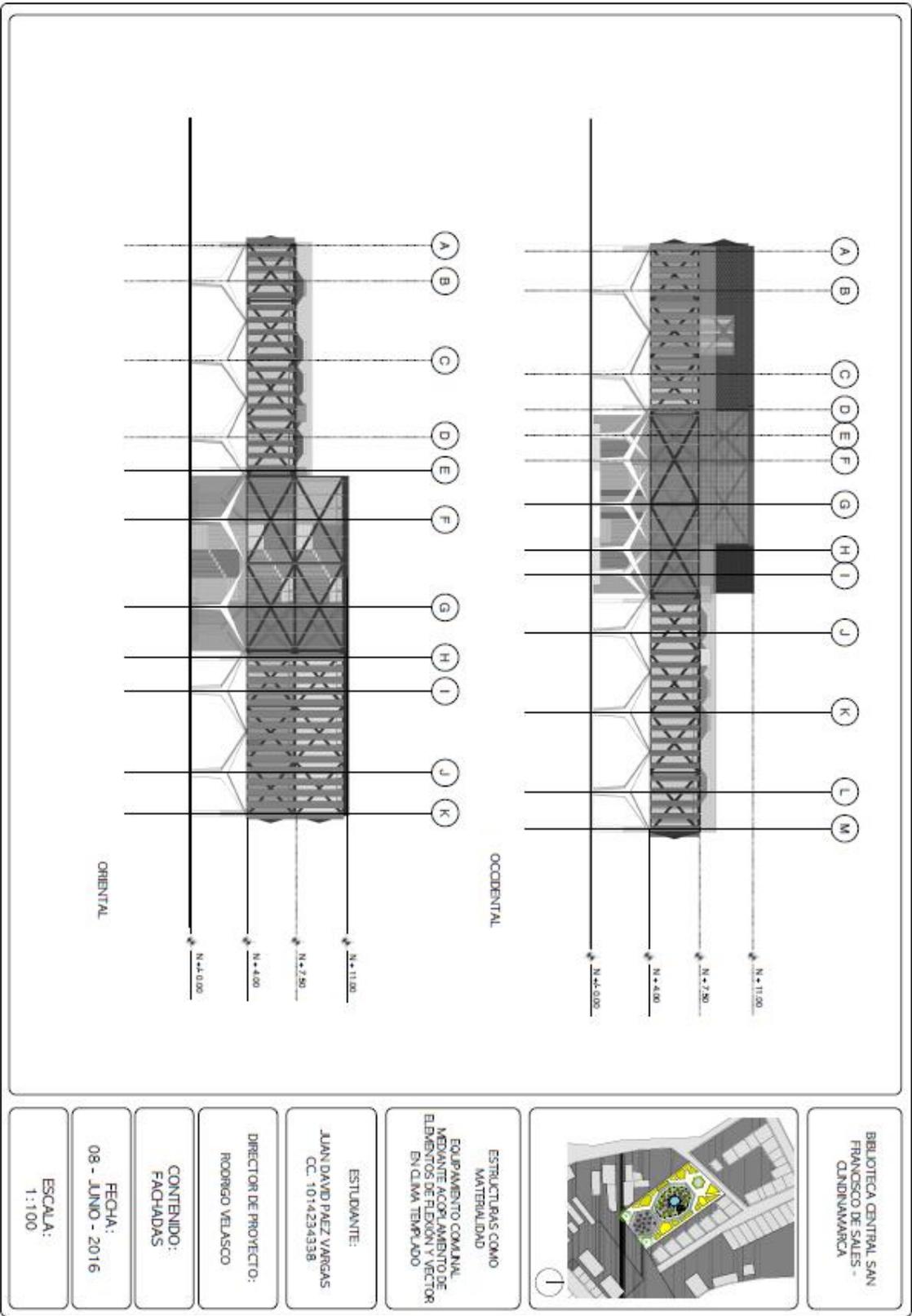
ESTUDIANTE:
JUAN DAVID PAEZ VARGAS
CC. 1014234938

DIRECTOR DE PROYECTO:
RODRIGO VELASCO

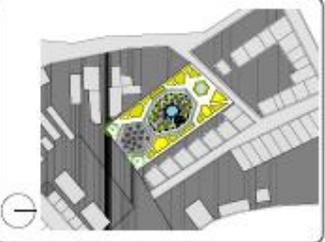
CONTENIDO:
CORTE TRANSVERSAL

FECHA:
08 - JUNIO - 2016

ESCALA:
1:100



BIBLIOTECA CENTRAL SAN FRANCISCO DE SALES - QUIDIMARCA



ESTRUCTURAS COMO MATERIALIDAD
EQUIPAMIENTO COMUNITARIO
MEDIANTE ACOPLAMIENTO DE
ELEMENTOS DE FLEXION Y VECTOR
EN CLIMA TEMPLADO

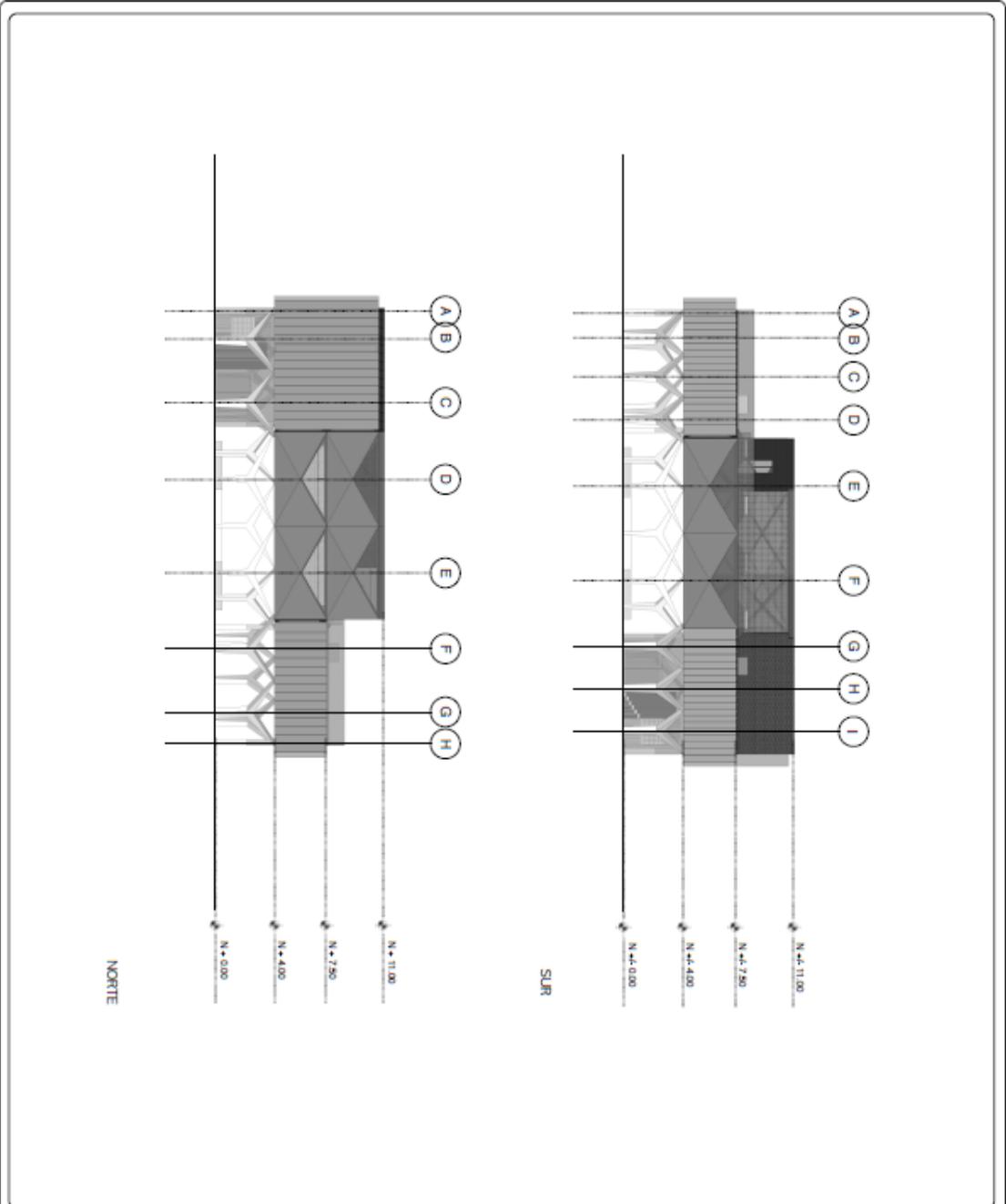
ESTUDIANTE:
JUAN DAVID PAEZ VARGAS
CC. 1014234938

