



UNIVERSIDAD
DEL AZUAY

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRIA EN DISEÑO DE INTERIORES

Estrategias de diseño sustentable para
el mejoramiento del confort térmico en
espacios de oficinas.

Trabajo de graduación previo
a la obtención del título de:

MAGISTER DE DISEÑO DE INTERIORES

Autor:

Arq. Felipe Andrés Auquilla Gárate.

Director:

Arq. Carlos Esteban Contreras Lojano. Msc.

CUENCA-ECUADOR

2020



“

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, de manera particular a mis padres Luis y María, quienes me han brindado su apoyo incondicional, a mi hermana Fernanda que ha estado desde principio a fin alentándome a la distancia y a mi hijo Nicolás quien ha sido mi motivación principal para cumplir con esta meta trazada en mi vida.

”

■ AGRADECIMIENTO ■

Primero a Dios, por haber estado presente en mis oraciones y acompañado en todo momento.

A mis padres: Luis y María, quienes han sido mi fortaleza y apoyo para salir adelante.

A mis amigos y compañeros: Leonardo, Pablo, Patricia por los consejos y motivaciones brindados durante esta etapa de mi vida.

Y mi tutor Carlos Contreras Lojano, por su guía y consejo en el desarrollo de la tesis.

Felipe Auquilla Gárate.

RESUMEN

Título:

ESTRATEGIAS DE DISEÑO SUSTENTABLE PARA EL MEJORAMIENTO DEL CONFORT TÉRMICO EN ESPACIOS DE OFICINAS.

Resumen:

La presente investigación plantea estrategias de diseño en base a condicionantes establecidas por parámetros físicos y climáticos que influyen de manera heterogénea en espacios de oficinas, por lo que se propone enfocar este documento en estrategias que ayuden a establecer y promover criterios de diseño pasivas y eficientes, optimizando las condiciones térmicas del espacio interior de oficinas para una habitabilidad satisfactoria de sus usuarios.

Se decide tomar como referencia la Teoría de Polv Ole Fanger realizada en el año de 1973, en la cual se normaliza los parámetros que intervienen para calificar un espacio térmicamente confortable, con la finalidad de comprobar a través de un caso de estudio, las diferencias térmicas en un espacio intervenido con las estrategias planteadas.

Palabras clave

Condicionantes, pasiva, eficiente, Fanger.

Title:

SUSTAINABLE DESIGN STRATEGIES FOR THE IMPROVEMENT OF THERMAL COMFORT IN OFFICE SPACES.

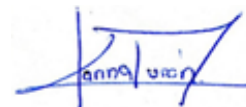
Summary:

This research proposes design strategies based on conditions established by physical and climatic parameters that heterogeneously influence office spaces, so it is proposed to focus this document on strategies that help establish and promote passive and efficient design criteria, optimizing the thermal conditions of the interior office space for satisfactory habitability of its users.

It is decided to refer to the Theory of Polv Ole Fanger made in 1973, in which the parameters involved are normalized to qualify a thermally comfortable space, in order to check through a case study, the thermal differences in a space involved with the strategies proposed.

Keywords

Conditioning, passive, efficient, Fanger.



HIPÓTESIS

Al proponer estrategias de diseño optimizaremos la calidad del confort térmico, lo cual beneficiará los procesos de diseño, así como en procesos de rehabilitación de espacios de oficina los cuales podrán ser evidenciados en base a la muestra de los resultados.

Preguntas de investigación:

¿Qué aspectos climatológicos intervienen para el diseño de un espacio de oficinas ?

¿Cuáles son las tipologías de espacios de oficinas que podemos encontrar y cuáles son sus incidencias térmicas?

¿Cuáles son las normativas pertinentes para su aplicabilidad dentro del contexto de investigación?

¿Cuáles son los indicadores para el uso de materiales sustentables en la edificación de espacios?

1.1 OBJETIVOS

Objetivo general:

Demostrar la importancia de **diseñar oficinas** en función a las características de los diferentes contextos geográficos del país, mediante el uso de criterios y **estrategias de diseño sustentable para alcanzar un nivel óptimo de confort térmico en el usuario.**

Objetivos específicos:

1. Evaluar los niveles de confort con respecto a las variables climáticas de las edificaciones en estudio en base a estudios referentes.
2. Obtener datos estadísticos de confort en espacios de oficinas mediante metodologías apropiadas.
3. Analizar criterios de diseño en referencia desde el correcto posicionamiento de un inmueble en sitio para el mejoramiento del confort del usuario hasta criterios de la correcta utilización de espacios interiores para oficinas.
4. Proponer criterios y estrategias de diseño sustentable que optimicen la calidad de confort térmico a los usuarios de espacios de oficinas de acuerdo a las zonas climáticas del Ecuador y aplicarlos en un caso puntal de un inmueble en el austro ecuatoriano, realizando un análisis térmico y confort entre su estado actual y la propuesta de intervención.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
SUMMARY	4
Preguntas de investigación:	5
HIPÓTESIS	5
OBJETIVOS	6
Objetivo general:	6
Objetivos específicos:	6
INTRODUCCIÓN	10

CAPÍTULO I

1.1 Marco Teórico	11
1.2 Análisis de Normas técnicas para el estudio del caso	13
1.2.1 Norma RITE	13
1.2.2 NORMA NTE INEN-ISO 7730	14
1.3 Teoría del balance TÉRMICO FANGER P.O. 1973	15
1.3.1 Características de vestuario	15
1.3.2 Características del tipo de trabajo	16
1.3.3 Características del ambiente: temperatura seca, temperatura radiante media, humedad y velocidad del aire	16
1.4 Asociación del confort térmico a la utilización de materiales aislantes térmicos naturales .	17
1.5 Construcciones sostenibles	19
1.5.1 Sitios sustentables	20
1.5.2 Calidad del ambiente interior	20
1.5.3 Materiales y recursos	20
1.6 Análisis, criterios y estrategias de diseño en relación al manejo de sitio	20

