Diseño de un centro empresarial con la implementación de dispositivos de control térmico lumínico y acústico.

Pontificia universidad javeriana

Maestría de habitad y sustentabilidad

Notas de autor

Yesenia Rojas Alvarez, Pontificia universidad javeriana

Financiación propia del estudiante

Trabajo de investigación para proyecto de grado, maestría de habitad y sustentabilidad

Abstract

El confort depende de muchos factores, en estos casos el confort para un centro empresarial requiere de variables como la iluminación, el control térmico, ventilación y audición, estos factores tienen unos rangos según normativa establecida que ayudaran a los usuarios a estar en confort dentro del edificio, por ejemplo: la iluminación para las oficinas debe estar de 300 lux a 750 lux, los niveles de ruido no deben sobrepasar los 65 decibeles y el control térmico debe ayudar a controlar la sobre iluminación y por ende el deslumbramiento, estos aspectos se deben tener en cuenta para evitar diferentes afectaciones que se pueden generar a nivel laboral, social y en temas de la salud en las personas, dicho esto se plantea un interrogante que consiste como diseñar un centro empresarial con dispositivos de control térmico, lumínico y acústico para la ciudad de Popayán.

Para resolver la interrogante planteada, se realiza un análisis cuasiexperimental del lugar, donde se analiza la afectación del sol e iluminación en las posibles fachadas, esto junto con las fuentes de ruido del lugar y diferentes factores que consolidaran un análisis que ayude a diseñar un centro empresarial con la implementación de dispositivos de control térmico lumínico y acústico.

Palabras clave

Diseño solar pasivo, condiciones lumínicas, confort en el espacio, acústica, edificio comercial, Popayán.

Tabla de contenido

Introducción……..……10

Planteamiento del problema……..……11

Justificación……...……12

Pregunta problema……13

Objetivos……..……14

General……..……14

Específicos……..……14

Marco referencial……..……15

Iluminación natural……..….15

Sensación térmica…….…….15

Acústica……...…….…….15

Estrategias bioclimáticas…….……..16

Diseño solar pasivo…….……..16

Dispositivos de control solar…….….…….……..16

Ventilación en edificios……..…..……17

Confort…….……17

Marco teórico…….…….…..18

Que es un centro empresarial…….…….…….18

Iluminación para oficinas……...…….….18

Confort térmico en una oficina…….……..19

Confort acústico en oficinas……..…..19

Cargas internas en el edificio……...…20

Que es control pasivo……..…….20

Arquitectura solar pasiva……..……21

Que elementos de la arquitectura solar pasiva ofrecen protección solar……..22

Metodología…….……23-24

Proyecto hipotético……25
Contexto del lugar…….26
Localización…….26
Jerarquización vial……..…….26
Zonas de ruido…….…….27
Usos de la zona…….…….27
Existencias arbóreas…….27
Informe climático……..29
Temperatura…….29
Mapa de calor…….…..29
Radiación…….…….29
Ventilación por fachada……...…31
Viento…….…….…….31
Humedad…….…….32
Informe bioclimático…….34
Cálculo de confort…….35
Requerimientos de climatización pasiva……..….35
Calentar……...……..36
Aerotermia…….36
Aprovechamiento de la radiación solar……..…36
Aislamiento de la envolvente…….……37
Mantener……..…….37
Requerimientos de ruido……..…….37
Requerimientos de iluminación……37
Carta psicométrica…….……38
Estrategias climáticas pasivas……...……39
Cargas internas……..39

Protección solar……...….40

Proyecciones de aleros…….…..40

Fachadas de control solar……40

Pantallas o filtros solares…….41

Vegetación……...…41

Ventilación cruzada…….41

Recomendaciones……..42

Acústica……42

Ventilación……...42

De forma ……..……42

Proceso de diseño…….…….43

Cuadro de áreas……43

Determinantes del proyecto……..…44

Viento……..……44

Dirección del sol……45

Determinante urbano……..……45

Viento…….……46

Propuesta de diseño……...……47

Composición volumétrica……...…47

Aperturas del volumen y rotación de fachada con respecto al sol y viento……47

Retrocesos volumétricos……48

Espacialidad……..…… 49

Zonificación……..……50

Diseño solar pasivo……..……51-52

Propuesta de diseño de fachada…….…53

Diseño protecciones solares……53-54

Análisis de sombras ……55-56

Resultados iluminación natural ……57

Resultados ventilación cruzada……58

Propuesta de materiales …….……59-60

Cálculo de cargas internas ……61

Aporte calor por persona……..……61

Aporte de calor por equipos……61-62

Ganancias de iluminación……62

Resultados cargas internas……..…… 63-65

Anexos……..…66-71

Planimetría planta primer piso……63

Planimetría planta tipo……64

Planimetría de cubiertas…….……65

Cortes arquitectónicos……..……..……66

Fachadas arquitectónicas……..……..……67

Imagen del proyecto……..…….……68

Biografía ……..……69

Lista de tablas

Tabla 1: aporte de calor típico de equipos de oficina……41

Tabla 2: cálculo de carga térmicas aportada por el personal……..…64

Tabla 3: ganancia de calor de equipos y auxiliares……..….64-65

Lista de figuras

Figura 1: jerarquización vial…….…28

Figura 2: Zonas de ruido…….…..29

Figura 3: Usos de la zona……..……29

Figura 4: masa arbórea……..30

Figura 5: temperatura Popayán……...…..30

Figura 6: mapa de calor…….……31

Figura 7: estadísticas de temperatura……..…..31

Figura 8: radiación global y difusa……...….32

Figura 9: radiación por fachada…….……33

Figura 10: vientos……..…34

Figura 11: humedad……..…….35

Figura 12: estadísticas de humedad……...35

Figura 13: formula de confort ASHRAE 55…….36

Figura 14: temperatura mínima y máxima……37

Figura 15: temperatura promedio……..……38

Figura 16: requerimiento de ruido……...……..39

Figura 4: requerimiento lumínico……..40

Figura 17: carta psicométrica……...…….45

Figura 18: cuadro de áreas……..……..46

Figura 19: determinantes de viento……..47

Figura 20: determinantes dirección solar……..47

Figura 21: determinante urbano……48

Figura 22: determinante de ruido……..49

Figura 23: ruidos del entorno……..…..50

Figura 24: direccionamientos del volumen hacia los vientos…….50

Figura 25: rotación y direccionamientos……...51

Figura 26: retroceso de volumen…….……..51

Figura 27: barrera arbórea……...…..51

Figura 28: espacialidades ……52

Figura 29: zonificación……53

Figura 30: horas en desconfort……..53

Figura 31: diseño solar pasivo fachada nor oeste…….54

Figura 32: horas en desconfort……..54

Figura 33: diseño solar pasivo fachada sur oeste ……..…54

Figura 34: zona de confort……..……..55

Figura 35: ángulo con alero 48°……....55

Figura 36: Protecciones solares fachadas nor oeste…….55

Figura 37: zona confort……56

Figura 38: ángulo con alero 48°……56

Figura 39: Protecciones solares fachadas sur oeste……...……56

Figura 40: sombras 21 de junio 1:00 pm…….……..57

Figura 41: sombras 21 de marzo 1:00 pm……..…58

Figura 42: sombras 21 de diciembre 1:00 pm……...58

Figura 43: iluminación natural …….59

Figura 44: resultado ventilación……..……..60

Figura 45: material de cubierta…….61

Figura 46: material de muros……62

Figura 47: material de vidrio…….63

Figura 48: luminaria tipo……..64

Figura 49: algoritmo cargas internas……65

Figura 50: temperatura interior modificada……..…66

Figura 51: temperatura exterior…….66

Figura 52: zona de confort……...….67

Figura 53: planta primer piso……....68

Figura 54: planta tipo……..…..69

Figura 55: plantas cubiertas……..70

Figura 56: cortes arquitectónicos……..71

Figura 57: fachadas arquitectónicas……..…72

Figura 58: imagen del proyecto…….73

Introducción

Las condiciones laborales de las personas que trabajan en los diferentes centros empresariales se ha visto afectada, pues cerca de cinco millones de personas de entre los 25 a 50 años dentro del país se ven afectadas en temas de visión, por la falta de iluminación en las oficinas, así mismo las condiciones acústicas y térmicas no son las mejores , pues se está limitando e construir pequeños cubículos encerrados de oficinas sin ventilación y demás requerimientos establecidos en normativas, esto ha ocasionado que los usuarios se sientas en desconfort dentro de los espacios laborales.

La iluminación, ventilación, confort térmico y audición hace parte de una de las estrategias más importantes en el diseño para un centro empresarial, pues los usuarios están una gran jornada en estos espacios y requieren de espacios que cuenten con condiciones epitimas para laborar (Aguilar, 2019) el adecuado diseño debe establecerse tanto desde las fachadas con los diferentes dispositivos de control solar pasivo, como en el interior con los niveles óptimos de iluminación, ventilación y acústicos, pues estos permitirán a los usuarios encontrarse en una zona de confort, en función de prestar servicios de habitabilidad, lo que será esencial para el buen desarrollo laboral y social.

Las normativas para centros empresariales, específicamente en el área de oficinas, presentan aspectos principalmente de iluminación, donde los rangos de esta deben encontrar de 300 a 750 luxes, en temas de acústica según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con la Resolución 0627 no se debe sobrepasar los 65 decibeles, esto sin descuidar claramente niveles óptimos de ventilación para así mantener un confort térmico.

Planteamiento del problema

Los modelos destinados para centros empresarias que han predominado en Hispano América durante las últimas décadas, generan soluciones orientadas hacia los aspectos cuantitativos, mientras que la calidad en temas térmicos, iluminación y ventilación es subvalorada. (Baena Bermúdez & Olaya Pérez 2015) así mismo en Colombia los centros empresariales se están construyendo sin tener en cuenta un estudio previo de los niveles de iluminación adecuados que requieren los usuarios dentro de las oficinas y diferentes aspectos térmicos pal confort de estos (Olgyay, 1968, p24) lo cual ha llevado a diferentes problemáticas tanto laborales, sociales y afectaciones en la salud de los usuarios en el momento de habitar los espacios, según el Ministerio de Salud y Protección, en el país se estima que entre la población laboralmente activa entre los 25 a 50 años, cerca de cinco millones de personas tienen diferentes problemas de visión, esta es una de las consecuencias de la construcción de edificios sin tener en cuenta un análisis lumínico para las fachadas y cuáles son los materiales adecuados para la construcción de estas.

Hacia la comuna 2 de Popayán, en la zona norte, se presenta un déficit de construcción en centros empresariales que cumplan con los niveles de iluminación, ventilación, audición y control térmico establecido según la normativa, esto se ha convertido en una problemática latente ya que se debe buscar el confort para los usuarios, además, alertar acerca de la necesidad de implementar soluciones y alternativas de cambio amigables con el medio ambiente.

Justificación del problema

El presente trabajo busca mejorar las condiciones laborales de los usuarios, en cuento a la calidad de los espacios en un centro empresarial, esto teniendo en cuenta las condiciones óptimas de iluminación, ventilación, audición y factores térmicos, por consiguiente esto significa un gran aporte para mejorar las condiciones de vida de las personas, pues, se busca llegar a tener una buena calidad de vida en las zonas de trabajo, brindando nuevas posibilidades de calidad a fin de los usuarios, presentando así espacios dignos de trabajo, pues si bien, la Ley 52 de 1993 establece que los trabajadores tienen el derecho y el deber de trabajar en condiciones de trabajo seguras,, dicho esto, la importancia del proyecto radica en el impacto a nivel social, puesto que la información obtenida se canalizará en los diferentes entes competentes en el área, para que estos tomen decisiones al respecto y así se puedan brindar mejores oportunidades para los usuarios que se encuentran en vulnerabilidad, se progresara en las disponibilidades de los diferentes espacios que hacen parte de un centro empresarial, esto ayudando a mejorar el déficit cualitativo, preocupándose por la espacialidad y como habitaran las personas en ellas.

Dada la ausencia en temas de, brindar centros empresariales con espacios de calidad lumínica, térmica y acústica en la ciudad Popayán, se desprende de este trabajo el impacto para el futuro de estas comunidades, pues se concientiza a los entes profesionales, que tal como se expresa en el artículo 123 de la constitución de los derechos humanos, todas las personas tienen derecho al trabajo digno, llegándose a considerar, entonces, que las personas merecen espacios seguros y de calidad donde puedan realizar las actividades involucradas y se brinde, estabilidad, confort y seguridad. (Aguilar, 2019)

Pregunta problema

¿Como diseñar un centro empresarial para la ciudad de Popayán con dispositivos de control térmico, lumínico y acústico que ayuden a mejorar las condiciones de confort?

Objetivos

General

- Diseñar un centro empresarial con la implementación de dispositivos de control térmico, lumínico y acústico para mejorar las condiciones de confort.

Específicos

- Realizar un análisis del sector para conocer las condiciones térmicas, lumínicas y acústicas del lugar.
- Definir las necesidades y requerimientos base de iluminación, térmicos y acústicos para oficinas de un centro empresarial en la ciudad de Popayán.
- Plantear estrategias bioclimáticas que ayuden a mejorar el confort dentro de las oficinas.
- Calcular las condiciones térmicas, lumínicas y acústicas interiores para un centro empresarial.

Marco Referencial

Iluminación natural

Hace referencia a la luz que proviene de las fuentes naturales, por ejemplo, el sol, estrellas, relámpagos, fuego o también la bioluminiscencia de lo que son algunos organismos vivos, sin embargo, a esta también se le conoce como luz solar o luz diurna.

La iluminación natural es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en el diseño de los espacios cotidianos y de trabajo, esto debido a que aporta beneficios para la salud y el bienestar de las personas tanto en ámbitos labores como familiares. Además, es un factor importante en la sostenibilidad de los edificios. (Magali Bodart, diciembre 2010)

sensación térmica

La sensación térmica son las reacciones del cuerpo humano ante un conjunto de condiciones que se determinan en el espacio habitado, esto tomándolo desde una perspectiva térmica. En el diario vivir es normal decir que hace calor o frío, esto teniendo en cuenta el termómetro corriente, pero no solo la temperatura que da el termómetro determina la sensación que siente el cuerpo humano, pues hay otros factores que influyen, los cuales incrementan o mermen la sensación térmica, puede ser factores de cultura, vestimenta y demás. (Scimago Institutions, 2012)

Acústica

La acústica es una rama de la física que se encarga de estudiar el sonido, la generación de este y diferentes factores como su propagación, recepción, diferentes aplicaciones tecnológicas que este tiene, así mismo es el encargado de estudiar las ondas mecánicas que se propagan a través de lo que hoy conocemos como materia. (Montaño-Erazo, 2014)

Estrategias bioclimáticas

Las estrategias bioclimáticas tienen en cuenta diferentes factores del entorno de un edificio o lugar, estos están relacionados con el clima local, permitiendo aprovechar los recursos naturalmente disponibles en el lugar, para favorecer el confort interior de los espacios y reducir el consumo de energía que está destinado al acondicionamiento térmico. (Silva, 2021)

Diseño solar pasivo

Se trata de un tipo de construcción que emplea el propio edificio para garantizar que se utilice la luz del sol como recurso natural este tipo de construcciones recolectan la energía y la distribuyen a través del edificio de manera eficiente buscando un confort en los espacios. Esta estrategia a diferencia de las formas tradicionales que utilizan diferentes mecanismos funciona por sí misma sin necesidad de terceros. (Elsinger, 2020)

Dispositivos de control solar

Los dispositivos de control solar son sistemas que permiten controlar y aprovechar la radiación solar de manera óptima. Se utilizan para: Ahorrar energía en la calefacción y refrigeración de edificios y viviendas, Aprovechar la iluminación natural, Mejorar la eficiencia energética, Proveer un ambiente cómodo. (Elsinger, 2020)

Ventilación en edificios

La ventilación de un edificio está compuesta por el aire, el cual es un fluido que se busca que llegue a todos los espacios interiores de un edificio, la principal característica de este es comenzar a reemplazar el aire de un espacio, por otro más fresco, para así eliminar contaminantes y mantener la salubridad. (filipiin, 2018)