DIRECTOR DE PROYECTO:
RODRIGO VELASCO

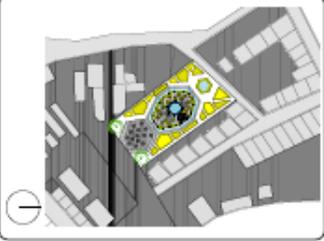
CONTENIDO:
FACHADAS

FECHA:
08 - JUNIO - 2016

ESCALA:
1:100



BIBLIOTECA CENTRAL SAN FRANCISCO DE SALES - CUNDINAMARCA



ESTRUCTURAS COMO MATERIALIDAD
EQUIPAMIENTO COMUNAL
MEDIANTE AGRUPAMIENTO DE ELEMENTOS DE FLEXION Y VECTOR EN CLIMA TEMPLADO

ESTUDIANTE:
JUAN DAVID PAEZ VARGAS
CC. 1014234938

DIRECTOR DE PROYECTO:
RODRIGO VELASCO

CONTENIDO:
FACHADAS

FECHA:
08 - JUNIO - 2016

ESCALA:
1:100

BIBLIOTECA CENTRAL SAN FRANCISCO DE SALES

Mediante acoplamiento de elementos en vector y flexión en clima templado

1



Vías y movilidad



Uso



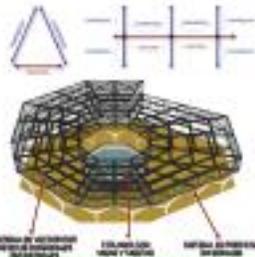
Edificios



Implantación



Combinación Estructural



Análisis Solar



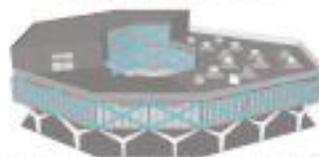
Parámetros Estructurales

Altura de columnas



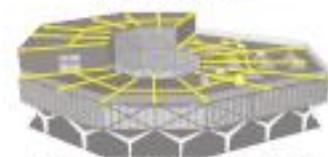
Las columnas en "Y" se disponen a rasera de base del edificio, en flexión y al determinar se le altura de 4 metros, rematada a los 2 metros para dar permeabilidad en la planta libre

Estructura Triangulada

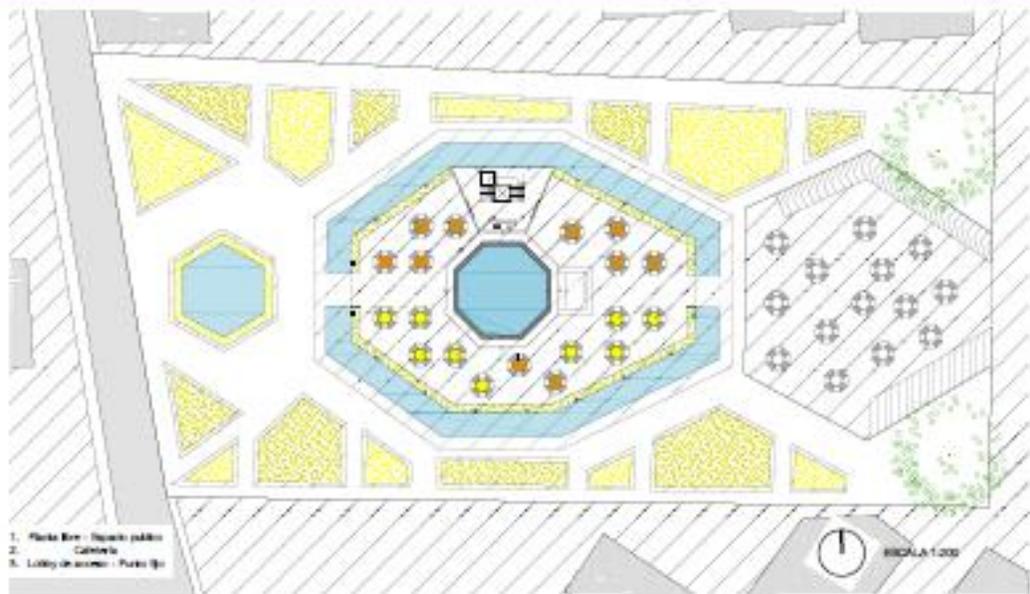


Ubicadas en la estructura perimetral, se determina colocar 2 disipadores de energía sísmica, por cada módulo del volumen, suficientes para darle rigidez al edificio y ser estable para sismos

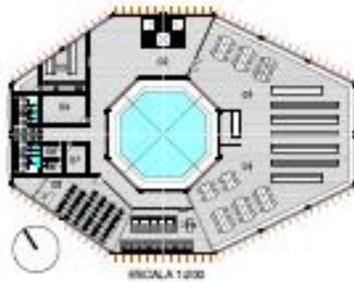
Numero de Vigas



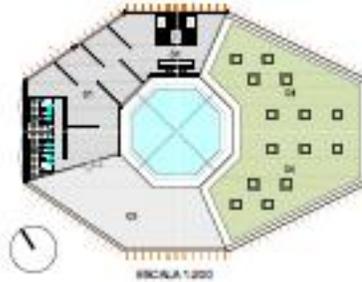
Se seleccionan 3 vigas principales por cada módulo del volumen, se determina que este número es el apropiado para la buena estabilidad de la estructura



1. Plaza Bar - Espacio público
2. Galería
3. Lobby de acceso - Plaza (p)



1. Sala general - Sala de lecturas
2. Centro recursos
3. Biblioteca
4. Oficina Administrativa
5. Sala de la foto
6. Servicio - Aseo
7. Oficina zona
8. Sala de computadores
9. Cubículos individuales