CAPÍTULO II

2.1 DIAGNOSTICO	22
2.2 Características metrológicas del Ecuador	23
2.3 Tipologías de espacios de oficinas y sus incidencias térmicas	27
2.3.1 LAYOUT	28
2.3.2 FORMA	30
2.3.3 ENVOLVENTE	31
2.4 Normativas pertinentes para su aplicabilidad dentro del contexto de investigación Sustentabilidad NEC – Norma Ecuatoriana de la Construcción, Eficiencia Energética en edificaciones residenciales	34
2.5 Indicadores para el uso de materiales sustentables en la edificación de espacios	38
2.5.1 Transporte de materiales	39
2.5.2 Declaración ambiental de producto (DAP)	39
2.5.3 Uso eficiente del material	39
2.5.4 Vida útil de los materiales	40
2.5.5 Uso de materiales ecológicos	40
2.6 Aplicación de software el campo de aplicación	40
2.6.1 Construcción del modelo geométrico del edificio	40
2.6.2 Localización y orientación del edificio	41
2.6.3 Asignación de los materiales constructivos	41
2.6.5 Condiciones internas	41
2.6.6 Ocupación y operación	42
2.6.7 Tasa de intercambio de aire	43
2.6.8 Rangos de temperatura de confort	43

CAPÍTULO III

3.1 Cuadro conceptual	45
3.2.1 Condiciones espaciales	45
3.2 Condicionantes físicas habituales de los espacios de oficinas	45
3.2.2 Condiciones en altura	46
3.3 Estrategias de diseño	47
3.3.1 Estrategias para la orientación de fachadas	48
3.3.1.1 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_01	48
3.3.1.2 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_02	49
3.3.1.3 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_3_01	50

3.3.1.3.1.1 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_3_02.....	51
3.3.2 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos	52
3.3.2.1 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:01	52
3.3.2.2 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:02	53
3.3.2.3 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:03	54
3.3.2.4 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:04	55
3.3.2.5 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:05	56
3.3.2.6 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:06	57
3.3.2.7 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:07	58
3.3.2.8 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:08	59
3.3.2.9 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:09	60
3.3.3 Estrategia para elección del porcentaje de acristalamiento en fachadas.....	61
3.3.3.1 Estrategia para elección del porcentaje de acristalamiento en fachadas: AF_01	61
3.3.3.2 Estrategia para elección del porcentaje de acristalamiento en fachadas: AF_02.....	62
3.3.4 Estrategia para protección de fachadas.....	63
3.3.4.1 Estrategia para protección de fachadas: PF:01	63
3.3.4.2 Estrategia para protección de fachadas: PF:02.....	64
3.3.4.3 Estrategia para protección de fachadas: PF:03.....	65
3.3.4.4 Estrategia para protección de fachadas: PF:04.....	66
3.3.5 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire	67
3.3.5.1 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire, RA_01	67
3.3.5.2 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire, RA_02	68
3.3.5.3 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire, RA_03	69
3.3.6 Estrategia para dimensionamiento de espacios.....	70
3.3.6.1 Estrategia para dimensionamiento de espacios: DE_01	70
3.3.6.2 Estrategia para dimensionamiento de espacios: DE_02.....	71
3.3.7 Estrategia para comprobación de resultados: CR_1 Software Designe Builder.....	72
3.4 Aplicación de estrategia.....	73
3.4.1 Estado Actual.....	73
3.4.2 Ubicación.....	73
3.4.3 Obtención de datos preliminares.....	76
3.4.4 Obtención de características (Teoría de Fanger).....	77
3.4.5 Diagnóstico del Estado actual mediante el software Designe builder.....	82
3.4.6 Aplicación de las estrategias.....	94
CONCLUSIONES.....	120
BIBLIOGRAFÍA.....	121

INTRODUCCIÓN

A partir de la década de 1970 con la continua evolución de los espacios de oficina conjuntamente con la progresión de la industrialización en la tecnología de materiales y el concepto de optimización de espacios, para la generación de mayor productividad, esto produjo mayores demandas de confort general de los usuarios y siendo uno de ellos, el confort térmico uno de los factores que inciden directamente en la sensación de bienestar dentro del espacio interior.

En la búsqueda de satisfacer las necesidades del diseño interior como son la estética en el aspecto formal, funcionalidad, sensaciones y experiencias dentro de un espacio interior, en muchos casos ha provocado la estandarización de parámetros de diseño sin tomar en cuenta la ubicación, factores climáticos, materialidad, dimensionamiento y uso al que se le da al espacio interior, lo cual produce problemas en el confort térmico del usuario.

Por lo que como proyectistas, se debe realizar un adecuado análisis y propuesta de estrategias sostenibles para resolver los problemas que tienen los usuarios de espacios de oficinas siendo capaces de promover conciencias en el colectivo de nuestra sociedad en donde estamos interviniendo como actores y generadores de productos de diseño de edificaciones para el uso de nuestras actividades diarias, ya que como lo mencionan varios autores “los seres humanos pasan cerca del 85% de tiempo en espacios interiores” (Estévez, 2015) por lo cual EL CONFORT TERMICO del ambiente interior es de gran importancia y tiene que ir de la mano con un enfoque de conservación del medio ambiente.



CAPÍTULO I

1.1 Marco Teórico

Etimológicamente la palabra confort proviene del latín confortare (hacer más fuerte) formado por el prefijo con- (junto) y fortare (hacer fuerte), de fortis (fuerte). También es la misma raíz de la palabra confortar (animar, dar fuerza...). (Godoy, 2012).

Nuestro análisis se fundamenta en la importancia del uso de criterios apropiados de diseño de oficinas que no tengan mayor impacto ambiental para un confort térmico adecuado de sus ocupantes, realizando un análisis de vínculos comparativos entre un espacio sin la consideración de estrategias sustentables y una vez realizando cambios físicos y espaciales del ambiente interior.