Confort

Situaciones de comodidad y bienestar (Elsinger, 2020)

Marco teórico

Que es un centro empresarial

Es un edificio que presta diferentes servicios y espacios a empresas y a la comunidad para que puedan maximizar sus negocios y obtener beneficios de los espacios. Estos centros pueden tener diferentes funciones, como:

- Acoger a las empresas en fase de desarrollo o creación
- Ofrecer espacios de locales con alquileres.
- Proporcionar instalaciones y servicios comunes con el fin de impulsar a las empresas.
- Ofrecer espacios donde se pueden comercializar productos
- Aumentar la productividad de empresas en desarrollo.
- Ofrecer comodidad de espacios a los clientes. (Jardón, 2011)

Iluminación para oficinas

La iluminación se debe encontrar en todos los espacios de un edifico, esta sin embargo según normativa presenta unos rangos específicos de iluminación para cada espacio, por ejemplo, para las oficinas debe presentar un rango de 300 a 750 luxes, ese requerimiento es el óptimo ya que se debe garantizar una visibilidad adecuada y un confort visual para realizar las tareas diarias, esto según la normativa EN 12464

La mejor opción para iluminar un espacio es por los medios naturales, si entra el sol de forma directa, se pueden usar cortinas o estores para atenuarlo, sin embargo, las oficinas requieren de iluminación artificial en algunos momentos, lo ideal es que la luz sea blanca

porque esta ayuda a mantener la concentración y reduce la fatiga visual, Mejora el estado de ánimo y consume menos energía que otras. (Encinas, 2010)

Confort térmico en una oficina

El confort térmico hace referencia a la relación entre la satisfacción de los usuarios o trabajadores para con el ambiente térmico en el que se encuentran. Para lograr que las oficinas tengan un confort se debe tener en cuenta varios factores, como:

- Temperatura: El Real Decreto 486/1997 estipula que la temperatura ideal para trabajos sedentarios como estar oficinas debe estar entre 17 y 27 grados, mientras que para trabajos ligeros debe estar entre 14 y 25 grados.
- Renovación del aire: es importante que el aire de los espacios tenga una circulación constante y así se renueve adecuadamente. (Santos, 2020)

Confort acústico

El confort acústico en una oficina es muy importante, este debe ser muy tenue ya que las personas necesitan concentración en su jornada laboral, siendo así se debe tener la capacidad de crear un ambiente en el que el ruido no interfiera en la concentración, la comunicación y el bienestar de los empleados. Para lograrlo, se pueden implementar soluciones acústicas como:

- Materiales fonoabsorbentes

Este es un material que absorbe el ruido y evita su propagación en el espacio de trabajo.

- Mamparas separadoras

Con dispositivos se pueden crean zonas de trabajo para fomentar la concentración y evitar la interferencia de ruidos.

- Distribución adecuada del mobiliario

Los equipos ruidosos, como impresoras o servidores, se deben colocar en zonas específicas para que no interfieran con la concentración en las oficinas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera los 65 decibelios como el límite superior deseable de ruido. (Quispe, 2018)

Cargas internas en un edificio

Las cargas internas de un edificio son todos aquellos factores que cambian el estado interior de temperatura y demás en un edificio o construcción, principalmente por las fuentes internas de energía, estos factores tienen que ver con la cantidad de personas, la iluminación y los equipos eléctricos.

La carga interna media (CFI) de un espacio utilizado se puede calcular considerando la densidad de las fuentes internas de calor. Para ello, se deben tomar en cuenta las cargas por hora a lo largo de una semana tipo. (Rolon, 2021)

Que es control solar pasivo

El control solar pasivo tiene la funcionalidad de captar, bloquear, acumular o transformar el calor del sol por medio de dispositivos pasivos como, aleros, vegetación y demás. Para ello, se utilizan elementos arquitectónicos que permiten:

- Captar la radiación solar, como ventanas, lucernarios o claraboyas

- Bloquear la radiación solar, vegetación, aleros, pérgolas o toldos.
- Absorber la radiación solar para transmitirla a los espacios habitables, como superficies externas
- Acumular el calor en las paredes, cubiertas y demás elementos constructivos, como muros trombe o techos de acumulación de calor

Los sistemas solares pasivos bien diseñados pueden:

- Reducir el consumo eléctrico de los edificios.
- Disminuir los costos en cuanto a la calefacción en espacios interiores, refrigeración e iluminación
- Proporcionar luz natural durante todo el año
- Aportar confort a la vivienda

Para diseñar edificios con sistemas pasivos, es primordial conocer el clima del lugar a trabajar y cómo la temperatura y la radiación solar afectaran en la construcción. (Elizondo-Mata, 2021)

Arquitectura pasiva

Se entiende por arquitectura pasiva toda aquella que permite llegar a un confort térmico interior sin la intervención de mecanismos o dispositivos activos que consuman gran cantidad de energía. Es decir, aprovechando los recursos del exterior de forma pasiva con em medio ambiente y sin consumo energético por medio de la propia arquitectura.

En el caso de la arquitectura solar pasiva, el recurso disponible a emplear es la radiación solar, esta se puede aprovechar para calentar de forma pasiva un espacio, Sin embargo, cuando lo que se busca es bloquear la radiación solar y evitar que esta perjudique en los

espacios interiores, para así, alcanzar el confort y que los usuarios se sientan a gusto en sus zonas de trabajo, se debe utilizar protección solar para edificios. (Mateo, 2023)

¿Qué elementos de la arquitectura solar pasiva nos ofrece protección solar?

La arquitectura solar pasiva puede presentar diferentes formas de bloquear la radiación solar no deseada hacia el interior de os espacios. Se pueden implementar elementos propios de la arquitectura que tienen que ver con la misma envolvente del edificio o bien con la ayuda de dispositivos o elementos que se añaden e instalan en el edificio.

Para el control solar se pueden emplear elementos de protección solar fijos y elementos de protección solar móviles, los fijos actúan de la misma manera en todas las estaciones del año. Los segundos, al ser móviles, se pueden activar a medida que el usuario lo desee y cuando sea necesario bloquear la radiación, así mismo, se puede desactivar cuando sea adecuado dejar pasar la radiación solar para su aprovechamiento, estos tienen una característica especifica donde se puede realizar un accionamiento manual o motorizado. En cuanto a energía consumida, los dispositivos fijos no consumen energía y dependen del comportamiento del usuario. Por el contrario, los otros dispositivos son eléctricos, por lo cual no son pasivos debido a que consumen energía. (Mateo, 2023)

Metodología

El tipo de metodología cuasiexperimental aplicada en el diseño, con un enfoque cuantitativo, el cual tiene la finalidad el diseñar un centro empresarial con la implementación de dispositivos de control térmico lumínico y acústico. Se utilizo investigación documental y observación de campo para la recopilación de información necesaria en el proceso de diseño.

En primera instancia se establecen unas características cualitativas en el diseño que responden a las condiciones ambientales del lugar. Posteriormente se pasa a un proceso cuasiexperimental con la implantación de simulaciones térmicas y lumínicas para cuantificar las condiciones interiores del edificio. Las etapas que contribuyen al proceso de diseño y evaluación son las siguientes.

- Recopilación de datos: Observación del entorno inmediato a trabajar y recopilación de información climática de la zona, también se tomaron medidas de decibeles con ayuda de un sonómetro para saber el nivel de ruido de la zona.
- Diagnóstico: se analizó la información obtenida para establecer los requerimientos de climatización que se necesitaba para el centro empresarial y así establecer las bases que dirigen el proceso de diseño.
- Propuesta: Se hace el desarrollo de la propuesta arquitectónica partiendo de un esquema base, incorporando determinantes de diseño tanto naturales como físico construidas.
- Evaluación de la propuesta: en esta etapa de realizan las simulaciones evaluativas del edificio, estas permiten observar los rangos deseados de iluminación,

ventilación y condiciones térmicas adecuadas que permiten mejorar el confort al interior de las oficinas.

Hipótesis

El proceso de diseño de un centro empresarial para la ciudad de Popayán comienza con un análisis y estudio climático, este ayuda a determinar los factores que inciden directamente sobre el área a trabajar, variables como temperatura, influencia de radiación y viento. De acuerdo a los rangos que estos factores presentan, se establecen dispositivos pasivos que ayuden a mejorar las condiciones establecidas de confort para oficinas, esto teniendo en cuenta los requerimientos térmicos, lumínicos y acústicos para las zonas de trabajo. Realizar un análisis climático previo, ayudaría a implementar los dispositivos adecuados, mejorando la calidad y conficiones laborales, en los espacios de trajo de los usuarios.

Contexto del lugar

Localización

La ciudad de Popayán se encuentra localizada en el departamento del Cauca, dentro del valle de Pubenza entre la cordillera occidental y central, al suroccidente del país, cuenta con una extensión de 512km2 donde su altitud media es de 1760 m sobre el nivel del mar y su precipitación media anual de 1941 mm.

El lote se encuentra sobre la carrera 9 norte, eje estructurante de la ciudad con alto flujo vehicular y dinámicas tanto educativas como comerciales.

Contexto: jerarquización vial

Imagen 1 *jerarquización vial*

Eje estructurante- alto flujo vehicular, carrea 9

Vía secundaria – bajo flujo vehicular

Vía privada del Sena.

Lote

Entorno

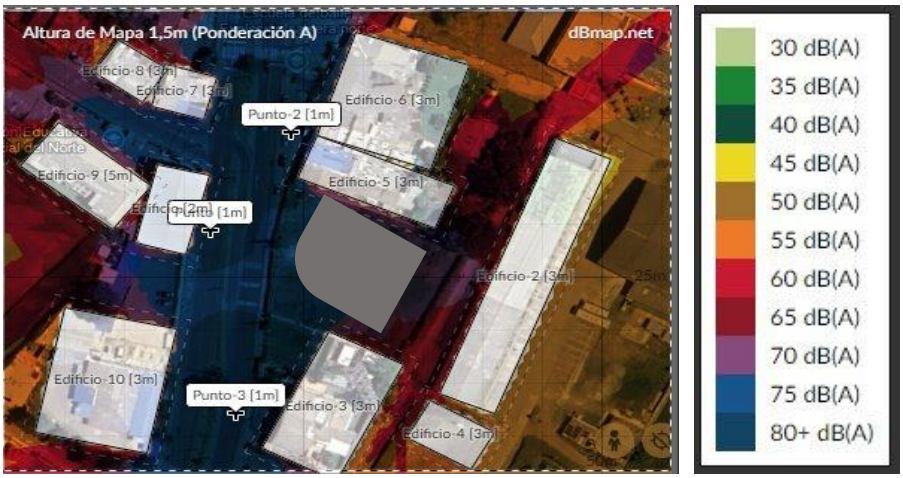
Zona deportiva

Fuente*: elaboración propia*

Dentro del área a trabajar se presenta un alto flujo vehicular sobre la carrera 9 norte, la cual es la vía de acceso al lote y presenta diferentes dinámicas de movilidad, tanto peatonal como motorizada por las diferentes dinámicas del sector, estas van desde comerciales a educativas y residenciales

Zonas de ruido

Imagen 2 *Zonas de ruido*



Fuente*: dBmap.net*

La carrera 9 es un eje con carga pesada ya que es la vía principal de la ciudad, debido a esto se presentan altos niveles de decibeles, los cuales sobrepasan los 75 db.

Usos de la zona

Imagen 3 *Usos de la zona*

Fuente*: elaboración propia – AutoCAD*

La zona cuenta con diferentes tipos de suelos donde se presentan actividades educativas, comerciales y residenciales, estas hacen que el lugar tenga un alto número de población flotante para beneficiarse de este tipo de servicios, aumentando así el tránsito en la zona.

Existencias arbóreas

Imagen 4 *Arborización*

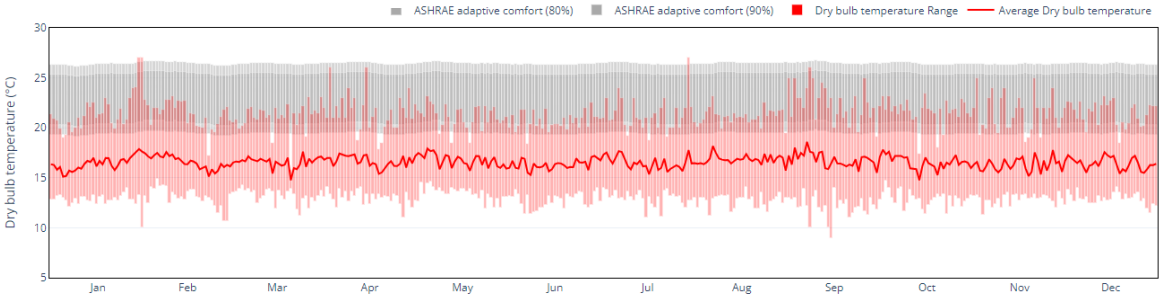
Fuente*: elaboración propia: AutoCAD*

Se presentan arboles de sombra hacia la vía privada del Sena y lotes vecinos al área de trabajo, estos árboles son de tipo jardín, algunos frondosos con pocas raíces, cumplen la función de una masa protectora que evita la fácil visibilidad hacia las viviendas o interior de los lotes que se encuentran en la zona, estos también ayudan a dispersar los ruidos del exterior.

Informe climático

Temperatura

Imagen 5 *Temperatura*

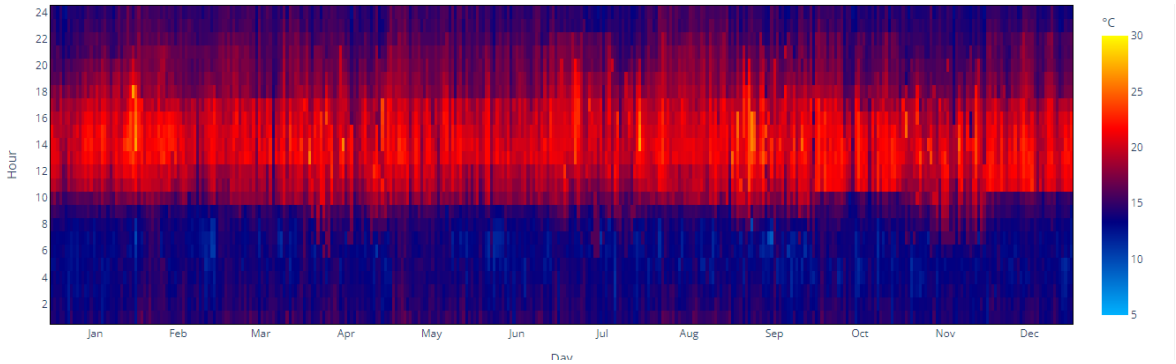


Fuente*: Herramienta CBE clima*

En la ciudad de Popayán se presentan veranos cortos al igual que los inviernos, durante el transcurso del año la temperatura generalmente varía mucho, los picos más altos se encuentran en los meses de enero, abril, junio y septiembre donde se llega hasta los 27 grados, los picos donde la temperatura se encuentra más baja son enero y septiembre con 12 y 16 grados, el resto del año estas varían de 22 a 24 grados.

Mapa de calor

Imagen 6 *mapa de calor*



Fuente*: Herramienta CBE clima*

El mapa de calor de la ciudad de Popayán tiene puntos muy calientes como fríos, los momentos más calientes se encuentran en enero a partir de la 1 de la tarde hasta las 6 de la tarde con 25 grados el día 30 del mes. Anualmente la temperatura de 11:30 de la mañana a 6 de la tarde varía entre los 20 grados a 23 grados, donde los momentos más fríos son desde las 2 de la mañana a 10:30 de la mañana con temperaturas que van de los 12 grados a 14.