1. Sala de exposiciones
2. Sala de talleres
3. Terraza
4. Cubierta verde habitable

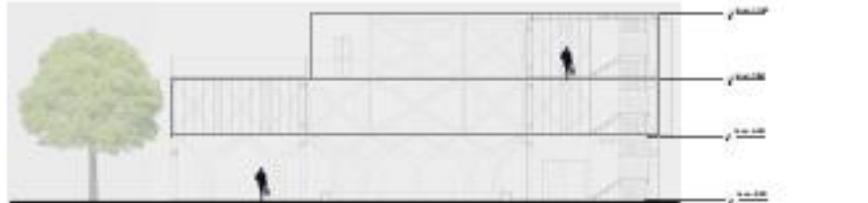


CORTE
LONGITUDINAL



ESCALA 1:100

CORTE
TRANSVERSAL

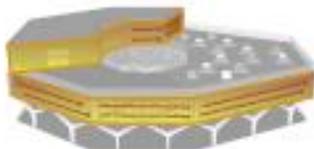


ESCALA 1:100



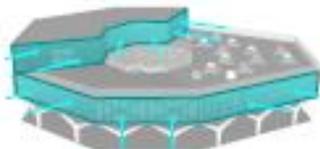
Parámetros Medio Ambientales

Altura de Entrepiso



Teniendo en cuenta que es un clima templado se busca una altura media para generar confort térmico, se determinó una altura de entrepiso de 3,50 metros en los dos niveles superiores

Longitud del Volumen



Con el alargamiento de 4 metros de uno de los lados de volumen, se busca generar más espacio en fachadas para la absorción de iluminación natural en la mayoría de los espacios

Dimensiones de Cortasoles

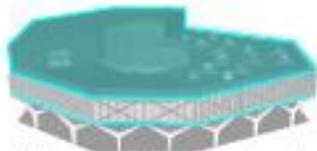


Teniendo en cuenta que las fachadas son abiertas a las condiciones del lugar, se disponen unos cortasoles de 0,80m de largo para dar sombras y dejar entrar la luz natural a los espacios



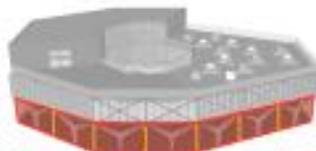
Parámetros Funcionales

Numero de Lados



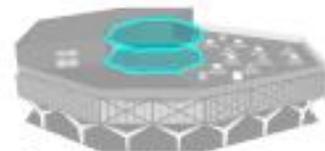
El lado crea un octágono, se determino este numero por el programa a desarrollar en el edificio por la diversidad de espacios que se requieren, logrando una diferenciación espacial