Debido a la localización geográfica del Ecuador continental y su extensión territorial, el país posee dos estaciones climáticas durante el año, las cuales son invierno y verano, sin embargo Ecuador tiene microclimas muy diferentes en función a las regiones del país, por lo que las edificaciones destinadas a oficinas, deben tener un diseño adecuado para garantizar un confort térmico dependiendo de los factores climáticos de cada región, enfocándolo desde un posicionamiento de pensamiento responsable con el medio ambiente, evitando un uso excesivo de recursos energéticos e industriales en la construcción de las edificaciones del país.

El análisis del confort térmico para espacios de oficinas es de suma importancia ya que a través de la historia se ha demostrado en diferentes estudios que un adecuado diseño de acuerdo a las condiciones climáticas de una ciudad promueve la eficiencia y rendimiento en el desempeño de las actividades laborales de los usuarios de oficinas, así lo cita el autor del libro; La apertura del espacio de trabajo "La calidad ambiental del espacio de trabajo ha sido un tema de creciente interés desde fines del s. XX. A la incorporación paulatina de criterios de eficiencia energética y sostenibilidad en el desarrollo de edificios de oficina, se suma la validación de teorías de la psicología ambiental, que relacionan la percepción de confort del trabajador con su eficiencia y rendimiento en el desempeño de las actividades laborales." (Prieto, 2012)

Existen estudios realizados han demostrado que un gran porcentaje de edificios destinados para uso de oficinas son catalogados como "edificios enfermos", como es el caso de un investigación realizada en la ciudad de Bogotá por parte del autor Guillermo Morales en su artículo; Problemas de confort térmico en edificios de oficinas. Caso estudio: Torre Colpatria en la ciudad de Bogotá donde explica que "En Bogotá, más del 42% de los edificios son catalogados como edificios enfermos"; "teniendo en cuenta que más del 40% del tiempo, las personas permanecen en sus sitios de trabajo y por lo general estos se encuentran contaminados o poseen características que generan molestias a sus ocupantes" (Morales, 2012).

1.2 Análisis de Normas técnicas para el estudio del caso

La finalidad del presente estudio es resolver la problemática planteada en la disconformidad térmica en espacios de oficinas, basado en un enfoque de pensamiento responsable con el medio ambiente, se realiza el apoyo en normas técnicas nacionales e internacionales, para lo cual debemos analizarlas para optar por la más adecuada:

1.2.1 Norma RITE

El RITE es el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y su aplicación es obligatoria los edificios de nueva construcción y en los ya construidos en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección. Esta norma no dispone de un apartado determinado para el confort térmico. De hecho este concepto no es usado en la norma. "El término más parecido que podemos encontrar es el de calidad térmica de un ambiente. La norma tiene dentro de sus instrucciones técnicas un primer artículo, exigencias de bienestar e higiene" (Godoy, 2012).

De acuerdo a lo que explica el autor Godoy Muñoz en su artículo, uno de los apartados de esta norma, es llamada "Exigencias de calidad térmica" donde expone que la calidad térmica de un ambiente de considerada satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica "...cabe destacar que esta definición de satisfacción calidad térmica en ningún momento se habla del usuario, y parece ser que el centro de la norma es la instalación térmica". (Godoy, 2012). Según esta norma los factores que afectan a la sensación térmica son, la temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad relativa quedando implícitos dentro de estos factores el nivel de actividad y vestimenta.

Estos factores de análisis han dado los niveles adecuados tanto para temperatura como para humedad relativa para actividades sedentarias. Como análisis concluyente el autor Godoy Muñoz explica "Vemos como la normativa se basa en el modelo de Balance Térmico de Fanger y en la normalización del estándar ISO 7730.

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 1: Tabla de temperaturas y valores de humedad operativas óptimas

Fuente: Norma RITE

1.2.2 NORMA NTE INEN-ISO 7730

Esta norma es desarrollada en paralelo con la revisión de la Norma 55 de ASHRAE y van de la mano con otros documentos dedicados a las condiciones térmicas como ISO 7243, ISO 7933 e ISO/TR 11079). Presenta métodos para la predicción de la sensación y del grado de incomodidad de las personas expuestas a climas térmicos moderados. Esto permite la determinación analítica e interpretación del confort térmico usando valores de PMV (voto medio estimado) y PPD (porcentaje estimado de insatisfechos), dadas las condiciones consideradas aceptables para el confort térmico general tanto como para el disconfort local. La norma se basa en el cuadro de Fanger, índice de valoración media para determinar la sensación térmica de la persona la cual califica a grupos de personas expuestas a una determinada situación

+ 3	Muy caluroso
+ 2	Caluroso
+ 1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
- 1	Ligeramente fresco
- 2	Fresco
- 3	Frio

Tabla 2: Escala de sensación térmica PMV, Teoría de Fanger

Fuente: Norma NTE INEN-ISO 7730

“El objetivo de la norma no es limitar las condiciones ambientales de un espacio, sino normalizar un método, basado en el modelo de balance térmico de Fanger, para dadas unas condiciones obtener un porcentaje de satisfechos” (Godoy,2012)

Para el cálculo de los valores PMV y PPD el conjunto de normas ISO poseen valores estándares definidos para el tipo de actividad dentro de un establecimiento como son tablas de tasa metabólica para diferentes actividades, (Norma ISO 8996);

aislamiento térmico para combinaciones habituales de prendas / valores térmicos para asientos (Norma ISO 9920); y categorías de ambiente térmico. Por lo que podemos concluir que la presente norma es la más adecuada ya que recopila información del país en estudio y se encuentra basado en la metodología Fanger a ser empleada para esta investigación.