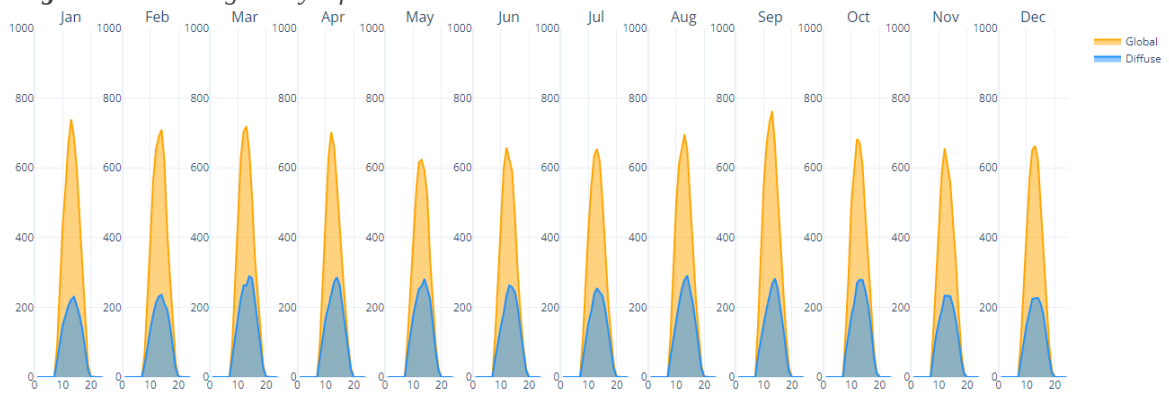
Imagen 7 *Estadísticas*

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Máxima	24 °C	24 °C	24 °C	23 °C	24 °C	24 °C	24 °C	25 °C	24 °C	23 °C	23 °C	23 °C
Temp.	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	18 °C	18 °C
Mínima	15 °C	15 °C	15 °C	15 °C	15 °C	14 °C	14 °C	14 °C	15 °C	15 °C	14 °C	15 °C

Fuente*: Herramienta CBE clima*

Radiación

Imagen 8 *Radiación global y difusa*

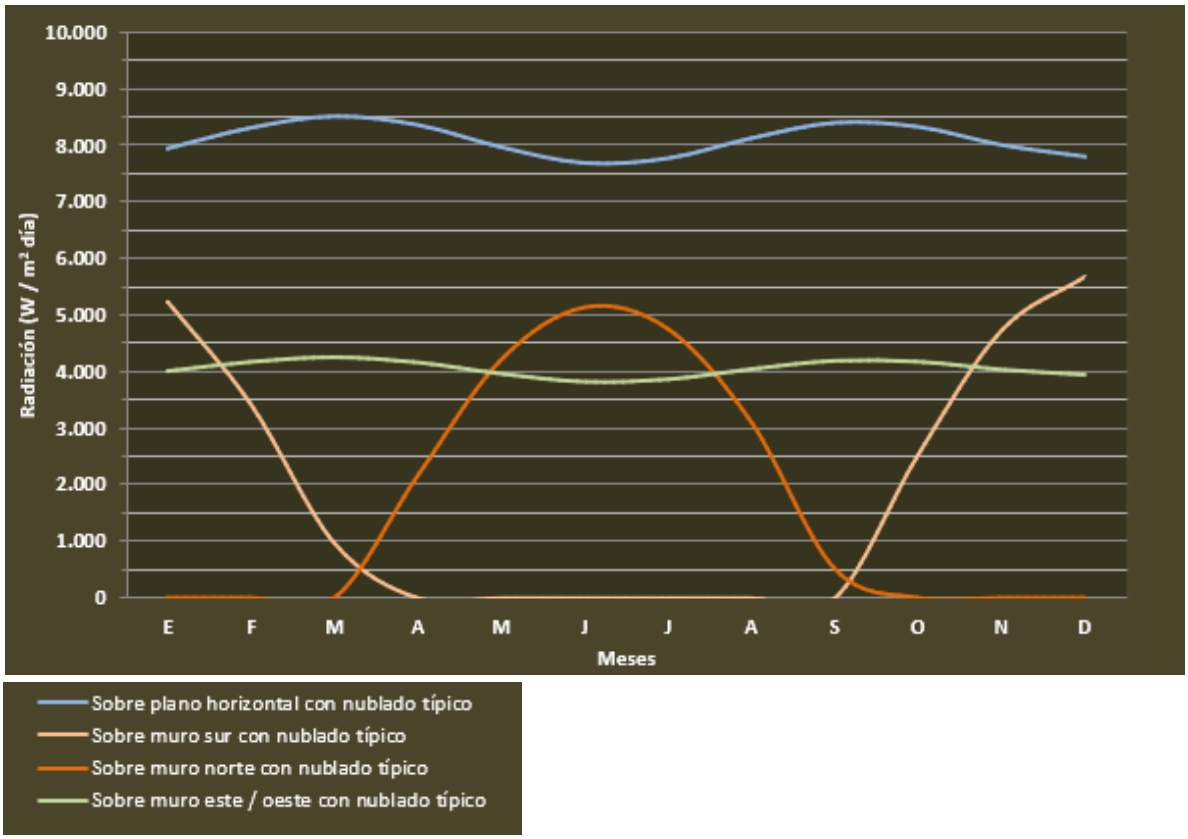


Fuente*: Herramienta CBE clima*

La radiación difusa más alta se encuentra en los meses de marzo, abril, mayo, agosto septiembre y octubre donde varia desde 282.00 a 291.00 Wh/m2, el resto de los meses se encuentra entre 224.00wh/m2 y 262.00wh/m2

Radiación por fachada

Imagen 8 *Radiación incidente*



Fuente*: bioclimarq*

Sobre el plano horizontal la radiación incidente tiene un crecimiento entre los meses de febrero, marzo y abril llegando a 8,498 w / m2 con decrecimiento hacia junio con 7,780 w/m2 y volviendo a subir para los meses de septiembre y octubre con 8,319 w/m2.

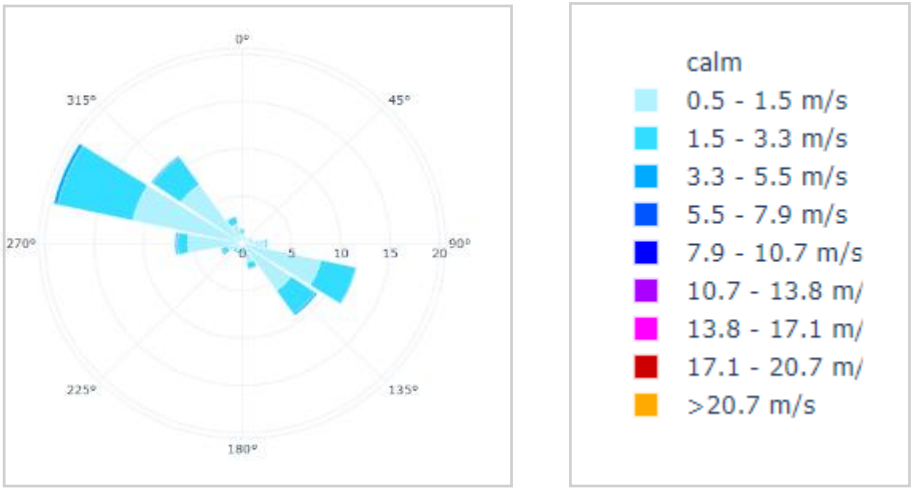
Para el plano sur con nublado típico se presenta una gran curva que decrece desde enero hasta marzo, comienza en enero con 5,218 w/m2 hasta marzo con 0 w/m2, esta se hace contante en 0 después de este mes hasta septiembre y aquí comienza a aumentar hasta llegar a diciembre con5,218 w/m2.

Sobre el muro norte la radiación comienza en 0 w/m2 desde el mes de enero, comenzando a subir para marzo y llegar a 4,755w/m2 en junio, aquí comienza a decrecer hasta septiembre con 0w/m2 y volverse constante en 0 w/m2 de ahí hasta diciembre.

Para el muro este y oeste con nublado típico se presentan variaciones más bajas en comparación a las demás, la radiación comienza 4.000 w/m2 en enero, sube a 4,256 para marzo y vuelve a bajar a 4.000 w/m2 en mayo, el punto más bajo se encuentra en junio donde llega a 3,861 w/m2, sin embargo, vuelve a subir hasta septiembre con 4,176 w/m2, llegando a diciembre con 3,953 w/m2.

Viento

Imagen 9 *Vientos*



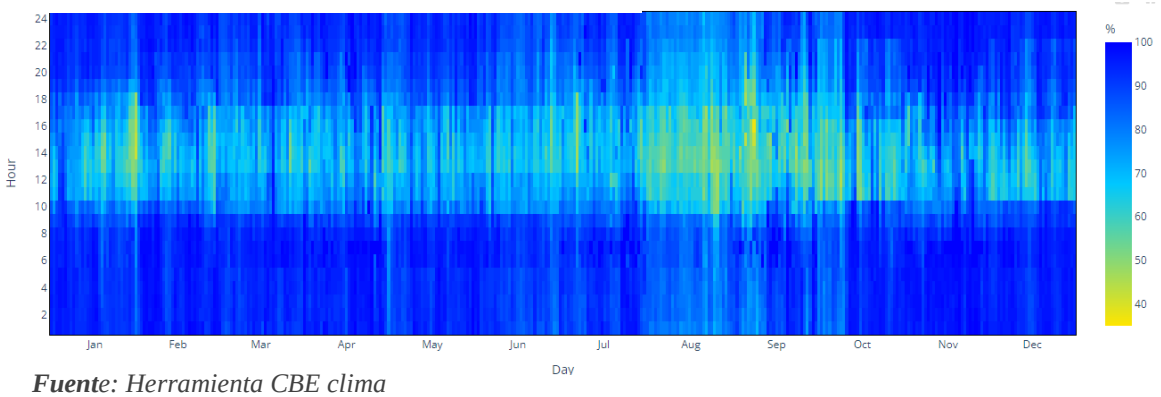
Fuente*: Herramienta CBE clima*

Los vientos predominantes anuales de 8 de la mañana a 6 de la tarde, hora laboral vienen de oeste nor oeste con frecuencia de 7,80 grados y de 1.5 a 3.3 m/s.

Humedad

Mapa de humedad por horas

Imagen 11 mapa de calor diario



***Fuente**: Herramienta CBE clima*

La humedad en la ciudad de Popayán presenta unos picos muy altos y bajos, en los meses de agosto y septiembre entre las 10 am y 8 pm se presentan desde un 42% a 45% siendo estos los más bajos, los meses desde marzo a julio están entre 91% a 93% de 8 am a 10 am y de 10 am a 4 pm en 61% a 77%, de 4 pm a 6pm varia de 77% a 94%.

***Imagen 12** Estadísticas*

mes	significar (%)	estándar (%)	mín (%)	1% (%)	25% (%)	50% (%)	75% (%)	99% (%)	máx (%)
Ene	84.4	11,95	42	51,43	76,75	89	93	98	99
Feb	86,54	11.43	54	56	79	90,5	96	100	100
Mar	85.33	10.33	51	61	77	89	94	99	100
Abr	86,42	10,79	54	58,19	78	90	95	100	100
Puede	85.35	10.4	57	60	78	89	94	99	100
Jun	82.32	10.16	52	60	74	85	90	98	99
Jul	83.35	10,98	47	54	76	86	92	100	100
Ago	72,67	10,94	46	48	64	75	82	90	93
Sep	77,22	13.82	37	49	66	79	89	100	100
Oct	81.32	13.28	45	49,43	71	84	93	98	100
Nov	88,98	10.45	57	60,19	83	94	97	100	100
Dic	86,62	11.08	54	58	80	91	95	99	100
Año	83.35	12.16	37	52	75	86,5	94	100	100

***Fuente**: Herramienta CBE clima*

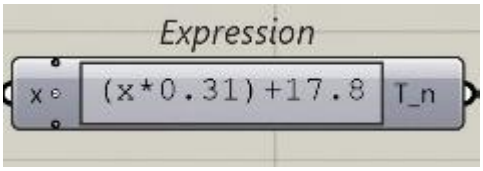
En la gráfica de estadísticas se obtiene que la humedad relativa anual mínima es de 37%, la máxima de 100% y la estándar de 12.16%

informe bioclimático

Cálculo de confort adaptativo

El cálculo de confort adaptativo es un modelo donde se relaciona la temperatura del aire exterior con la temperatura interior de confort en un edificio, esta se basa en la idea donde existe una correlación estadística significativa entre las dos, la formula a implementar será la del modelo adaptativo llamado proyecto ASHRAE 55 (X 0.31) + 17.8 , donde X es la temperatura promedio anual, multiplicado por factor 0,31 y sumarle a este resultado 17,8, el resultado será la temperatura neutra anual, a la cual siguiendo los parámetros de la ASHRAE 55 se le sumaran 2.5 ° y restaran 2.5° para así obtener el rango de confort en este caso para la ciudad de papayan, siguiendo estos parámetros se tiene el siguiente rango de confort.

Imagen 13 *Formula de confort ASHRAE 55*



Fuente*: ASHARE 55 55*

19 x 0.31= 5,89 + 17.8 = 23,69

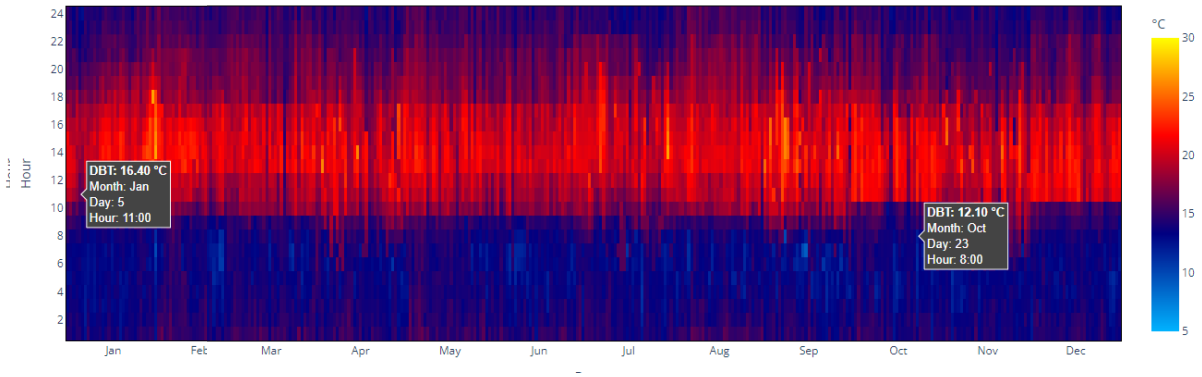
Rango de confort = 21,19 a 26,19

Requerimientos de climatización pasiva

Calentar

La climatización pasiva es una técnica donde se puede calentar el edificio con fuentes de energía y calor, esto sin diferentes dispositivos eléctricos. Para una ciudad como papayan donde en las mañanas de 8 am a 10:30 am las temperaturas varían de 12.1° a 16 °, saliéndose de la zona de confort donde por mínimo es de 16.5° se requiere climatización pasiva, donde se caliente el edificio anualmente entre las 8am a 11am ya que después de las 11am la temperatura comienza a subir de los 16.5°

Imagen 12 *Temperatura mínima y máxima de 8:00 am a 11:00 am*



Fuente*: Herramienta CBE clima*

Algunas estrategias de climatización que se pueden tener en cuenta para calentar el edificio son:

- **Aerotermia**

  Consta de aprovecha la energía térmica que se encuentra en el aire exterior para generar calefacción, refrigeración y agua caliente.

- **Aprovechamiento de la radiación solar**

  Obtener y utilizar la radiación solar que se capta través de las ventanas y superficies de vidrio, esto para poder calentar el aire, el suelo y las paredes.