Altura Planta Libre

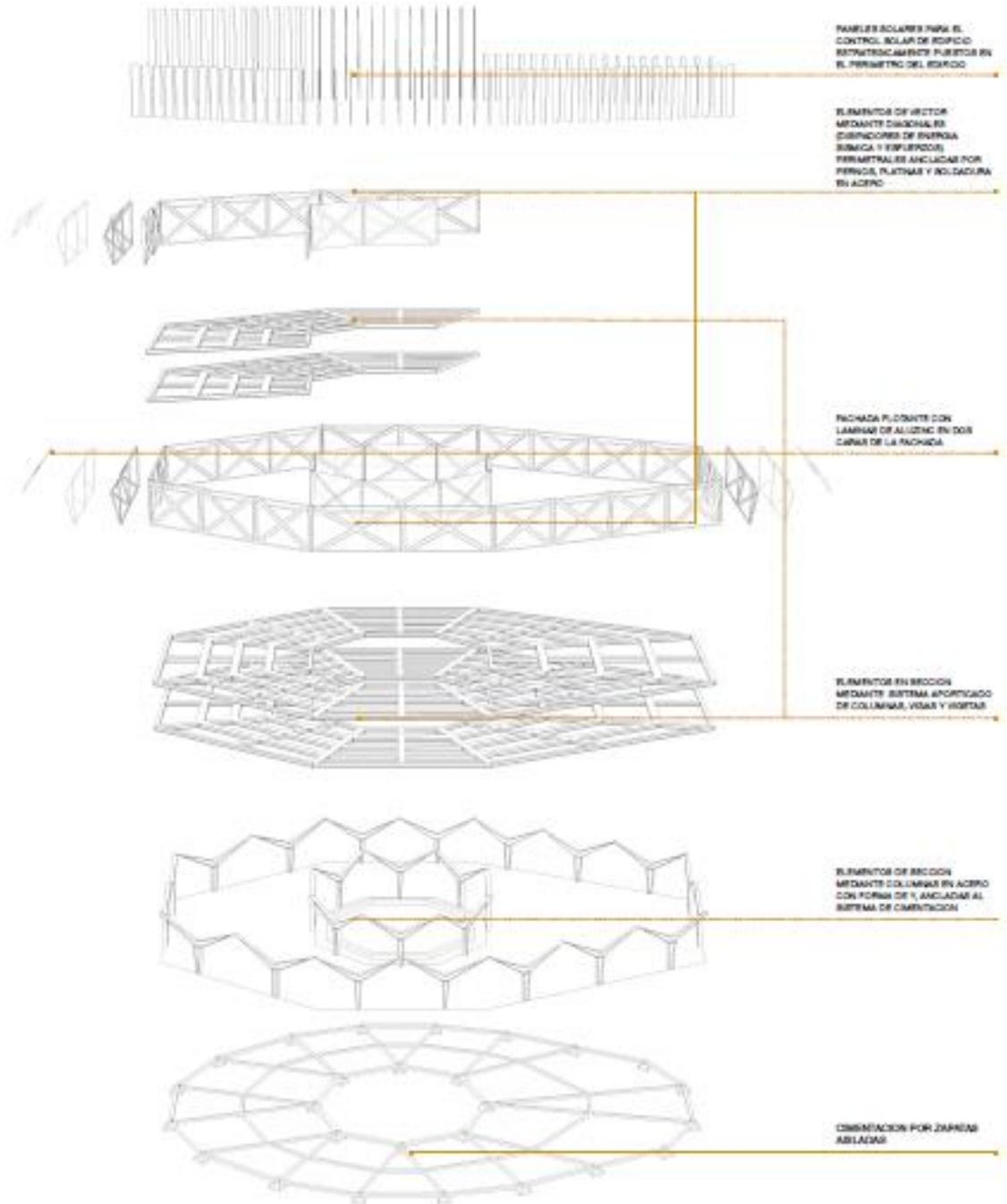


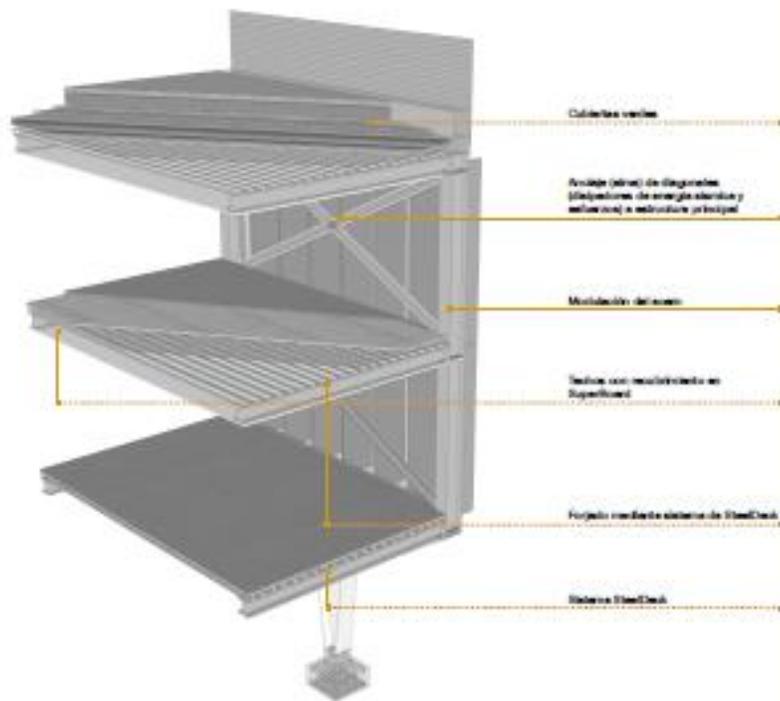
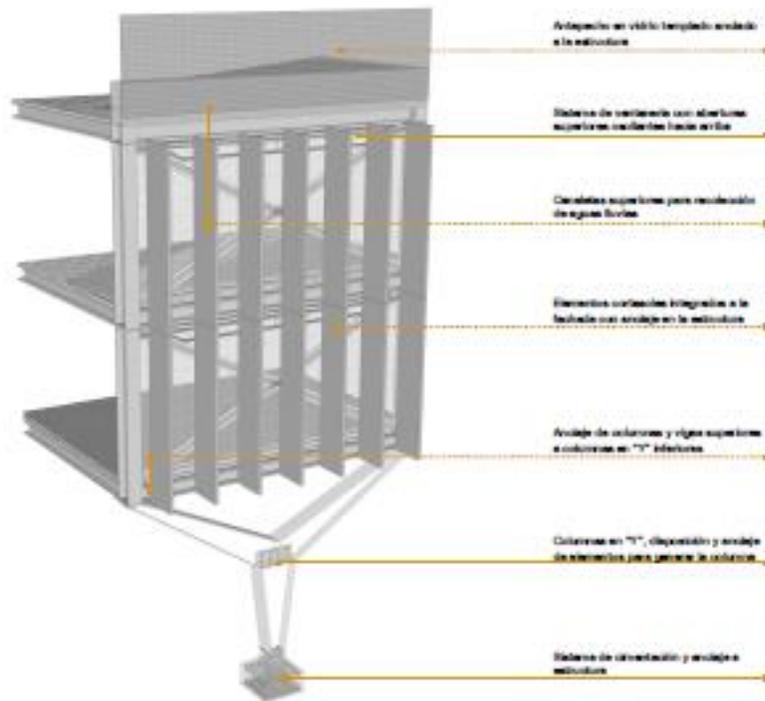
Se busca un espacio para desarrollar actividades con fluidez y confort espacial, con 4 metros de altura, se determina para el uso de espacio publico y zonas de esparcimiento pasivo

Ubicación Vacío Central



Con el vacío central ubicado 2 metros, para proporcionar circulaciones funcionales y organizar los espacios de manera circundante y organizada con relación a la circulación