A través de experiencias laborales en tres regiones del país, se pudo identificar particularidades de inconformidad de los usuarios concerniente al confort térmico, lo cual afecta al desarrollo de las actividades laborales de sus usuarios. De acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 7730, define al confort térmico como “el bienestar térmico en aquella condición en la que existe satisfacción respecto del ambiente térmico”(NTE INEN-ISO 7730, 2014). “Esta definición esta aceptada ampliamente, pero es difícil su traducción en parámetros físico cuantificables. Básicamente y en términos generales, el hombre califica un ambiente confortable, si ningún tipo de incomodidad térmica está presente. La primera condición de confort es la neutralidad térmica, lo que significa que la persona no se siente demasiado calurosa ni demasiado fría” (Godoy, 2012)

Además la investigación realizará estudios relacionados con la finalidad de brindar confort térmico mediante alternativas de diseño sustentable que corresponden a un análisis de materiales y criterios de manejo del sitio del proyecto, por lo que de acuerdo a la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), quienes han dado la siguiente definición para sustentabilidad:...”satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”, (Oxford University, 1987).

1.3 Teoría del balance TÉRMICO FANGER P.O. 1973

Povl Ole Fanger (1934-2006), fue el creador de lo que se denomina el modelo de balance térmico, el cual va unido a los indicadores PMV/PPD. En 1973 Fanger publica los primeros trabajos sobre la influencia de las condiciones climáticas en interiores de edificios sobre el ser humano. Se definen por primera vez los parámetros que influyen en el confort y dos métodos para cuantificar este, PMV (voto medio previsto) y PPD (porcentaje previsto de insatisfechos). (Godoy, 2012)

“El modelo de Fanger combina las teorías del balance térmico con la fisiología y termorregulación para determinar un rango de temperaturas de confort, en las cuales los ocupantes del edificio se sienten bien. De acuerdo a estas teorías el cuerpo humano emplea mecanismos como sudoración, temblor y vasodilatación con el objetivo de mantener el balance térmico entre el calor producido por el metabolismo y la pérdida de calor a través del cuerpo” (Uribe, 2019)

Fanger establece de acuerdo a la Tabla 2, la calificación de grupos de personas expuestas a una determinada situación de acuerdo a su grado de confort, pero además Fanger investigó los procesos fisiológicos del cuerpo con respecto a su entorno determinando que no solo el balance térmico, fisiología y termorregulación son necesarios para tener un confort térmico, determino que se debe tener en cuenta:

- a. Características del vestuario: aislamiento y área total del mismo
- b. Características del tipo | de trabajo: carga térmica metabólica y velocidad del aire
- c. Características del ambiente: temperatura seca, temperatura radiante media, humedad y velocidad del aire

1.3.1 Características de vestuario.

Las características térmicas del vestido se miden en la unidad denominada “clo” (del inglés clothing, vestido), equivalente a una resistencia térmica de 0,18 m² hr °C/Kcal; a continuación se indica, para los tipos más usuales de vestido los correspondientes valores de la resistencia en “clo”:

Desnudo: 0 clo.

Ligero: 0,5 clo (similar a un atuendo típico de vera no comprendiendo ropa interior de algodón, pantalón y camisa abierta).

Medio: 1,0 clo (traje completo).

Pesado: 1,5 clo (uniforme militar de invierno).

1.3.2 Características del tipo de trabajo

Las características térmicas de trabajo se miden considerando la carga térmica metabólica y la velocidad del aire, partiendo de las características del vestuario, la temperatura operativa y la velocidad del aire, adicional a la siguiente tabla se encuentra el anexo para el cálculo en función a los factores mencionados:

Actividad	Tasa metabólica	
	W/m ²	met
Reposo, tendido	46	0,8
Reposo, sentado	58	1,0
Actividad sedentaria (oficina, domicilio, escuela, laboratorio)	70	1,2
Actividad ligera, de pie (de compras, laboratorio, industria ligera)	93	1,6
Actividad media, de pie (dependiente de comercio, tareas domésticas, trabajo con máquinas)	116	2,0
Caminar en llano		
2 km/h	110	1,9
3 km/h	140	2,4
4 km/h	165	2,8
5 km/h	200	3,4

Tabla 3: Tasa metabólica

Fuente: Norma NTE INEN-ISO 7730

1.3.3 Características del ambiente: temperatura seca, temperatura radiante media, humedad y velocidad del aire

En esta fase la investigación se recopila información a través del fichero climático obtenido por la plataforma web <http://climate.onebuilding.org/>. Además de la recopilación de información del interior de las edificaciones por medio de equipos de medición del índice térmico solicitados a la Universidad de Cuenca, los cuales serán similares a los empleados en el estudio realizado por Franz Calderón Uribe "Evaluación del mejoramiento del confort térmico con la incorporación de materiales sostenibles en viviendas en autoconstrucción en Bosa, Bogotá, Colombia"

Entre los trabajos revisados podemos destacar al realizado por la universidad Técnica de Ambato en su artículo "Evaluación del Confort Térmico y lumínico en las oficinas del Gobierno Provincial de Tungurahua", en el cual se emplea con éxito la metodología Fanger. Este estudio concluye en que "las oficinas con sensación térmica ligeramente calurosa se debe principalmente por las condiciones ambientales que contrasta en la época del año, también se da por la falta de renovación de aire que existe en las mismas, y debido a la aglomeración de cubículos en áreas pequeñas, estos factores de riesgo ocasionan molestias en los oficinistas como es la falta de concentración, estrés, irritabilidad, sudoración, distracción e incluso hasta dolores de cabeza. Con respecto a las oficinas con sensación térmica ligeramente fría, se da como consecuencia de las bajas temperaturas del exterior y por la prohibición del uso de prendas extras a más de la ropa de trabajo, lo que ocasiona en los oficinistas cansancio, sueño, falta de concentración e incluso hasta resfriados y gripes" (Soto, Morales, 2019)