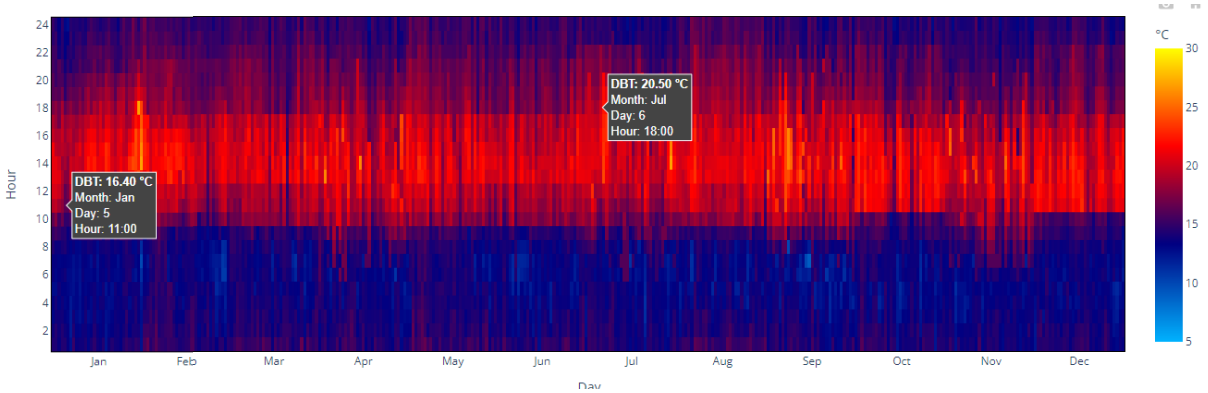
- **Aislamiento de la envolvente**

  Utilizar materiales con alta masa térmica en los cerramientos, apoyándose también de un aislamiento adecuado que ayude a reducir las pérdidas de calor.

Mantener

No solo se debe tener en cuenta calentar un edificio, para este tipo de clima de la ciudad de Popayán, también se debe mantener la temperatura en horas de la tarde, la cual en la gran mayoría del año de 11am a 6 pm varía entre 16.4° a 20° a excepción del día 30 de enero, 3 y 8 de septiembre, 2 y 21 de noviembre donde la temperatura varia de 24° a 27°, por lo cual es necesario mantener la temperatura e implementar estrategias de climatización pasiva como protección solar y los diferentes dispositivos fijos que ayudan a obtener mejores resultados.

Imagen 12 *Temperatura promedio mínima y máxima de 11:00 am a 6:00 pm*



Fuente*: Herramienta CBE clima*

Requerimientos de ruido

Resolución 0627: se enfoca en la emisión de diferentes ruidos que provienen de fuentes sonoras en ambiente exterior, este puede ser emitido por una vivienda, empresa, bar, discoteca, entre otros.

Imagen 12 *requerimientos de ruido*

Ambientes (Recintos sin ocupar)	Nivel de intensidad de sonido, en dB	Caracterización
Ambientes B y F para música	35 a 40	Silencio
Ambientes A y C en laboratorios	40 a 45	Conversación voz baja
Ambientes C en Artes y Oficinas	45 a 50	Conversación natural
Ambientes C tecnología, D, E, F baños y depósitos	Hasta 60	Voz humana en público

Fuente: *Norma técnica colombiana NTC 4595*

Requerimientos de iluminación

Los requerimientos lumínicos para oficinas donde las personas tengan un confort visual y no allá necesidad de encender bombillas se encuentran en un rango medio con 500 luxes, un mínimo de 300 luxes y un máximo en 750 luxes.

Imagen 12 *Requerimiento lumínico*

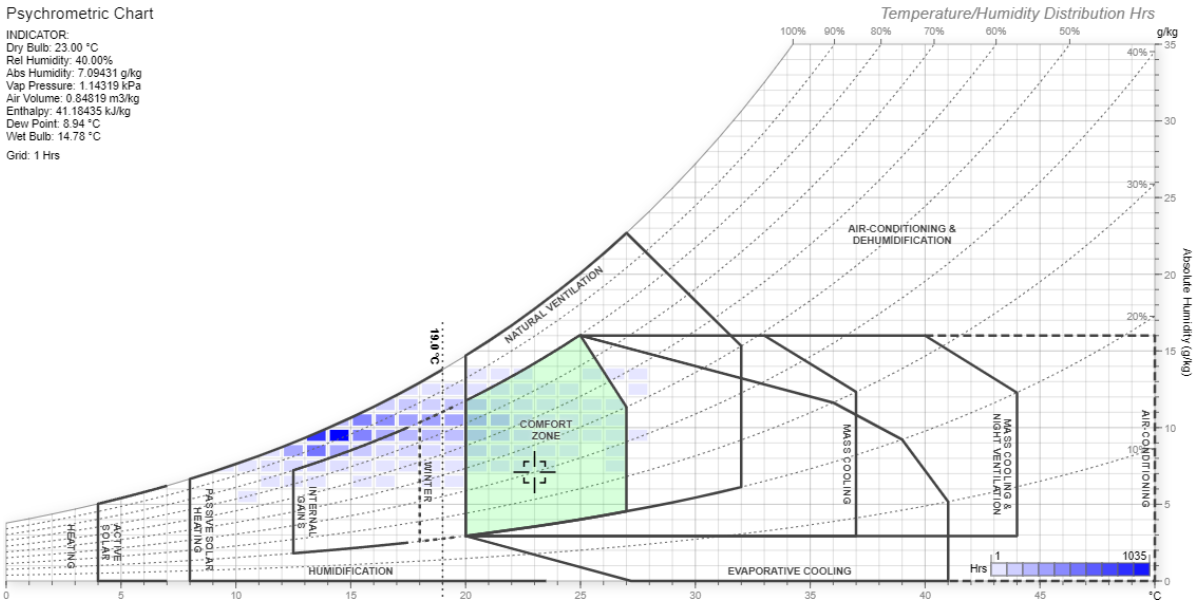
Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

	UGR_L.	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Talleres de madera y fábricas de muebles				
Aserraderos	25	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	25	200	300	500
Maquinado de madera	19	300	500	750
Terminado e inspección final	19	500	750	1000
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Centros de atención médica				
Salas				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10

Fuente: *Resolución 0627*

Carta psicométrica

***Imagen 13 Carta** psicométrica*



***Fuente**: software Andrew Marsh*

De acuerdo al análisis que se realiza en la carta psicométrica se pueden visualizar las relaciones entre las propiedades del aire, como la temperatura, la humedad, el volumen y la presión, en esta carta se determina que existe un rango fuera de confort, especialmente en esos momentos de la mañana donde la temperatura se encuentra tan baja y se recomienda tener en cuenta la implementación de cargas internas dentro del edificio ya que estas intervienen en la temperatura interior y ayudan a calentar y lograr el confort, sin embargo también es necesario disponer de ventilación cruzada para no salirse de la zona de confort.

Estrategias de climatización pasiva

cargas internas

En épocas de invierno o de temperatura muy baja, el edificio necesita ganar calor, esto se puede realizar por medio de las cargas internas, las cuales se pueden obtener de diferentes fuentes, donde se extrae el calor para compensar las ganancias mencionadas, para realizar esto se debe hacer el cálculo de la carga térmica teniendo en cuenta los componentes que contribuyen al aporte de calor, estos son los siguientes:

1. Aporte de calor por persona.
2. Aporte de calor de los equipos de oficina y otros equipos auxiliares.

El aporte de calor persona corresponde a la energía térmica de origen metabólico que es aportada por las personas que trabajan en las oficinas. Para diferentes actividades sedentarias como, por ejemplo, tipo oficina, se considera un valor promedio de 145W/Persona.

A continuación, se indica el aporte de calor de los equipos de oficina y otros equipos

Tabla 1. Aporte de calor típico de equipos de oficina y auxiliares

Equipo	aporte de calor w/equipo
CPU	80
Monitor ctr	70
Monitor LCD	25
Impresora	100
Fotocopiadora	400
Microondas	600
Cafetera	670
Filtro de agua/nevera	350

***Fuente**: Elaboración propia- Excel*

La tabla numero 1 muestra el aporte de ganancia de calor aportada por los diferentes equipos de oficina y auxiliares

protección solar

Desempeña un papel fundamental en la arquitectura bioclimática, este busca maximizar el confort térmico por medio de la regulación de la radiación solar directa sobre las superficies de las fachadas, para la protección solar se pueden implementar los siguientes disipativos.

- **Proyecciones y aleros**

Se pueden implementar diferentes aleros con proyecciones en techos o ventanas para mitigar la entrada de luz solar directa en las épocas de verano para que así se proporcione sombra durante las horas más calurosas del día.

- **Fachadas de control solar**

Este tipo de fachadas de control solar es un sistema que está diseñado para optimizar de manera eficiente la radiación solar que incide sobre un edificio. En estas prácticas sé pueden incluir elementos horizontales o verticales que estén orientados conscientemente para que así ayuden a reducir la ganancia de calor en el interior durante el verano y por ende aprovechar la radiación solar en invierno. Al realizar una optimización de la cantidad de luz y calor que ingresa a los espacios, las fachadas de control solar contribuyen al confort térmico y ahorro energético.

- **Pantallas o filtros solares**

Estas implementaciones permiten realizar un filtrado de la luz solar y así crear sombras sin bloquear completamente la visión al exterior, esta estrategia es útil para reducir el deslumbramiento dentro del espacio, al igual que el calentamiento excesivo de puertas y ventanas.

- **vegetación**

La vegetación, como árboles, jardines colgantes y diferentes enredaderas son necesarias ya que puede proporcionar sombra natural y ayudan a enfriar los espacios. Los jardines verticales y los techos verdes cumplen la función de ayudar también a reducir la radiación solar directa.

ventilación cruzada

Este tipo de estrategia trabaja en renovar el aire natural dentro de los espacios, para así, mejorar las condiciones climáticas de la misma, la estrategia trata de realizar una apertura para que el aire entre y una apertura para que este salga, teniendo en cuenta que la apertura de salida debe ser más grande a la del acceso del aire.

Recomendaciones

Acústica

- Utilizar sistemas constructivos de diferentes materiales que tengan frecuencias diferentes
- Realizar una adecuada zonificación de los espacios, donde las zonas que menos ruido permitan se encuentren lejos del punto contaminante.
- Implementar barreras de vegetación que ayuden a mitigar la contaminación acústica.

Ventilación

Se recomienda que la ventilación cruzada se presente en todos los espacios para que el aire se renueve de una manera constante y así reglar la temperatura poco a poco.

Recomendaciones de forma

Proyectar las fachadas más largas del proyecto hacia el oeste y este para poder captar más horas de sol por medio de los materiales, para que así este se transmita al interior poco a poco y ayude en esas horas donde la temperatura esta más baja.

Proceso de diseño centro empresarial

Los Centros de desarrollo empresarial son un medio para desarrollar capacidades al interior de las empresas e impulsar la creación de nuevas unidades productivas, este brinda diferentes espacios de trabajo como oficinas, despachos, salas de reuniones, aulas de formación o espacios de coworking para que las empresas desarrollen actividades corporativas y demás.

Cuadro de áreas

Imagen 14 Cuadro de áreas

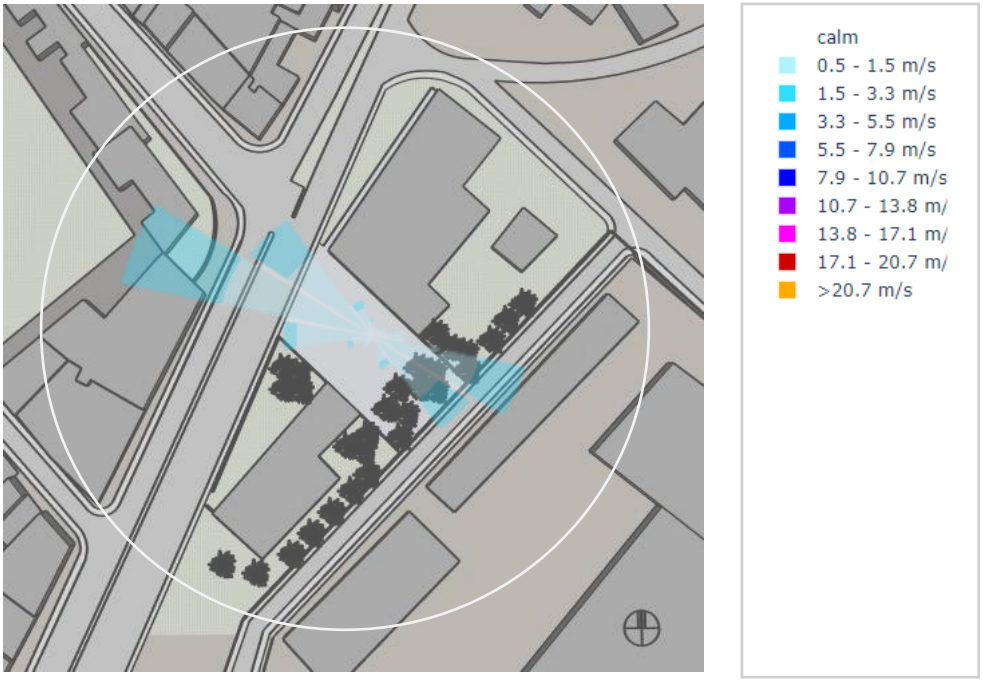
AREA	SERVICIO
SERVICIOS	Deposito sala de maquinas baños - locales- cafetin
Z.ADMINISTRATIVA	lobby foyer zona de administracion zona de secretaria
SALONES	sala de reuniones sala de conferencias salon de eventos
OFICINAS	oficina fisica tipo 1 : 10 m2 de 1 - 3 personas. 1 estacion de trabajo oficina fisica tipo 2 : 12 m2 de 1 - 3 personas. 1 estacion de trabajo oficina fisica tipo 3: 14 m2 de 2 -4 personas. 2 estacion de trabajo oficina fisica tipo 4: 17 m2 de 2 -4 personas. 2 estacion de trabajo oficina fisica tipo 5: 26 m2 de 2 -5 personas. 2 estacion de trabajo oficina virtual 1 17 m2 de 2-4 personas

***Fuente**: Elaboración propia Excel*

Determinantes del proyecto

- **Viento**

Imagen 15 Cuadro de áreas

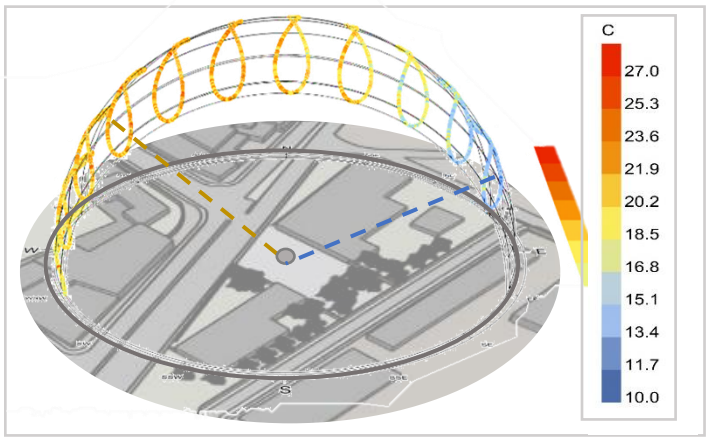


***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

Se toma como una de las determinantes del proyecto la dirección del viento, ya que estos anualmente entre las 8am y 6 pm, horario laboral, se encuentran hacia el oeste nor oeste, dirección adecuada para abrir el proyecto hacia este sentido captando los vientos, ya que, en horas de la tarde estas fachadas reciben más radiación solar, por lo cual se podría implementar ventilación cruzada y demás para mantener una fluides de aire en los espacios.

- **Dirección del sol**

Imagen 16 Dirección solar



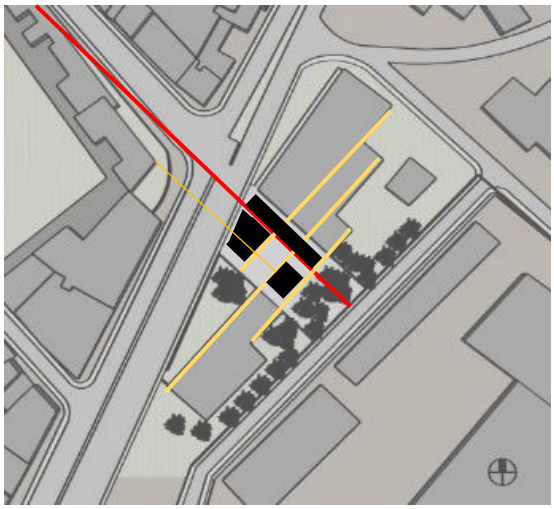
***Fuente**: Elaboración propia. Sketschup*

Una determinante muy importante para tomar decisiones es el movimiento del sol y como este influye en las fachadas, en la imagen se puede observar que en horas de las mañanas las fachadas recibirán poco sol, por lo cual hay que tener en cuenta las cargas internas de las oficinas y los equipos y si estos de verdad influyen notablemente en la temperatura interior, sin embargo, en horas de la tarde, aunque el sol no es tan fuerte se deben implementar dispositivos para mantener la temperatura, tales como, aleros, jardines y permitir entrar fluides de aire.