Sistema de ventilación con alfileres superiores ocultos hacia arriba



Sistema de cimentación y anclaje a estructura



Sistema SteelDeck

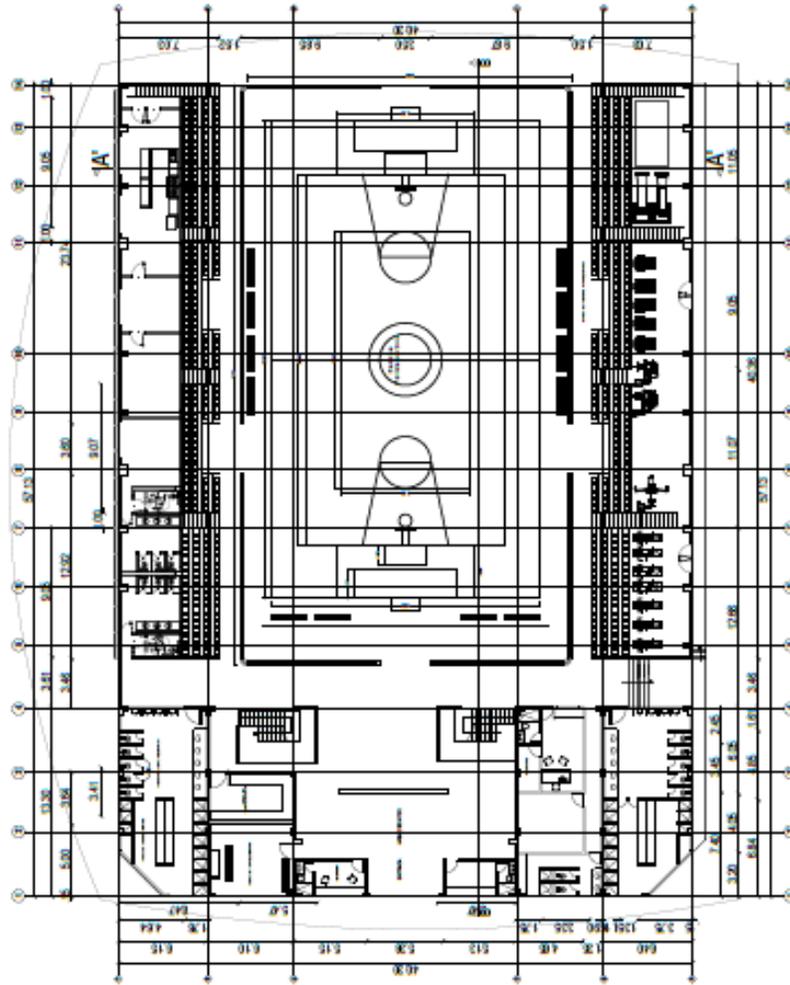


Canchales superiores para recolección de aguas lluvias



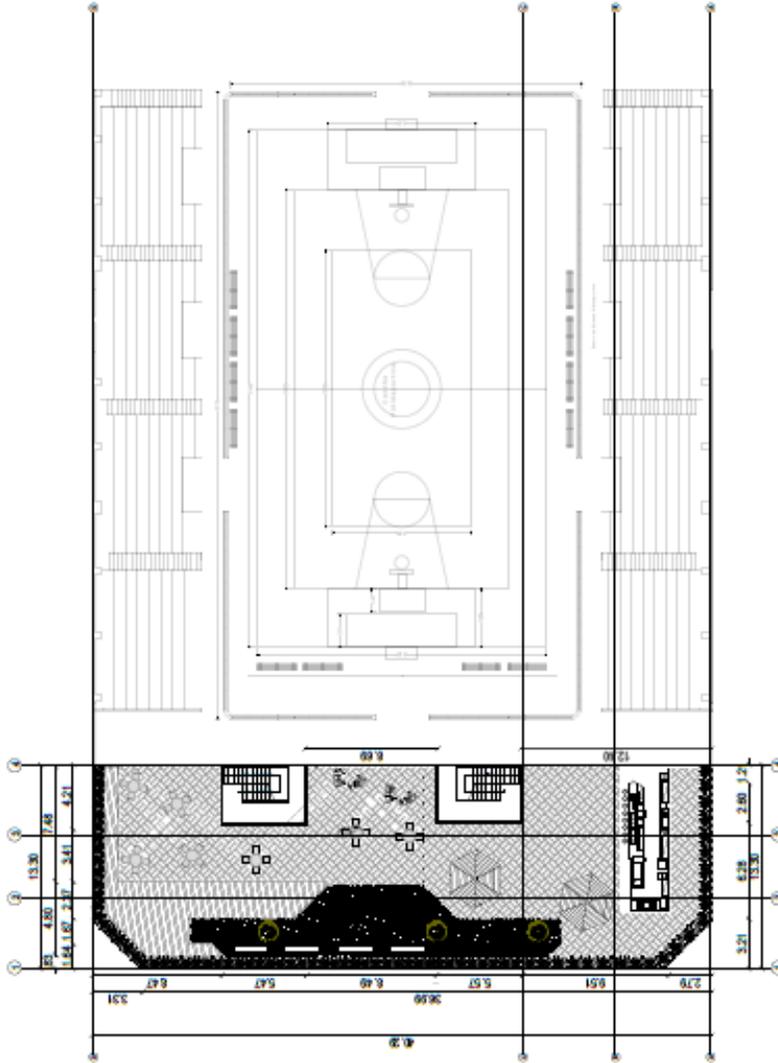
Anclaje de columnas a vigas

PLANTA 1 PISO



	OBSERVACIONES:	Cedula <u>1.016.030.394</u> Código <u>1010788</u> Alumno <u>CRISTIAN GABRIEL MARTINEZ</u>	Docente <u>RODRIGO VELARCO</u> Período <u>2016</u> Año <u>2016</u>	PLANCHA No. <u>1</u> de <u>6</u>
		OBSERVACIONES:		

PLANTA 2 PISO



PLANCHA No. 2
de 6

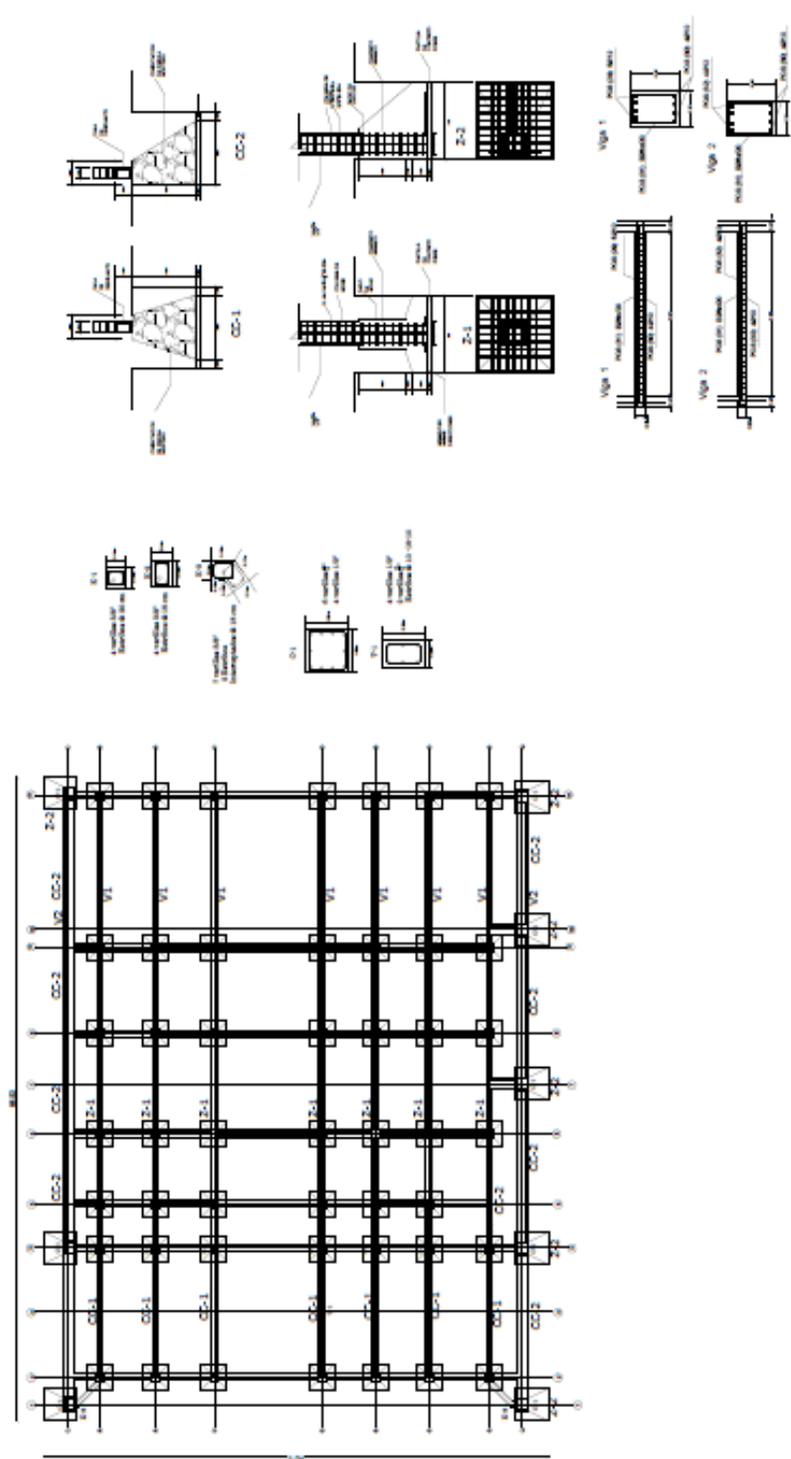
DOCENTE _____
PERIODO _____
AÑO _____

CEDULA
CODIGO
ALUMNO

OBSERVACIONES:

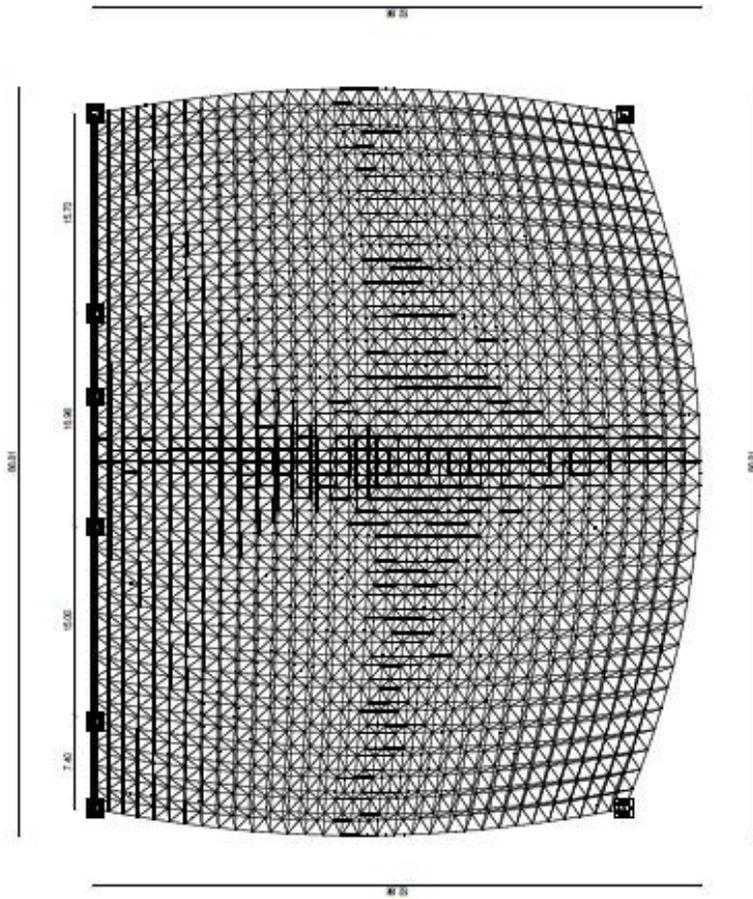
UNIVERSIDAD
Páramo de Colombia
UNIVERSIDAD PÁRAMO DE COLOMBIA

PLANTA DE CIMENTACION



<p>Universidad del Valle</p>	<p>Observaciones:</p>	<p>Docente _____</p>	<p>PLANCHA No. 3 de 6</p>
		<p>Cedula Codigo Alumno _____</p>	

PLANTA DE APOYOS



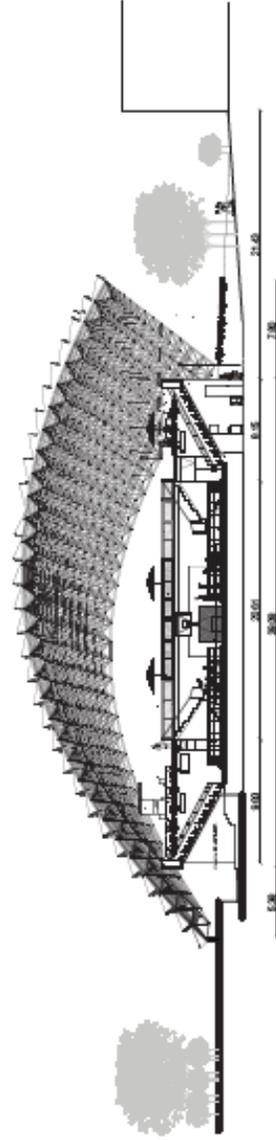
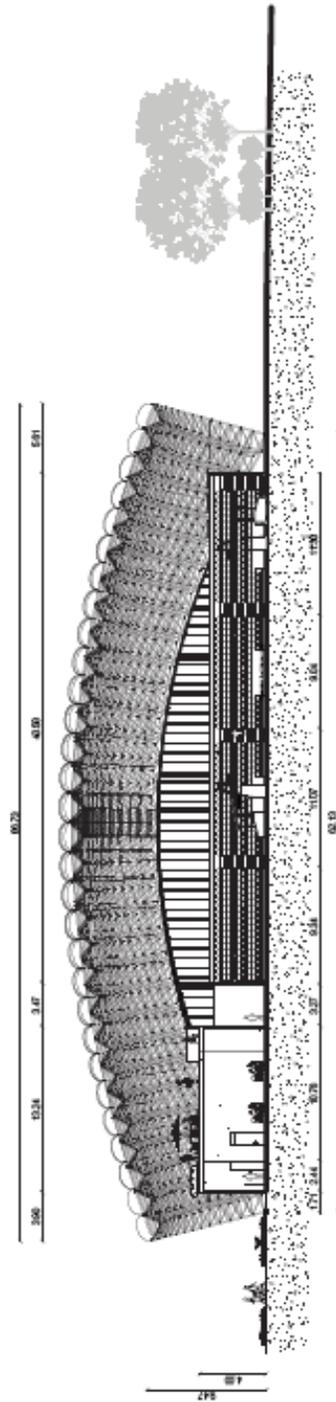
OBSERVACIONES:

CECULA
CODIGO
ALUMNO

DOCENTE
PERIODO
AÑO

PLANCHA No. 4
de 6

CORTES



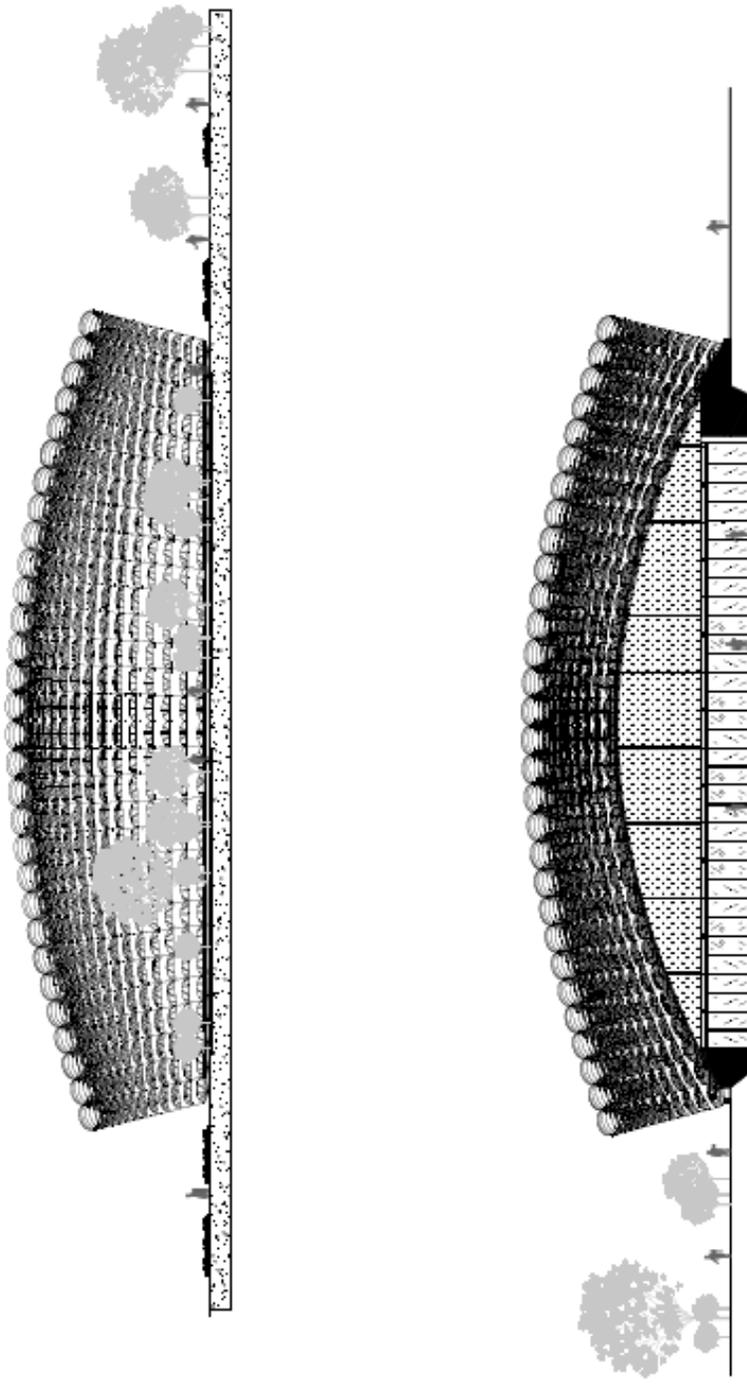
OBSERVACIONES:

CEDULA
ALUMNO

DOCENTE
PERIODO
AÑO

PLANCHA No. 5
de 6

FACHADAS



PLANCHA No. 6
de 6

DOCENTE _____
PERIODO _____
AÑO _____

CEBILIA _____
CODIGO _____
ALUMNO _____

OBSERVACIONES:

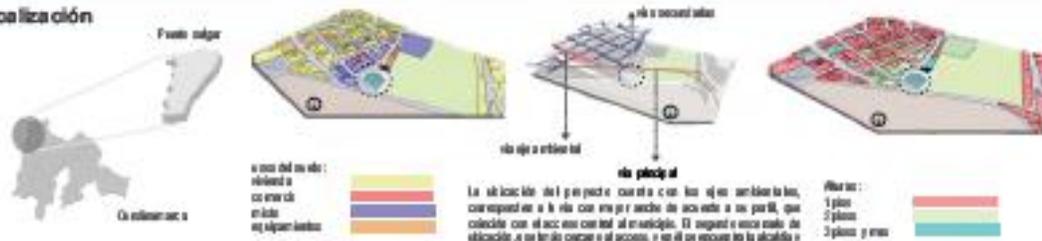


POLIDEPORTIVO CENTRAL DE PUERTO SALGAR

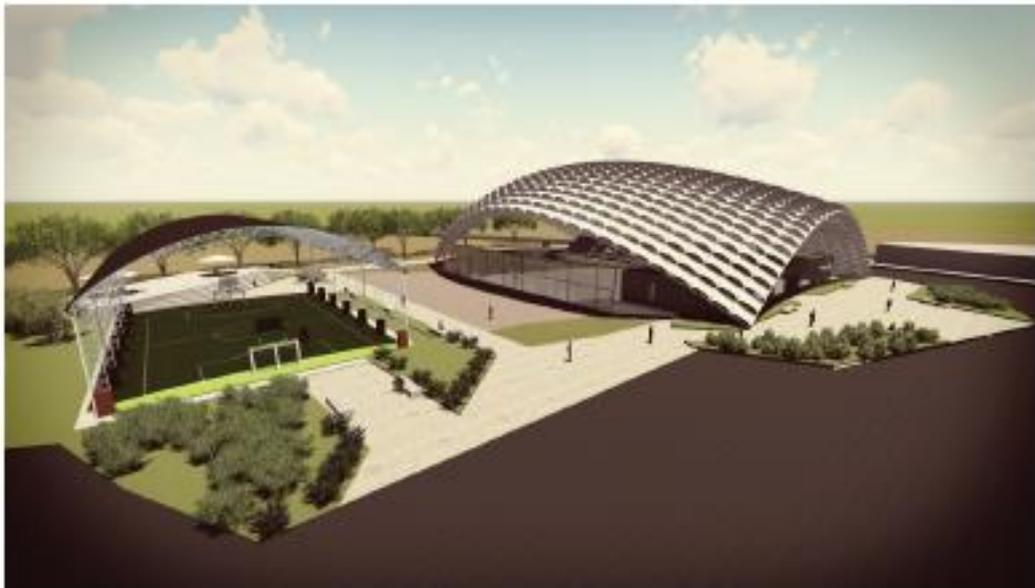
Mediante la fusión de superficies en tensión y vector en clima cálido húmedo

1

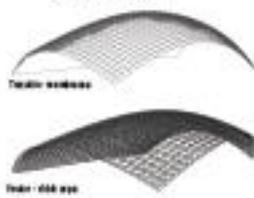
Localización



Implantación Esc:1.500



Combinación estructural



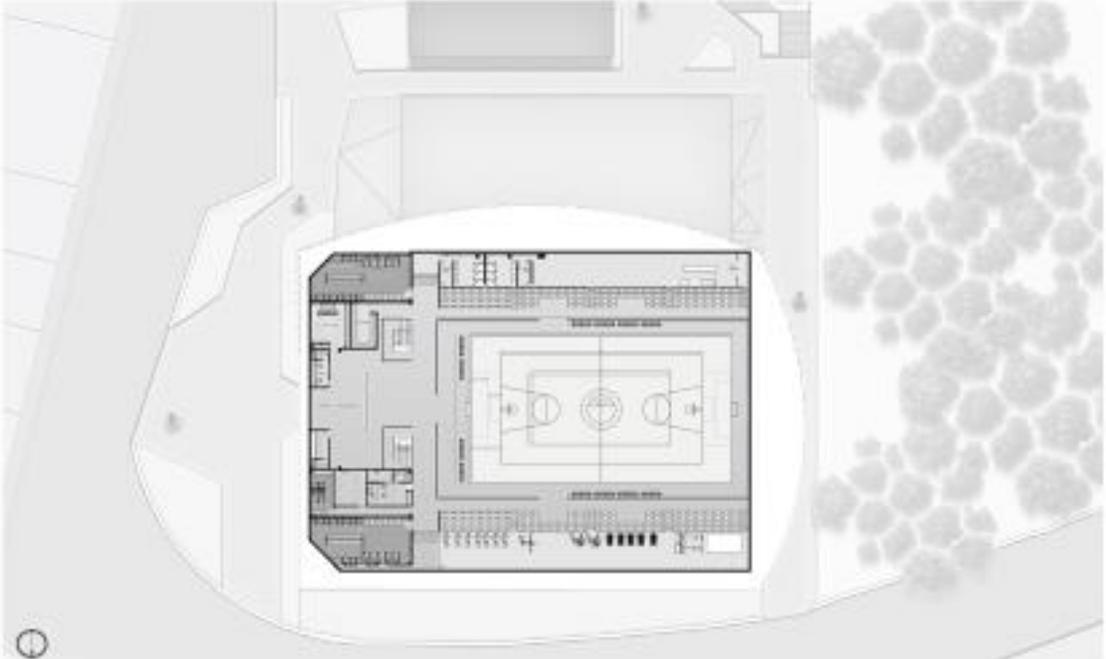
Análisis solar



Parámetros estructurales



Planta 1 piso esc:1.200



Planta 2 piso esc:1.200



Equipos:

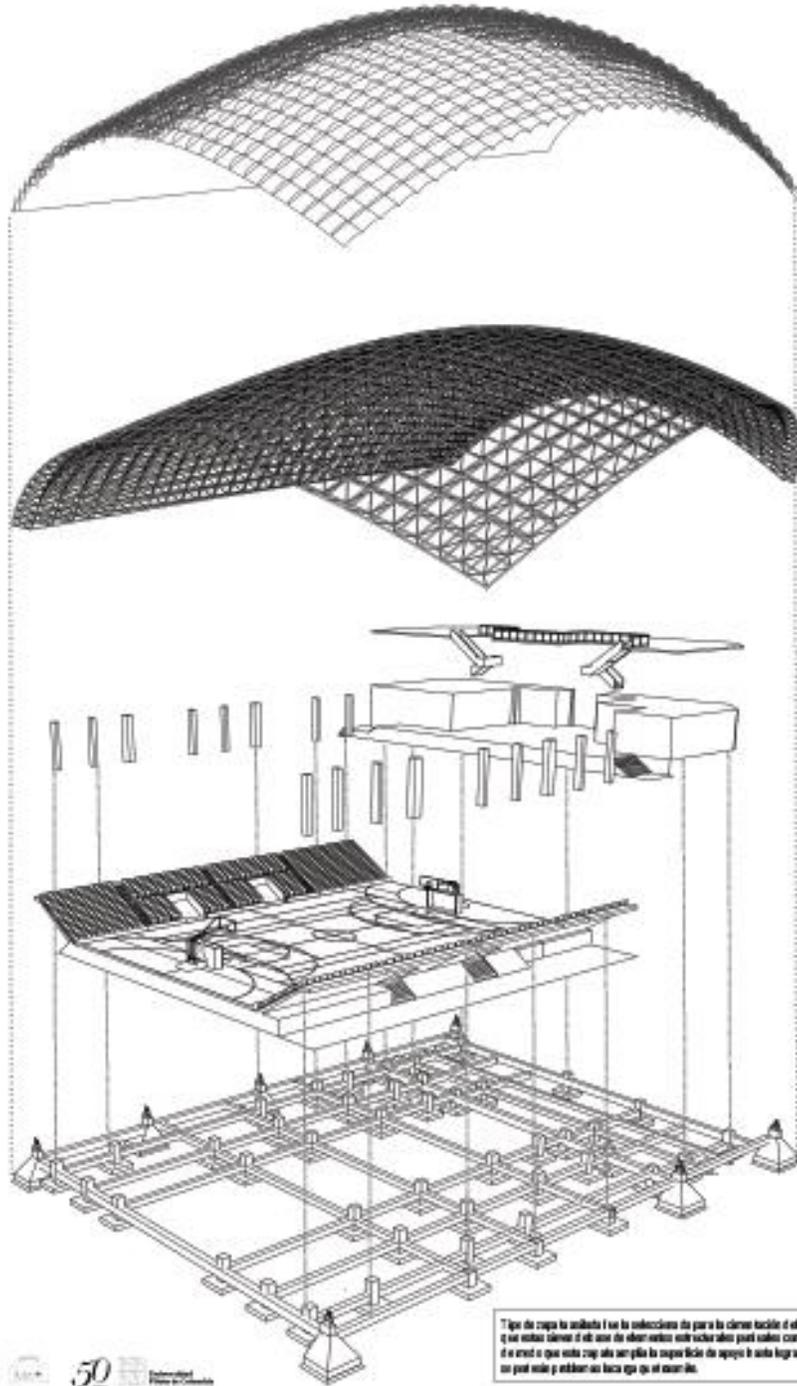


La elección puntual de la altura y la anchura de la estructura de la cubierta, con un espacio en su interior, es la clave para el éxito de la solución.

La elección puntual de la altura y la anchura de la estructura de la cubierta, con un espacio en su interior, es la clave para el éxito de la solución.

ANEXOS TÉCNICOS

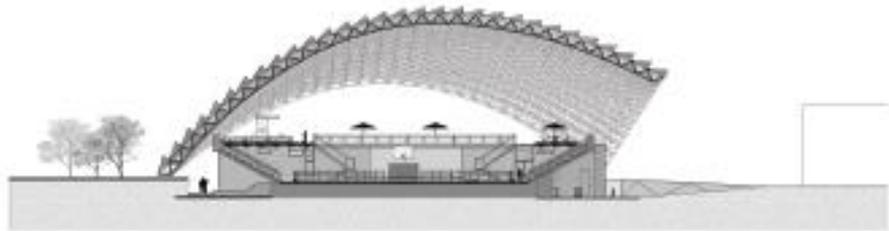
Este sistema de cubierta se basa en una estructura de acero o aluminio, con puentes de apoyo en los bordes y un espacio en su interior. La elección puntual de la altura y la anchura de la estructura de la cubierta, con un espacio en su interior, es la clave para el éxito de la solución.



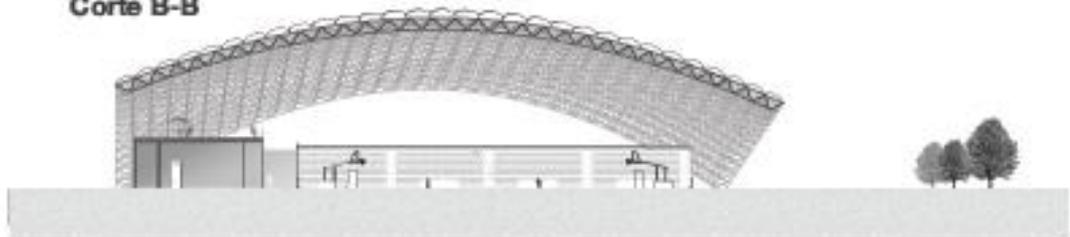
El tipo de carga se analiza y se la selecciona de para la cámara técnica de el proyecto, ya que se debe tener en cuenta el sistema estructural que se va a utilizar como los pilares, el suelo y que esta carga sea según la capacidad de apoyo de cada lugar que se va a utilizar en el sistema de estructura.



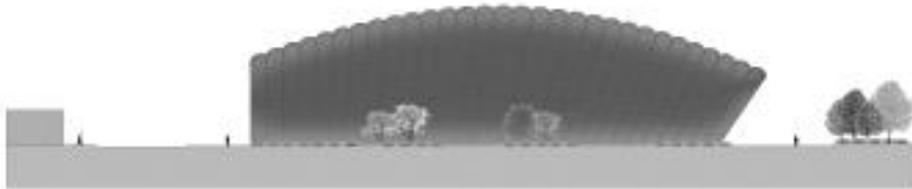
Corte A-A



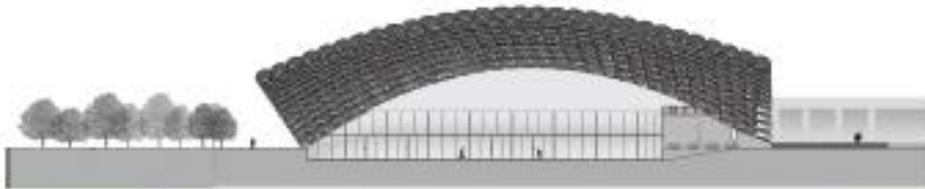
Corte B-B



Fachada lateral - esc:1.200



Fachada frontal- esc:1.200



Parametros - ambientales