1.4 Asociación del confort térmico a la utilización de materiales aislantes térmicos naturales

La búsqueda de confort térmico para las edificaciones en general pueden ser causantes de afectaciones al medio ambiente por lo que es necesario de crear alternativas como diseñadores para evitar afectaciones medio ambientales, como antecedente podemos citar “lo que ocurrió en el estado de Jammu y Cachemira en la India, que experimentó una grave crisis energética debido a la baja disponibilidad de energía per cápita. Tal situación obligó a la población a un extensivo consumo de madera, que condujo a la deforestación del entorno, por lo que fue obligatorio avanzar hacia una estrategia energética sostenible completa. Un estudio (Ahmed, Qayoum y Mir, 2019) pudo determinar que un eficiente y sostenible aislamiento térmico de los edificios era una gran oportunidad para generar e incentivar el ahorro de energía. Este se centró en el uso de nuevos materiales aislantes que incorporan componentes reciclados y sostenibles. El uso constante de materiales aislantes en los edificios, no solo redujo el consumo de energía, sino que además redujo la emisión de gases de efecto invernadero y proporcionó un mejor confort térmico interior. De esta forma, se empleó aislantes naturales como lana de oveja, lana de cabra y crin de caballo, que se procesan y caracterizan mejor en términos de absorción de humedad, conductividad térmica,...” (Uribe, 2019). Dejando expuesto que alternativas sustentables de diseño para el manejo del confort térmico de un usuario son posibles mediante la concientización del impacto ambiental que podemos generar como diseñadores de un proyecto.

El Ecuador al tener una diversidad geográfica dispone de materiales y procesos constructivos vernáculos identificados claramente en sus regiones, los cuales pueden ser implementados en diseños contemporáneos de oficinas, con la finalidad de mejorar las condiciones de aislamiento térmico. Sin embargo por carecer de estudios que avalen mediante pruebas de laboratorio, estos materiales tienden a carecer de una valoración en su eficiencia y eficacia para considerarlos materiales sostenibles.

Un estudio realizado en la ciudad de Guayaquil analizó el rendimiento de la envoltura de la construcción como un problema durante el ciclo de vida de un edificio, este estudio se focalizó en la cubierta de las edificaciones donde se expone que según “varios investigadores y especialistas de ingeniería han sugerido que la absorción solar de las superficies de la envoltura juega un papel importante y recomienda cubiertas de alta reflectancia para climas cálidos debido a su potencial ahorro de energía de hasta 20% en la disminución de la carga de enfriamiento”; “la ciudad de Guayaquil es la ciudad mas grande del Ecuador con una temperatura promedio de 27° C, en consecuencia la demanda de energía de enfriamiento es relativamente alta y por lo tanto la reflectancia de la cubierta juega un papel clave para alcanzar temperaturas de confort en las viviendas” (Macías et al.,2015)

Esta investigación determinó que una vez realizando una comparación entre diferentes materiales para cubierta como panel de acero, teja de cerámica roja, zinc y fibrocemento en una vivienda modelo, durante el periodo de Junio a Agosto del 2014, fechas en donde existe mayor uniformidad de radiación solar en Guayaquil, “que el mayor valor de reflectancia solar proviene del panel de acero, mientras que la muestra de teja de cerámica roja es la más pequeña” (Macías et al.2015)

Otro estudio relacionado con el análisis de materiales para cubierta es el de Franz Calderón Uribe realizado en Bogotá, Colombia, en donde considera la densidad, calor específico, conductividad térmica de algunos materiales tradicionales para cubierta, así como factores como economía y sustentabilidad para plantearlos como alternativas en el diseño de una edificación. Uribe determina que de acuerdo a la siguiente tabla:

Descripción	Densidad kg/m ³	Conductividad térmica W/m ² °C	Precio USD	Huella de carbono kg/CO ²
Fibrocemento	1250	0,36	\$9	11,84
Panel tipo sándwich	50	0,024	\$28	12,5
Poliéster	38	0,04	\$15	15,04
Tetrapak	900	0,25	\$8	0,5

Tabla 4, materiales que mejoran en aislamiento térmico en cubiertas

Fuente: (Uribe,2019)

Uribe concluye en su investigación “Aunque el fibrocemento y el Tetrapak tenían precios similares, se encontraron otros aspectos favorables para usar este último: leve disminución en la conductividad térmica y baja contaminación generada por un material que es producto del reciclaje. No obstante, se comprobó que, si se usaba solamente una teja de este material, no se obtenía el aislamiento térmico necesario, por lo que, además de las tejas exteriores, se usaron láminas Tetrapak para conformar un falso techo que le permitiera al hábitat tener un cámara de aire entre los dos elementos” (Uribe, 2019).

Estos análisis realizados en las ciudades de Guayaquil y Bogotá nos dan las pautas necesarias que nos permitirán evaluar si el material utilizado en este caso para cubiertas tiene una incidencia de peso en el ambiente interior de las edificaciones, y nos permitirá analizar las variables de materialidad que podemos utilizar como estrategia de diseño para optimizar un confort térmico de los usuarios con un enfoque sustentable de manera estable durante un periodo de tiempo determinado

En otra investigación realizada que enlaza a uno de nuestros casos de estudio, es el realizado por Joseph Machuca Riveros en el año 2015, en donde expone el análisis de la incidencia térmica de la piedra volcánica como elemento constructivo. Este caso es citado ya que se concentra en un material común en la ciudad de Cuenca como es la piedra andesita. En esta investigación se evidencia que si bien la piedra andesita tiene mayor densidad a comparación de otros materiales como el ladrillo y el vidrio, este “presenta mayor resistencia térmica, debido a las capas adicionales de material que restringen un poco más el paso del calor hacia el exterior de la vivienda” (Machuca, 2015)

1.5 Construcciones sostenibles

Definimos como construcciones sostenibles a “edificaciones o estructuras eficientes en uso de agua y energía, propendiendo por el cuidado del medio ambiente en el que se construyen, minimizando el desperdicio de materiales el proceso constructivo, aprovechando la infraestructura actual y potenciando el uso del transporte público o alternativo y otras estrategias; así mismo dentro del diseño y la construcción se debe tener en cuenta el impacto de la extracción y producción de materiales” (Rocha, 2011).