- **determinante urbano**

Imagen 17 Entorno

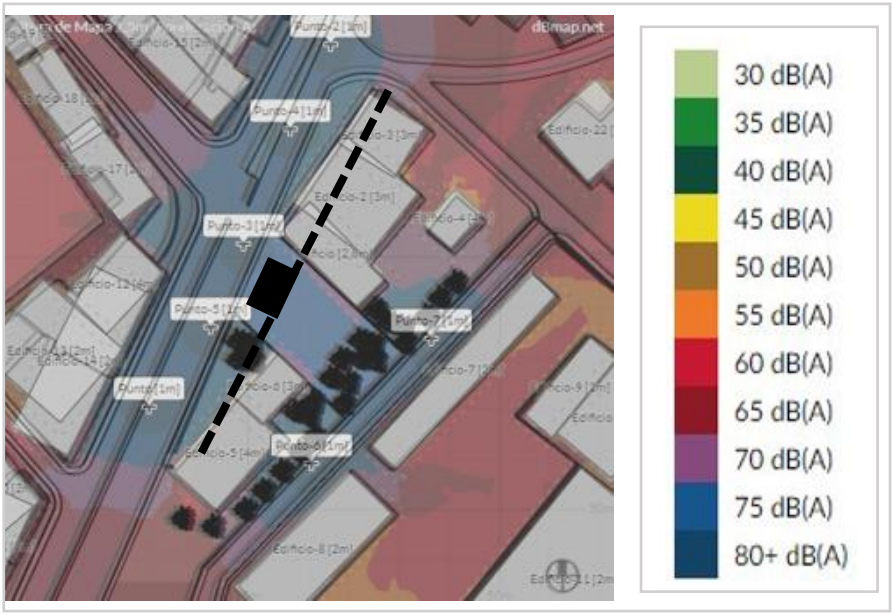
Imagen 18 Geometría



Dentro del entorno del lote, se toman diferentes líneas jerárquicas que componen el urbanismo, como eje principal, se toma de referencia la continuación de ejes peatonales, como ejes secundarios se toma la cuadricula generada por las líneas de las edificaciones vecinas, estos ejes se extienden comenzando a conformar un volumen que se va levantando al margen de estas.

- **Ruido**

Imagen 19 Ruidos del entorno



***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

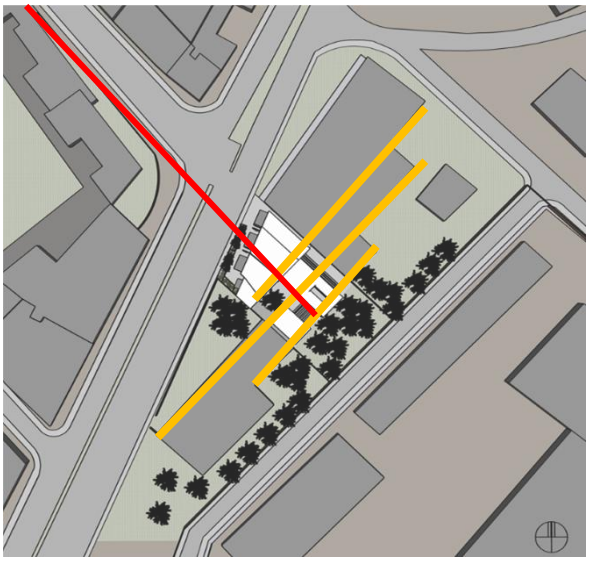
Tener en cuenta los niveles de ruido es muy importantes para la toma de decisiones en la ubicación de zonas públicas y privadas, en la anterior imagen se puede observar que la fachada principal del lote está expuesta a 75 decibeles, esto debido al alto flujo vehicular de la carrera 9, teniendo en cuenta esta información se toma la decisión de implementar una barrera que ayude a mitigar el sonido y seleccionar materiales con diferentes frecuencias.

Propuesta de diseño

Composición del volumen

Teniendo en cuenta las determinantes urbanas de seleccionaron líneas organizadoras y jerárquicas donde se creó una malla de llenos y vacíos para comenzar a levantar el volumen del edificio, las líneas del volumen tienen una continuación de los edificios del entorno logrando así una geometría horizontal de punto y línea.

Imagen 20 Ruidos del entorno



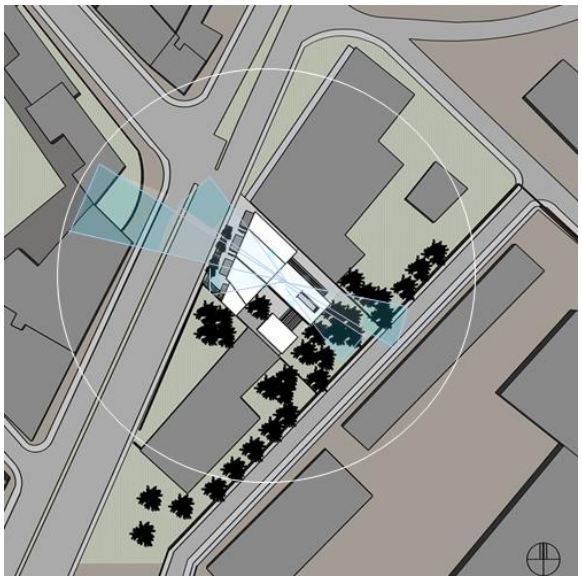
***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

Aperturas del volumen y rotación en fachadas con respecto al viento y el sol

Teniendo en cuenta la dirección del viento anualmente entre las 8am y 6 pm, horario laboral para el proyecto, se toma la decisión de direccionar aperturas del volumen hacia el sentido oeste nor oeste con dirección al viento, el cual tiene una frecuencia de 7,80 grados y de 1.5 a 3.3 m/s, ya que las horas más calientes del día se encuentran en la tarde para estas

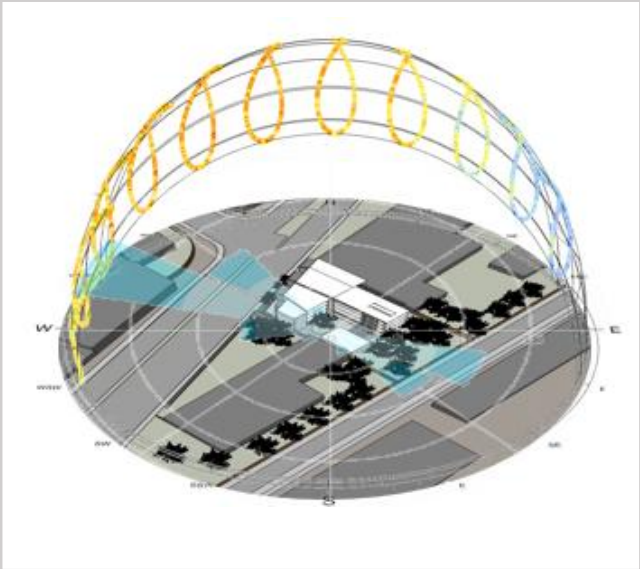
fachadas del oeste, al tomar esta decisión también se implementó la ventilación cruzada conducida, para refrescar el edificio realizando una renovación de aire constante en estas horas de la tarde y ya que, el edificio también tiene un complemento de cargas internas para calentar en las mañanas, es necesario implementar esta estrategia para mantener un confort estable.

Imagen 21 Direccionamiento del volumen hacia los vientos.



***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

Imagen 22 Rotación del sol y direccionamiento de vientos



***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

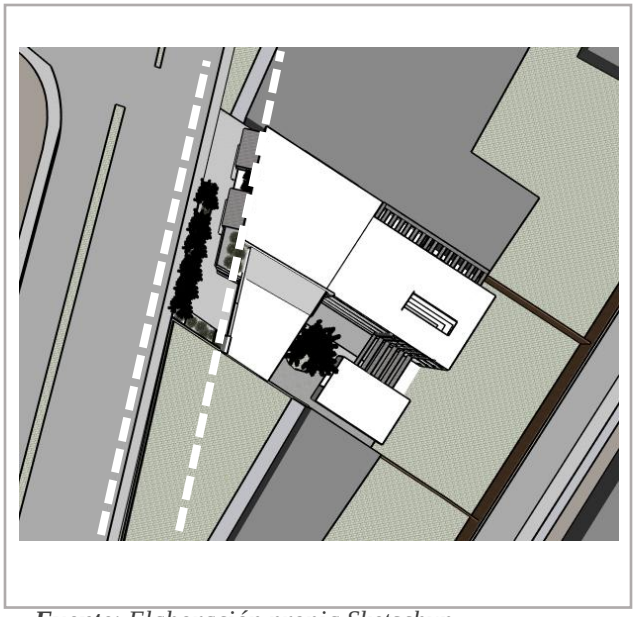
Retrocesos volumétricos

Teniendo en cuenta que los niveles de ruido sobre la carrea 9, la cual corresponde a la fachada principal de proyecto, presentan un máximo de 80 decibeles, se plantea realizar un retroceso del volumen con una barrera de árboles, tanto en el plano base, como en las fachadas, esto para mitigar el ruido.

Imagen 22 Retroceso del volumen

***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

Imagen 23 Barrera arbórea

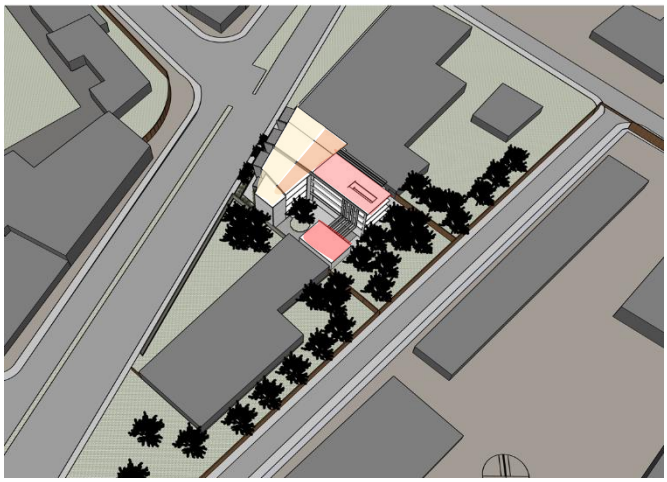


***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

Espacialidad

Para la espacialidad del proyecto y las determinantes de las zonas públicas, privadas y semi privadas se implementaron estrategias de retrocesos en el volumen y se instauro una barrera de árboles protectora para que mitigue el ruido y así tener los espacios públicos enseguida de estos, dejando las zonas privadas de oficinas al interior.

Imagen 24 Espacialidades



Zona privada

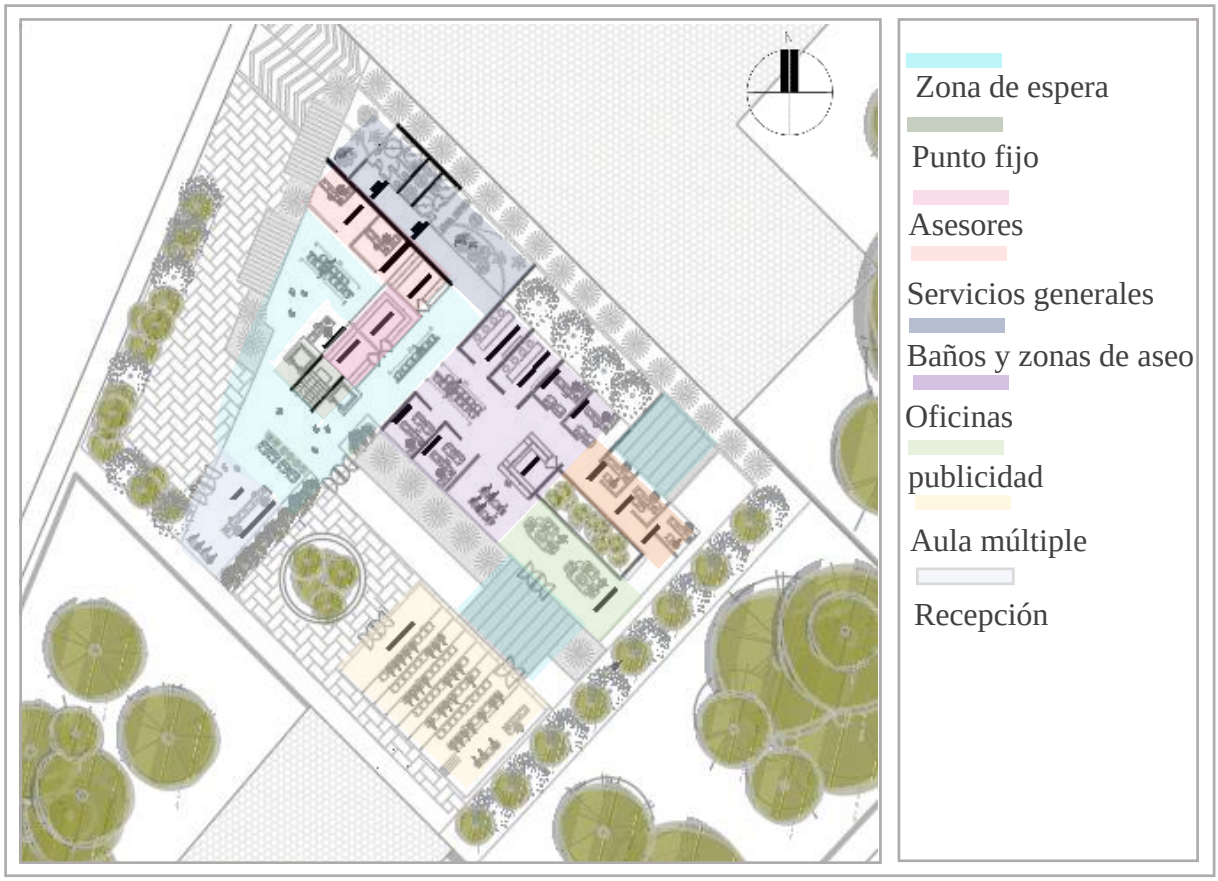
Zona semi privada

Zona semi publica

***Fuente**: Elaboración propia Sketschup*

Zonificación

Imagen 25 Zonificación



***Fuente**: Elaboración propia AutoCAD*

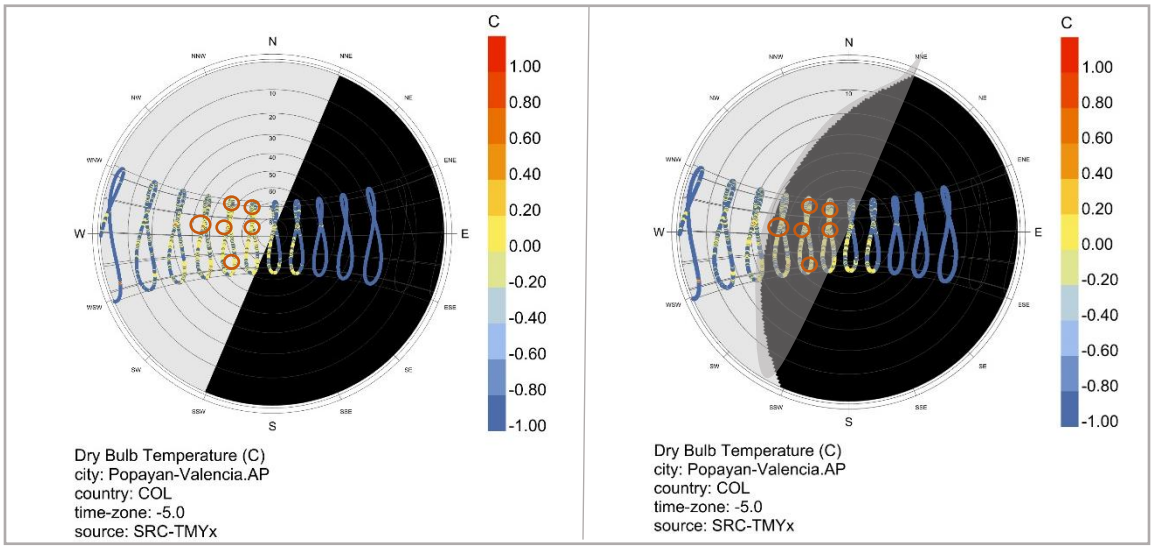
Diseño solar pasivo

Para el diseño solar pasivo en el centro empresarial, se tuvo en cuenta un análisis de las 4 fachadas del edificio, con el objetivo de identificar en que horas del día las personas se sentirán en una zona de confort, dependiendo de la temperatura.