“Gran parte del impacto ambiental que se genera en las zonas urbanas es debido a la gran cantidad de infraestructuras que en ellas se encuentran, siendo la industria de la construcción una de las que genera impactos durante toda la cadena productiva. Datos de las Naciones Unidas afirman que la industria de la construcción genera un 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero al año, consume cerca de un 40% de la energía total, así como también produce el mismo porcentaje de residuos sólidos urbanos, extrae cerca de un tercio de los materiales del medio natural, ocupa un 12% de la superficie terrestre y consume un 12% del agua potable, lo que hace que sea el sector con mayor huella ecológica en el planeta; donde la demanda de energía, materiales y agua hacen que esta sea la actividad con más significancia, no sólo a nivel ambiental sino también económica, en todos los países del mundo”. (Ayala et. al 2016).

Para nuestra investigación hacemos referencia a la instancia que establece parámetros para que una edificación se la pueda identificar como sostenible. “Certificación LEED; Leadership Environmental & Energy Design (LEED) es una certificación voluntaria que evalúa un proyecto en términos de sustentabilidad por medio de la calificación de áreas como: diseño, proceso constructivo y operación, esta certificación es un instrumento para construcción de proyectos sustentables o verdes, desde una visión global de las características sin tener en cuenta proyecto tipología y magnitud del mismo” (Ayala et. al 2016).

La certificación LEED parte de regulaciones establecidas con estándares muy altos a nivel mundial, diseñados por organismos que contribuye a la evaluación cuantitativa de prácticas desarrolladas de eficiencia emergentes desde una perspectiva integral considerando el comportamiento energético, la sustentabilidad del sitio de emplazamiento, eficiencia en el uso de agua, materiales, recursos y calidad del ambiente interior contribuyendo en la creación de edificios de alto rendimiento energético, durables, sanos, ambiental y económicamente viables. (Becar, 2010).

Para que una edificación obtenga la certificación LEED debe cumplir con tres parámetros básicos:

- * Sitios sustentables
- * Uso eficiente de agua
- * Calidad del ambiente interior
- * Materiales y recursos
- * Energía y atmosfera
- * Innovación y prioridad regional

Para nuestra investigación tomaremos en cuenta parámetros como guía de sustento en lo que respecta a sitios sustentables, calidad del ambiente interior, materiales y recursos, parámetros que son relacionados a nuestros objetivos de estudio.

1.5.1 Sitios sustentables

Esta área tiene en cuenta la selección del terreno sumando más puntos a la readecuación de construcciones existentes, prefiriendo construcciones verticales a cambio de horizontales; siendo importante si la zona es altamente poblada por facilidad de acceso a medios de transporte y otros servicios, reduciendo las emisiones por transporte.

1.5.2 Calidad del ambiente interior

Esta temática posee condiciones como el desempeño mínimo de la calidad interior el cual debe cumplir con el estándar de requerimientos para el diseño de sistemas de limpieza de aire y ventilación, otra consideración es la vista hacia el exterior y las condiciones de temperatura de los lugares habitados u ocupados, otro de los parámetros considerados es realizar una encuesta anual de confort en los ocupantes de la edificación para que evalúen las condiciones de temperatura y su comodidad y niveles de luminosidad de su lugar de trabajo.

1.5.3 Materiales y recursos

Se considera planes para consumo de materiales elaborados en cercanías al proyecto, así como planes de minimización de generación de residuos de desecho, se obtienen puntos adicionales si se hace uso de materiales reusados en la construcción o remodelación del proyecto, también se tiene en cuenta si los materiales son de origen de fuentes renovables.

1.6 Análisis, criterios y estrategias de diseño en relación al manejo de sitio

Cada ciudad se rige en base de sus planes de ordenamiento territorial de tal manera como diseñadores nuestras decisiones depende de las condicionantes que se presenten en cada caso.

De acuerdo a la publicación realizada por el autor de libro; El manejo sustentable del sitio en proyectos de arquitectura, "la selección del sitio debe ser considerada como parte del proceso general de diseño y construcción del edificio desde un principio, particularmente en lo relacionado al diseño bioclimático de forma pasiva del edificio en temas como: ventilación natural, iluminación natural, calentamiento pasivo por medio solar. Enfriamiento pasivo, captación de agua lluvia"; "Una buena planeación del sitio puede preservar la vegetación existente y por lo tanto ahorrar en jardinería y mantenimiento del paisaje de inmediato..." (Hernández, 2010)

Para el planteamiento de las estrategias de diseño se hará uso del software adecuado para diseño climático, para ello inicialmente obtendremos información mediante el levantamiento georreferenciándolos por medio de la herramienta GPS GARMIN eTrex series.

El objetivo de la utilización de un software, es analizar los niveles de ganancias internas, externas, temperatura, humedad relativa y niveles de infiltración de aire, de una edificación con respecto a su entorno, mediante una simulación, durante dos épocas del año las cuales serán definidas de acuerdo a los ficheros climáticos de cada zona, prefiriendo escoger el mes más frío y más caliente. Estos datos nos ayudaran para analizar el confort de sus ocupantes en los casos de estudio y las posibilidades de mejoras de diseño que se pueden dar.

CAPÍTULO II

2.1 DIAGNOSTICO

Dentro de la etapa de diagnóstico se presenta la necesidad de desarrollar interrogantes para el presente proceso de investigación, que permitan el planteamiento de criterios fundamentales de las líneas de investigación deseadas.

Por lo tanto, es importante definir la información en base a las siguientes preguntas de investigación, las cuales ayudaran al desarrollo de la etapa diagnóstica, para conocer.

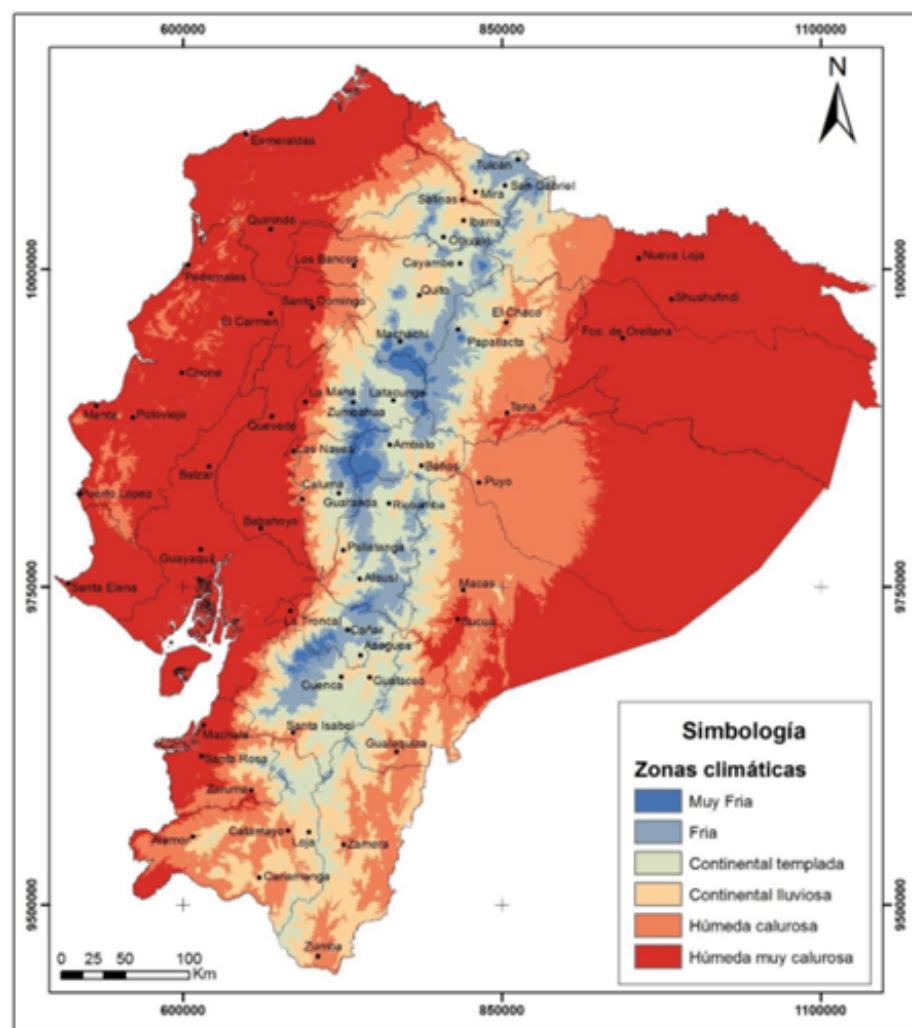
Pregunta de investigación Qué necesito conocer?	Fuentes de investigación Cómo lo voy a encontrar?	Herramientas de levantamiento	Resultados
1. Qué aspectos climatológicos intervienen para el diseño de un espacio de oficinas?	Bibliografía: (libros, papers) Bibliografía web	Tablas estadísticas: factores clima	Se busca determinar los parámetros climatológicos de las diferentes ciudades del país para obtener las bases de datos para la aplicación de las estrategias de diseño
2. Cuáles son las tipologías de espacios de oficinas que podemos encontrar y cuáles son sus incidencias térmicas?	Bibliografía: (libros, papers) Bibliografía web	Tablas estadísticas: incidencias térmicas de acuerdo a su equipamiento, cantidad de individuos, cantidad de iluminación	Analizar las características espaciales/de forma y sus factores que intervienen en su actividad laboral para determinar la orientación de adonde quereos dirigir el diseño de oficinas sustentables
3. Cuáles son las normativas pertinentes para su aplicabilidad dentro del contexto de investigación?	Bibliografía: Normativas internacionales y nacionales	Tablas y fórmulas de calculo	Obtener una guía de respaldo científico para la aplicación en el contexto nacional.
4. Cuáles son los indicadores para el uso de materiales sustentables en la edificación de espacios	Bibliografía: (libros, papers) Bibliografía web	Profesionales en el área sustentabilidad	Identificar los criterios para el uso de materiales sustentables, así como de sus procesos de selección para analizarlos en el uso del diseño de oficinas.
5. Qué importancia tiene la aplicación de un software en este proyecto?	Bibliografía: Investigaciones similares	Software: Designe Builder	Demostrar en un caso de estudio los valores de discomfort térmico en áreas de oficinas en función de variables como emplazamiento, orientación, tamaño, uso del espacio, materiales, entre otras.

Tabla 5. Metodología Diagnóstica

Fuente: Elaboración Propia

2.2 Características meteorológicas del Ecuador

Para determinar unas correctas estrategias de diseño inicialmente debemos conocer el contexto en donde se va a realizar el estudio por lo cual nos plantearemos las zonas climáticas del Ecuador, en donde por su situación geográfica existen diversos microclimas en el territorio.



Mapa Zonas climáticas del Ecuador

Fuente: registros meteorológicos INAMHI

El Ecuador se encuentra dividido en zonas climáticas de acuerdo al estudio realizado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), estudio en el cual hace referencia a los criterios y requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones residenciales, “con el fin de optimizar el consumo energético asegurando el confort térmico interno para los usuarios en función del clima donde el proyecto será emplazado” (NEC, 2018). Tomándolo como referencia inicial para nuestro estudio cabe indicar que en espacios de oficinas inciden otros aspectos a ser estudiados como son la actividad física a realizar, equipos informáticos, entre otros, los cuales nos permitirán establecer las características específicas para un diseño sustentable de oficinas.