La fórmula de confort que se implementara tiene en cuenta la temperatura neutra anual a la cual se le sumaran y restaran 2.5 grados obteniendo así el rango de confort, el cual se encuentra de los 16.5° a 21.5°para la ciudad de Popayán, en las siguientes imágenes se puede observar las horas en momentos de confort y desconfort, permitiendo así saber que estrategias y dispositivos emplear en estas.

Fachada nor oeste

Imagen 26 Horas en desconfort *Imagen 27 Diseño solar pasivo*

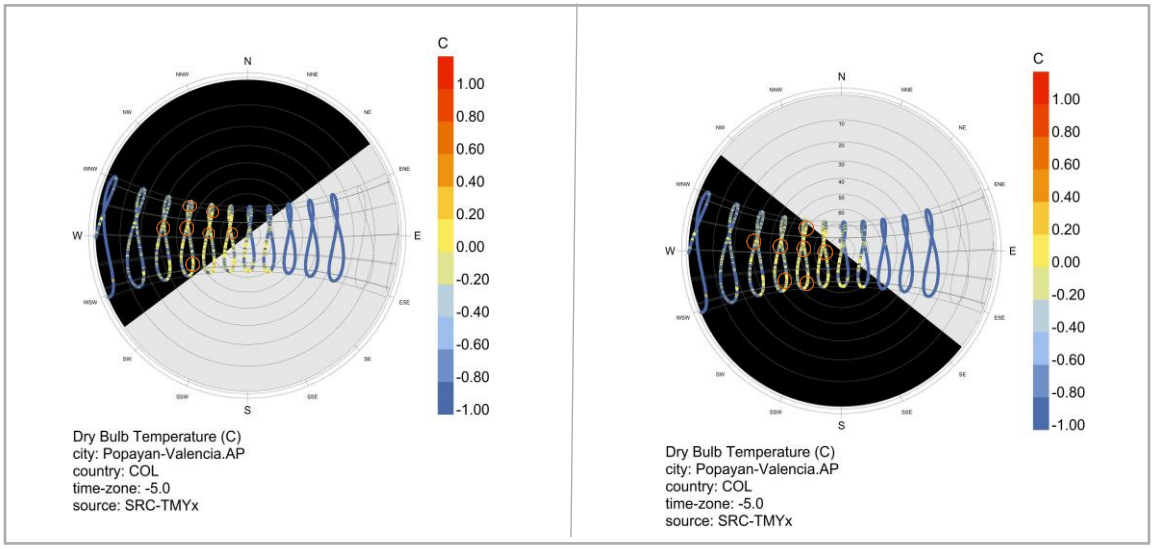


***Fuente**: Elaboración propia Grass Hopper*

Esta fachada presenta pequeños picos de desconfort entre la 1:00 pm a 3:00 pm, por lo cual se emplea un alero horizontal de 48° que brinda sombreamiento en estas horas.

Fachada sur este **Fachada nor este**

Imagen 28 Horas en confort

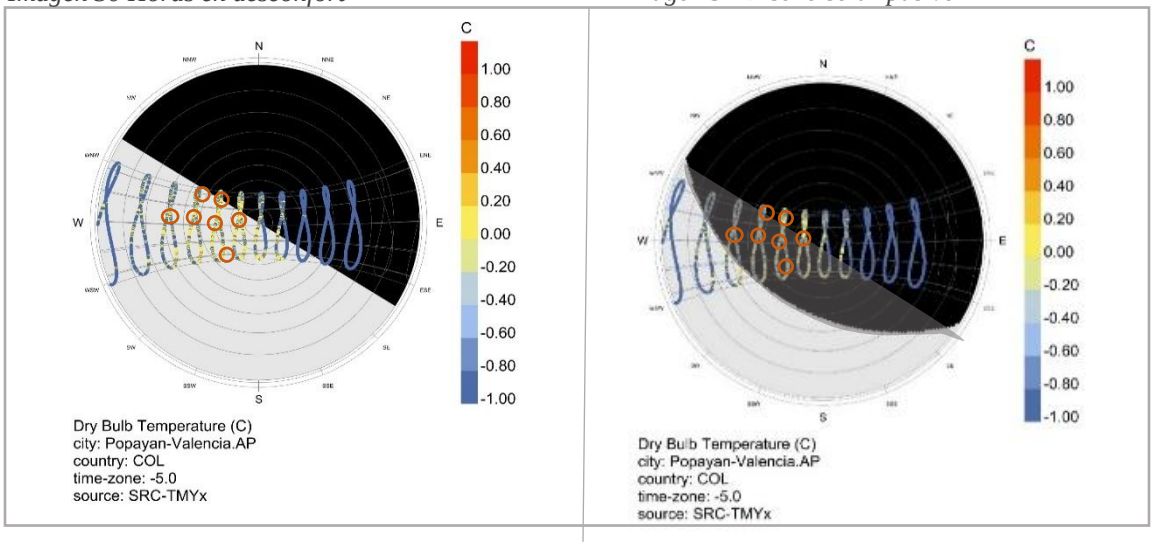


***Fuente**: Elaboración propia software Grass Hopper*

Estas fachadas presentan picos bajos de temperatura, las cuales dentro de las 8:00 am y 10:00 am bajan hasta los 14 °, esto hace que en ese momento las personas estén en desconfort. por lo cual es necesario calentar en estas horas.

Fachada sur oeste

Imagen 30 Horas en desconfort *Imagen 31 Diseño solar pasivo*



***Fuente**: Elaboración propia software Grass Hopper*

La fachada sur oeste presenta múltiples picos de desconfort des la 1:00 pm a 5:00 pm, por lo cual se emplea un alero horizontal de 48° que ayuda a proteger los espacios por medio de la sombra y jardinería colgantes en balcones.

Propuesta diseño de fachada

Diseño de protecciones solares

Imagen 32 Zona de confort

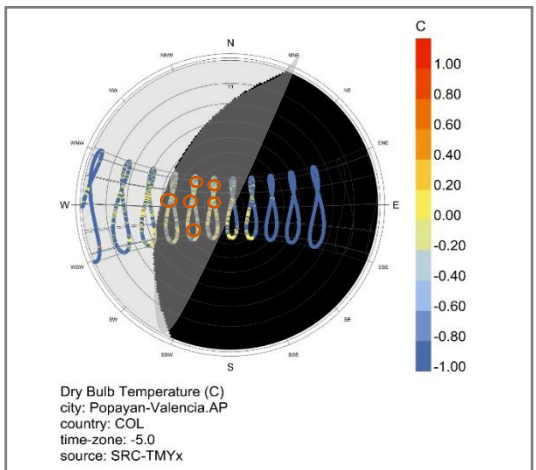
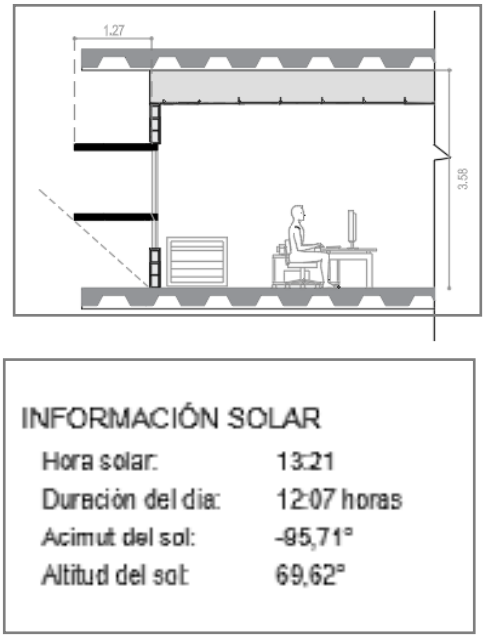
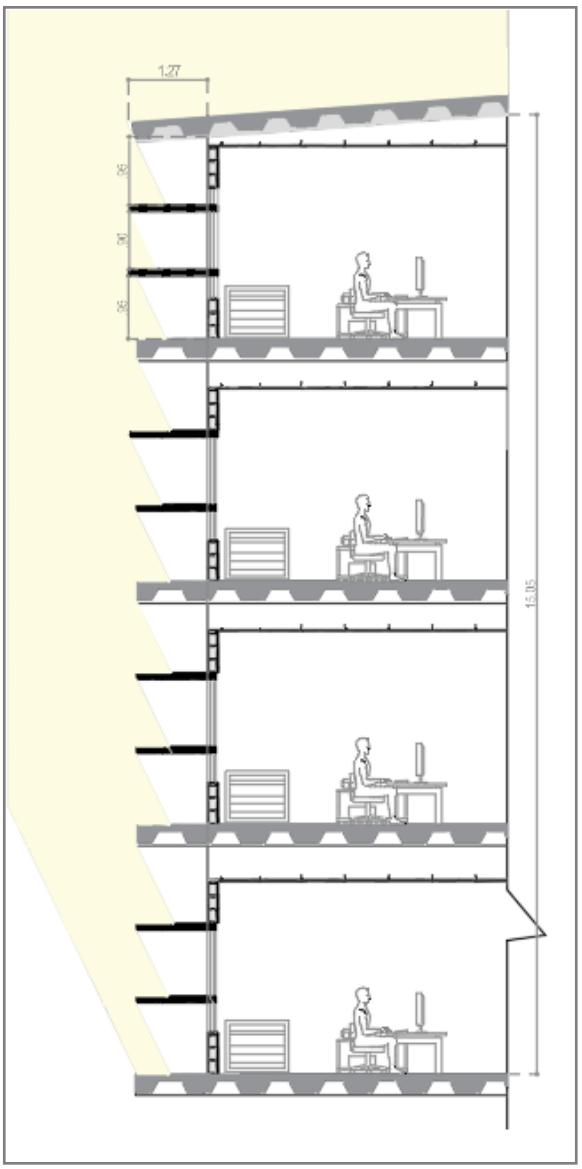


Imagen 33 Angulo de alero 48 grados



***Fuente**: Elaboración propia software Grass Hopper*

Imagen 34 protecciones solar fachada nor oeste



***Fuente**: Elaboración propia – programa AutoCAD*

Para la fachada nor oeste se plantean 2 aleros horizontales a 48 grados por piso, tal como se puede observar en la imagen número 33, estos evitan que el sol penetre directamente hacia los espacios de las oficinas y generen deslumbramiento en las zonas.

En la imagen 32, se realiza un ejercicio donde se tiene en cuenta la hora que más afecta a esta fachada, siendo esta las 13:21 pm, con un ángulo de altitud del sol de 69.62°. Se puede observar que implementar aleros a 48° sirve como estrategia de diseño solar pasivo.

Imagen 32 Zona de confort

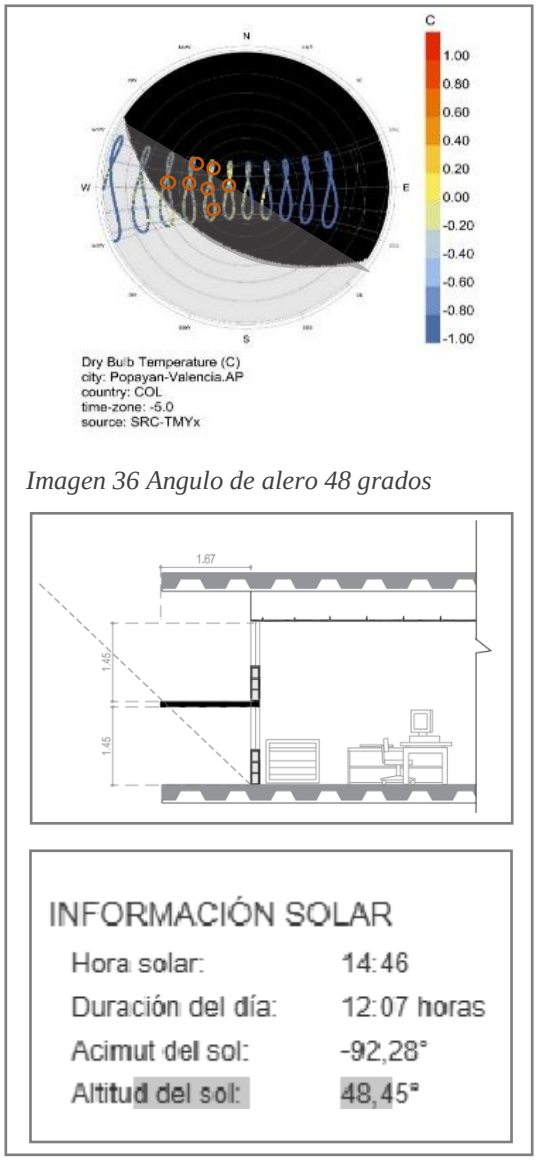
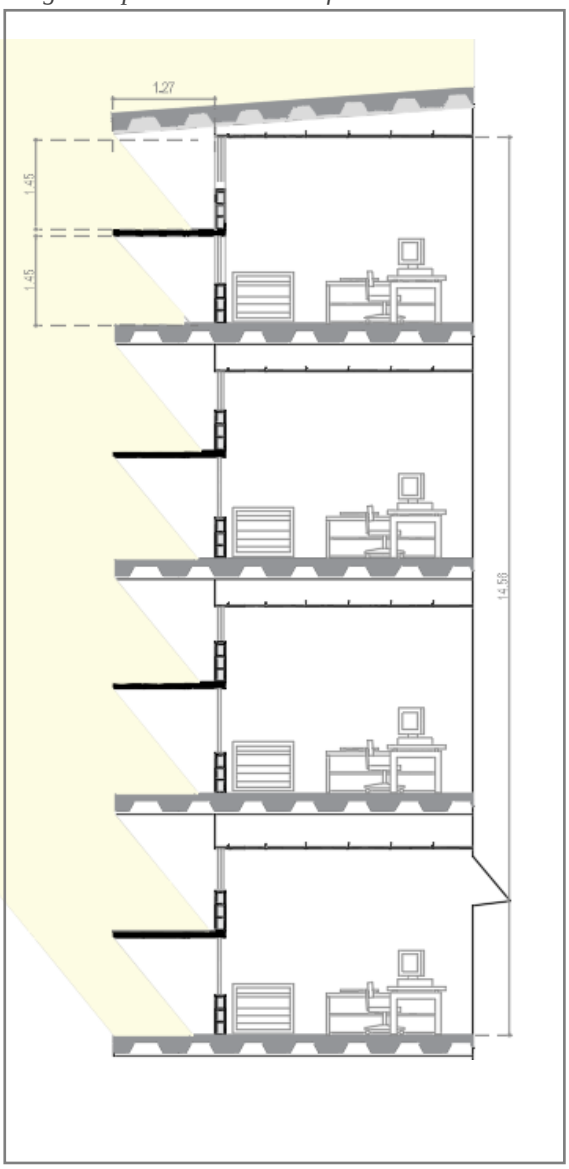


Imagen 36 Angulo de alero 48 grados

***Fuente**: Elaboración propia software Grass Hopper*

Imagen 35 protecciones solar fachada sur oeste



***Fuente**: Elaboración propia – programa AutoCAD*

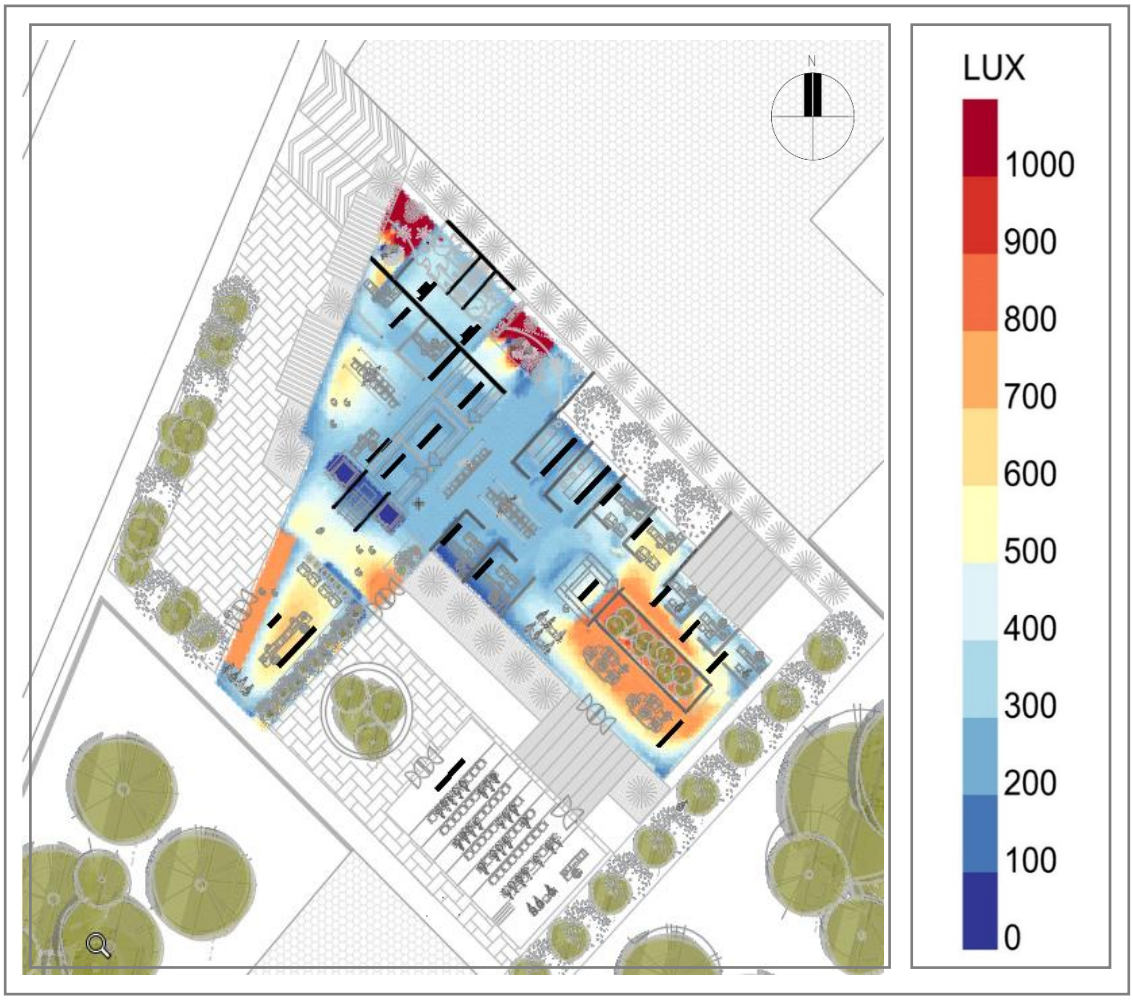
Para la fachada sur oeste se plantea 1 alero horizontal a 48 grados por piso, tal como se puede observar en la imagen número 36, estos evitan que el sol afecte directamente a los usuarios en los espacios interiores del centro empresarial, ayudando a mantener una iluminación adecuada sin generar molestias de deslumbramiento.

En la imagen número 35, se desarrolla un ejercicio donde se tiene en cuenta la hora que más afecta a esta fachada, siendo esta las 14:46 pm, con un ángulo de altitud de 48.45°. Se puede observar que implementar aleros a 48° sirve como estrategia de diseño solar pasivo.

Resultados iluminación natural

Teniendo en cuenta que el proyecto es un centro empresarial se tiene en cuenta que las oficinas requieren una iluminación de 300 lux a 750 luxes como máximo, emplear los anteriores dispositivos como aleros horizontales en las fachadas que más reciben sol ayudaron a disminuir el sobreiluminamiento en las oficinas y por ende un deslumbramiento. A continuación, se puede observar que el edificio presenta condiciones óptimas de iluminación, este ejercicio se desarrolló en el programa de Grass Hopper.

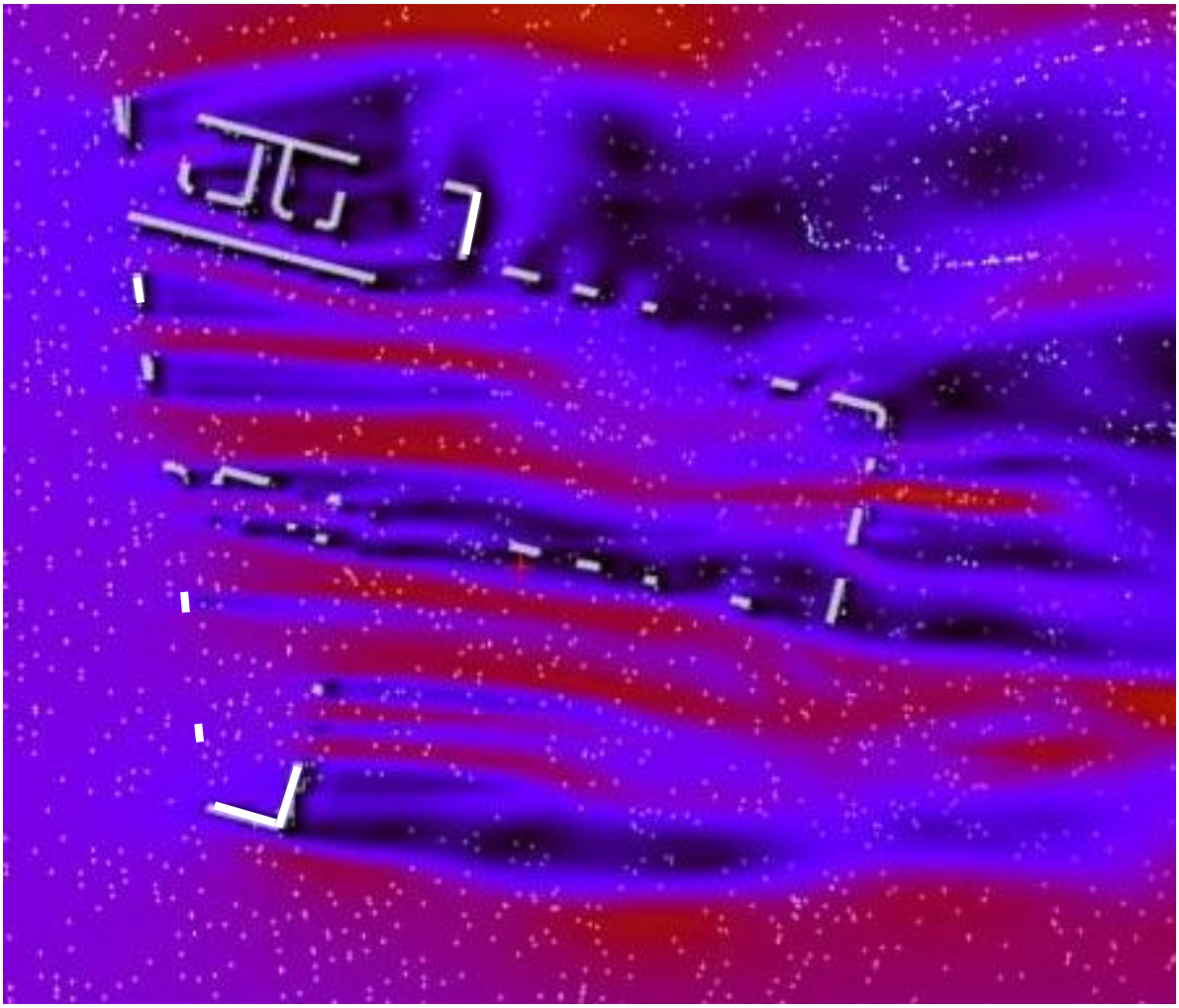
Imagen 38 iluminación natural



***Fuente**: Elaboración propia software Grass Hopper*

Resultados estrategia ventilación cruzada

Imagen 39 Ventilación cruzada



***Fuente**: Tunel de viento*

Se realizan aperturas del volumen hacia el sentido oeste nor oeste con dirección al viento, el cual tiene una frecuencia de 7,80 grados y de 1.5 a 3.3 m/s, dentro de las 8:00 am a 6:00 pm, el viento es conducido a lo largo del edificio permitiendo mantener una renovación del aire constante

Propuesta de materiales

Teniendo en cuenta que en la ciudad de Popayán se debe proteger y mantener el edificio después de las 12:00 pm se plantean materiales como una cubierta con vegetación intensiva, esto más una losa prefabricada de 12 cm con suelo arcilloso seco de 40 cm, este material presenta un retraso térmico de 16.2 horas, una gran ventaja que ayuda a retrasar los momentos más calientes en los horarios laborales.

Imagen 40 Material de cubierta

***Fuente**: Projeteee*

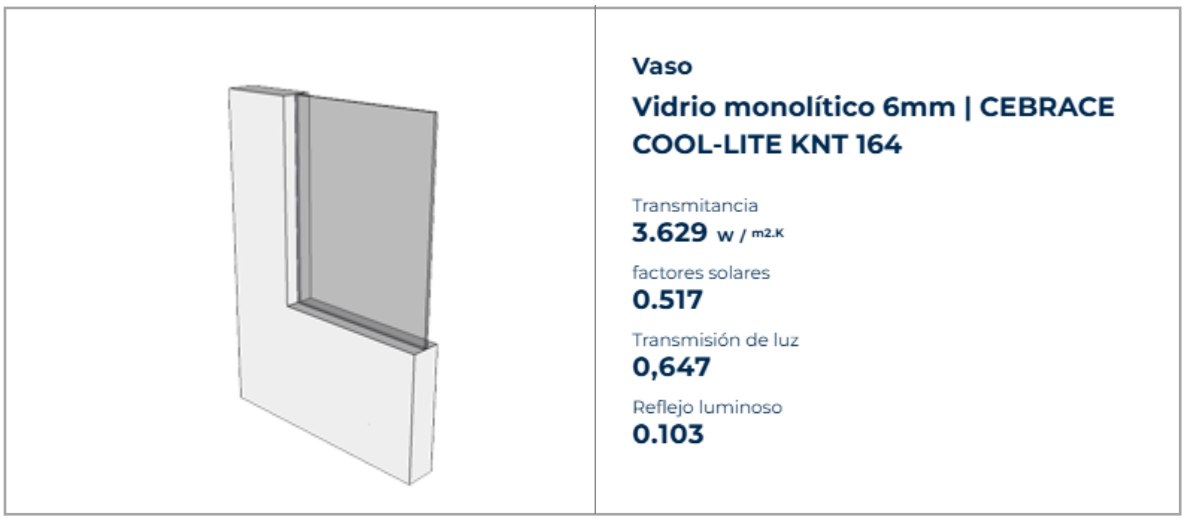
El material que se propone para las paredes es un muro con mortero interior de 2,5 cm, este es un bloque cerámico de 9x14x24 cm que tiene mortero exterior de 2,5 cm, además de esto este presenta poliestireno expandido de 8cm más un aplaca compuesta de aluminio, el muro tiene un componente muy importante el cual es la resistencia térmica, esta es de 3,13 m2 k/w con una transmitancia de 0,32 w/m2. k, factores importantes para los momentos donde la sensación térmica es muy alta.

Imagen 41 Material de paredes

***Fuente**: Projeteee*

El vidrio que se implementara para el centro empresarial es de tipo monolitico de 6mm cebrace cool lite knt 164 , este vidrio tiene una transmision de luz de 0,647 con un factor solar de 0.517, es un vidrio que disminuye la transmision de luz y asi mismo la sensacion termica ayudando a los usuarios a llegar a una zona de confort.

Imagen 42 Material de vidrio



***Fuente**: Projeteee*

Atenuación acústica

Según la normativa ntc 4595 y 4596, el nivel acústico permitido para oficinas debe presentarse de 45 a 50 db y la atenuación acústica recomendada para estos espacios es de 20 decibeles. (Nacional, 2006, pág. 27)

Bloque cerámico de 9x14x24 cm – poliestireno expandido: 45-55 db

una pared de ladrillo con un grosor típico de aproximadamente 10 cm puede presentar un aislamiento acústico con un rango entre 54 -70 db, este al utilizar poliestireno expandido como aislante adicional, puede mejorar el rendimiento acústico, siendo así el aislamiento puede aumentar de 3 a 7db. (HISPALYT, 2021, pág. 11)

Cubierta con vegetación intensiva compuesta por una losa maciza de 10cm, suelo arcilloso seco de 40 cm: 50-65 db

La losa maciza ofrece un aislamiento acústico que puede estar en el rango de 50 – 55 db, estas ofrecen atenuación de ruidos aéreos debido a su densidad y masa, por otro lado, la arcilla tiene propiedades de amortiguación, y su grosor puede contribuir a la reducción de sonidos. Este material puede añadir alrededor de 5- 10 db. (sonido, 2012)

Vidrio monolítico de 6mm cebrace cool-lite knt 164: 28-32 db

El aislamiento acústico de un vidrio monolítico de 6mm como el Cebrace Cool-Lite KNT 164 va desde 28db. (Andino, s.f., pág. 3)

Cálculo de cargas internas

De acuerdo al uso del edificio, el cual es un centro empresarial, específicamente compuesto por oficinas, se tiene en cuenta que se presentan unas cargas internas, las cuales se cuantifican para tenerlas en cuenta en el balance térmico, ya que, estas modifican drásticamente las condiciones al interior, esto en temas de temperatura.

A continuación, se realizan tablas de las diferentes fuentes de carga térmicas dentro del edificio.

Aportes de calor por persona

Tabla 2. Cálculo de carga térmica aportado por el personal de oficinas

Cantidad	Factor w/persona	Subtotal w
94 personas	145 w	13.630

***Fuente**: Elaboración propia*

El resumen de la tabla muestra el total de carga térmica aportada por el personal de oficinas, esta corresponde a 13.630 w.

Aporte de calor de equipos y auxiliares de oficinas

La siguiente tabla muestra la ganancia de calor aportada por los equipos de oficina y los equipos auxiliares, dependiendo de la cantidad de cada uno, para así tener un total de 41.560w.

Tabla 3 Ganancia de calor de equipos y auxiliares de oficina

Equipo w	Cantidad	f. carga	Total, w
CPU	80	200	16,000
Monitor ctr	120	70	8.400

Monitor LCD	160	50	4.000
Impresora	120	100	12.000
Fotocopiadora	6	400	2.400
Microondas	5	600	3.000
Cafetera	5	670	3.350
Filtro de agua/nevera	6	350	2.100

***Fuente**: Elaboración propia*

Aporte de ganancias por iluminación

Imagen 46 Luminaria

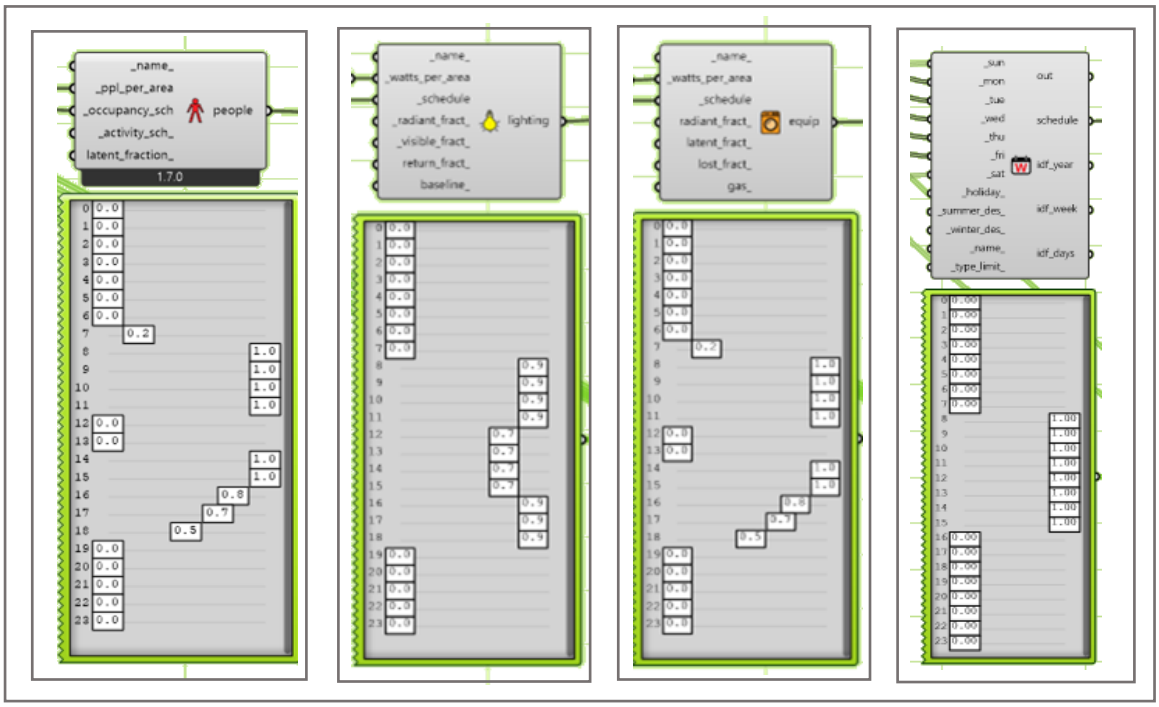
***Fuente**: ecolite*

El aporte de ganancias por iluminación de la lampara lineal led es de 20w por unidad y dentro del proyecto se implementarán 22 lámparas.

Para obtener los resultados de la afectación, de las cargas internas en la temperatura interior y observar si esta logra subir los rangos específicamente en las mañanas, donde se encuentra una temperatura por debajo de los 16 grados, se utilizó una base de datos donde se incorporaron la cantidad de personas a ocupar el espacio, cantidad de equipos y luminarias empleadas, en esta base de datos se tuvo en cuenta el horario de utilización de los espacios, el cual corresponde de 8am a 12 pm y de 2pm a 6 pm, momentos en los cuales

los equipos se encuentran prendidos y se presenta una ocupación total del personal, en cuanto a las luminarias se establece que estas están encendidas en ocasión específicas y eventos que se realicen después de las 6 pm.

Imagen 48 Algoritmo



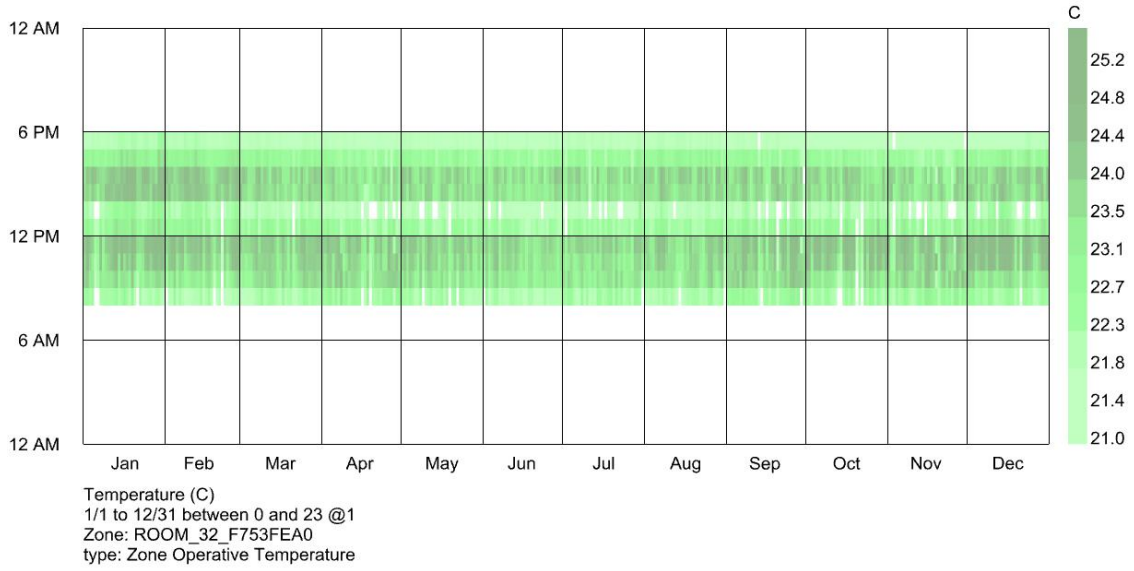
***Fuente**: software Grass Hopper*

Resultados cargas internas

En la siguiente imagen se puede observar, el resultado final del cambio en temperatura al interior del centro empresarial, esto después de modelar el edificio con diferentes dispositivos de control solar y selección de materiales. Dentro del software Grass Hopper se realizó una simulación del volumen y sus elementos de control solar junto con parámetros establecidos de aperturas de ventanas, equipos, cantidad de personas, vegetación, factores que modifican la temperatura interior.

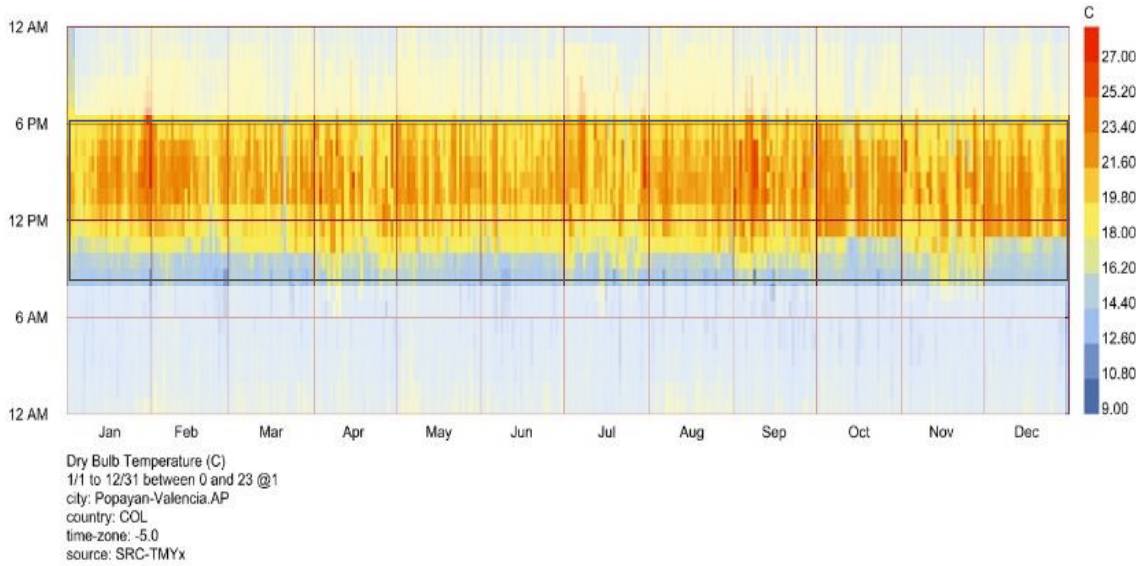
La temperatura interior en comparación a la exterior disminuye notablemente, pasa de 27° a 25°. En la imagen se puede observar que el 92% del tiempo las personas se encuentran dentro del rango de confort, el cual es de 21,19 a 26.19

Imagen 45 Zona de confort Popayán-Cauca



***Fuente**: Elaboración propia- software Grass Hopper*

Imagen 44 Temperatura exterior Popayán-Cauca



***Fuente**: Elaboración propia- software Grass Hopper*

Bibliografía

Andino, v. (s.f.). *Vidrio andino*. Obtenido de file:///C:/Users/pc/Downloads/vidrio.pdf

construmatica . (4 de 06 de 2019). *metaportal de arquitectura, ingieneri y construccion*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Comportamiento_Frente_al_Ruido:_Acondicionamiento_Ac%C3%BAstico

Elizondo-Mata, E.-L.-U.-R.-A.-L. (2021). Protecciones solares frías. Potencial del agua como sistema de enfriamiento pasivo en protecciones solares para zonas cálidas subhúmedas. *RIIIT. Revista internacional de investigación e innovación tecnológica*, 1-16.

Elsinger, A. F.-B.-D. (2020). INCIDENCIA DE LAS ESTRATEGIAS PASIVAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN LA ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARGENTINA. *Revista hábitat sustentable*, 2-4.

Encinas, M. B.-W.-F. (2010). Iluminación natural de edificios de oficina. *ARQ (Santiago) n.76 Santiago dic. 2010*, 44-49.

filipiin, A. e.-M.-G.-C. (2018). EFECTO DE LA VENTILACIÓN NATURAL EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO BIOCLIMÁTICO. ANÁLISIS Y ESTUDIO MEDIANTE ENERGY PLUS. *Revista hábitat sustentable*, 5-10.

HISPALYT. (11 de octubre de 2021). *Ceramica para construir.* Obtenido de https://materiales.gbce.es/wp-content/uploads/2021/11/PRESTACIONES-AC%C3%9ASTICAS-DE-LOS-LADRILLOS-Y-BLOQUES-CER%C3%81MICOS-PARA-REVESTIR.pdf

Jardón, C. M. (2011). Innovación empresarial y territorio: Una aplicación a Vigo y su área de influencia. *EURE (Santiago)*, 1-8.

Magali Bodart, W. B. (diciembre 2010). Iluminación natural de edificios de oficina. 44-49.

Mateo, G. J.-C.-M.-P. (2023). EFECTIVIDAD A FUTURO DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVAS EN VIVIENDAS. *Revista hábitat sustentable*, 1-8.

MERCADO-A, M. V. (s.f.).

Montaño-Erazo, O. C.-G.-C.-V.-J. (2014). Revisión de la normatividad para el ruido acústico en. *Ingieneria y tecnologia*, 2-5.

Nacional, M. d. (2006). *www.mineducacion.gov.co.* Obtenido de www.mineducacion.gov.co: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf

Quispe, Y. R.-W. (2018). Evaluación del ruido y el confort acústico en la Biblioteca Agrícola Nacional. Lima, Perú. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 3-8.

Rolon, B. J.-V.-M.-N. (2021). Evaluación de la carga interna en una sesión de entrenamiento funcional de alta intensidad: estudio de casos múltiples. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 3-9.

Santos, G. M.-A. (2020). Evaluación del confort y disconfort térmico. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 2-5.

Scimago Institutions. (2012). Sensación térmica percibida en vivienda económica y auto-producida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. *Scientific Electronic Library*.

Silva, D. P.-J.-C. (2021). Estrategias bioclimáticas pasivas para la zona bioclimática 4 en viviendas de interés social de Perú. *Revista da Arquitetura cidade e habitação*, 1-3.

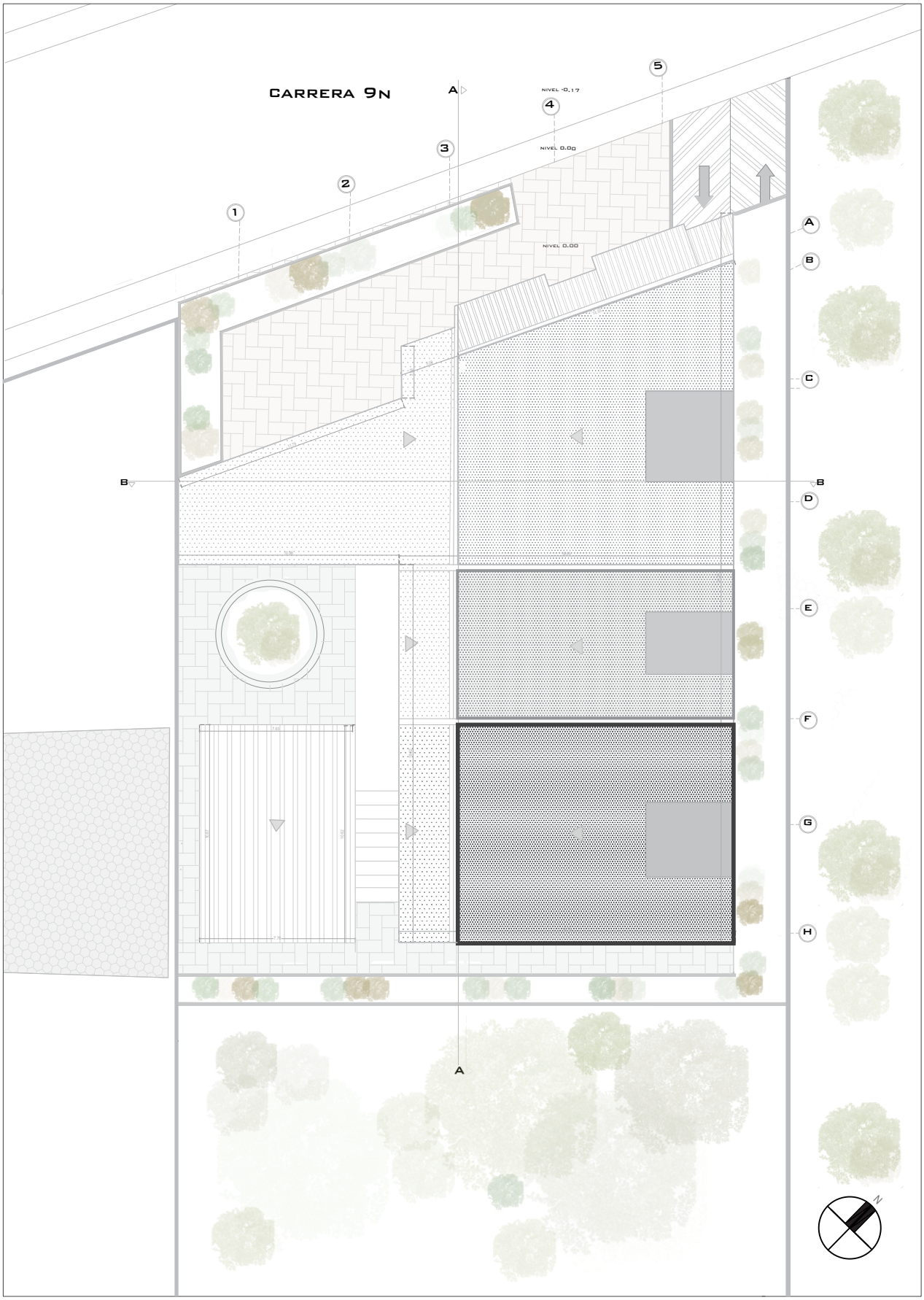
sonido, p. d. (10 de junio de 2012). *portal de sonido*. Obtenido de https://www.bunker-audio.com/bunker-audio-portal-sonido-documentos.php?id=3

PLANTA PRIMER PISO - ESC 1.250

PLANTA SEGUNDO PISO - ESC 1.250

PLANTA SÓTANO N-3.00 - ESC 1.125

PLANTA DE CUBIERTAS - ESC 1.125



FACHADAS DEL PROYECTO

FACHADA PRINCIPAL - ESC 1.125

FACHADA POSTERIOR - ESC 1.125

FACHADAS DEL PROYECTO

FACHADA LATERAL DERECHA - ESC 1.125

FACHADA LATERAL IZQUIERDA - ESC 1.125

CORTES DEL PROYECTO

CORTE LONGITUDINAL A-A - ESC 1.125

CORTE TRANSVERSAL B-B - ESC 1.125