Provincia Ciudad Zona climática		
REGIÓN COSTA		
El Oro	Machala Zaruma Santa Rosa	Húmeda muy calurosa
Esmeraldas	Esmeraldas Quinindé	Húmeda muy calurosa
Guayas	Guayaquil Balzar	Húmeda muy calurosa
Los Ríos	Babahoyo Quevedo	Húmeda muy calurosa
Manabí	Puerto López Portoviejo Manta Chone El Carmen Pedernales H	Húmeda muy calurosa

Provincia Ciudad Zona climática		
REGIÓN SIERRA		
Azuay	Cuenca	Continental lluviosa
	Santa Isabel	Húmeda calurosa
	Gualaceo	Continental lluviosa
Bolívar	Guaranda	Continental templada
	Caluma	Húmeda calurosa
	Las Naves	Húmeda muy calurosa
Cañar	Azogues	Húmeda calurosa
	Cañar	Fría
	Troncal	Húmeda muy calurosa
Carchi	Mira	Continental lluviosa
	San Gabriel	Continental templada
	Tulcán	Fría
Chimborazo	Riobamba	Continental templada
	Alausí	Continental lluviosa
	Pallatanga	Continental lluviosa

Cotopaxi	La Maná	Húmeda muy calurosa
	Latacunga	Continental templada
	Zumbahua	Fría
Imbabura	Ibarra	Continental lluviosa
	Otavalo	Continental templada
	Salinas	Húmeda calurosa
Loja	Loja	Continental lluviosa
	Cariamanga	Continental lluviosa
	Alamor	Húmeda calurosa
	Catamayo	Húmeda calurosa
Pichincha	Cayambe	Continental lluviosa
	Machachi	Fría
	Quito	Continental lluviosa
	Los Bancos	Húmeda calurosa
Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo	Húmeda muy calurosa
Tungurahua	Ambato	Continental templada
	Baños	Continental lluviosa

Provincia Ciudad Zona climática		
REGIÓN ORIENTE		
Morona Santiago	Macas Gualaquiza Sucúa	Húmeda calurosa Húmeda calurosa Húmeda muy calurosa
Napo	Tena Papallacta El Chaco	Húmeda calurosa Fría Húmeda calurosa
Orellana	Francisco de Orellana	Húmeda muy calurosa
Pastaza	Puyo	Húmeda calurosa
Zamora Chinchipe	Zamora Zumba	Húmeda calurosa Húmeda calurosa

Tabla 6: denominación de zonas climáticas por ciudades

Fuente: (NEC; Eficiencia energética en edificaciones residenciales 2018)

ZONA CLIMÁTICA (Ecuador)	ZONA CLIMÁTICA (ASHRAE 90.1)	NOMBRE	CRITERIO TERMICO
1	1A	Húmeda muy calurosa	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	2A	Húmeda calurosa	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3	3C	Continental lluviosa	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4	4C	Continental templado	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$
5	5C	Fría	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $3000 \text{ m} < \text{Altura (m)} \leq 5000 \text{ m}$
6	6B	Muy Fría	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $5000 \text{ m} < \text{Altura (m)}$

Tabla 7: Referencia para zonas climáticas

Fuente: (NEC; Eficiencia energética en edificaciones residenciales 2018)

Leyenda

CDD: Grados días de enfriamiento base 10°C (Cooling Degree Days)

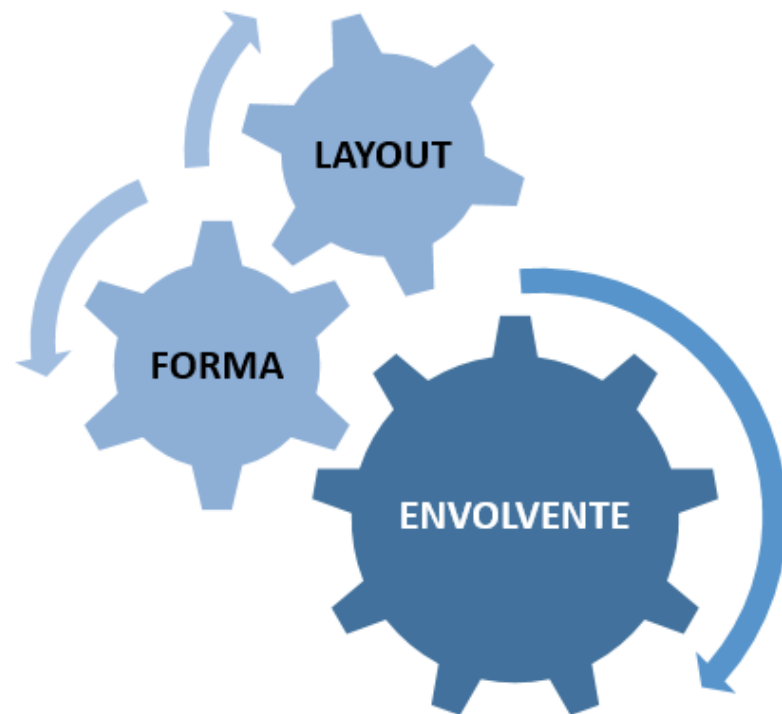
HDD: Grados días de calefacción base 18°C (Heating Degree Days)

2.3 Tipologías de espacios de oficinas y sus incidencias térmicas

Cuando hablamos de espacios de oficinas es necesario definir al espacio como un lugar habitable, el cual nos brinda la posibilidad de mejorar la calidad de vida al momento de realizar nuestras labores diarias en diversas modalidades de uso.

A través de la historia los espacios de oficinas han ido evolucionando tanto en su distribución espacial, en su forma, en su envolvente, así como en la evolución tecnológica lo cual ha llevado a considerar los factores climáticos y cargas internas en las propuestas de las edificaciones.

Como nos indica el autor del artículo; Edificios de oficinas, "la tecnología ha dado un vuelco a la oficina tradicional ya que en la actualidad ha cambiado la forma que la gente trabaja y se relaciona, desde la revolución industrial hasta hoy el sistema de trabajo ha evolucionado de una producción lineal en cadena a uno basado en el fomento del conocimiento e innovación. Así a lo largo de las últimas décadas se ha pasado por diferentes tipologías de espacios de trabajo variando su privacidad, densidad, control y/o autonomía entre los trabajadores" Swett, (2016), tomando esto como referencia interpretamos que la actividad dentro de una oficina evoluciona así como desde el pensamiento moderno al contemporáneo donde las estructuras relacionales cada vez más están evitando las jerarquías para lograr espacios de trabajo cope-rationales.



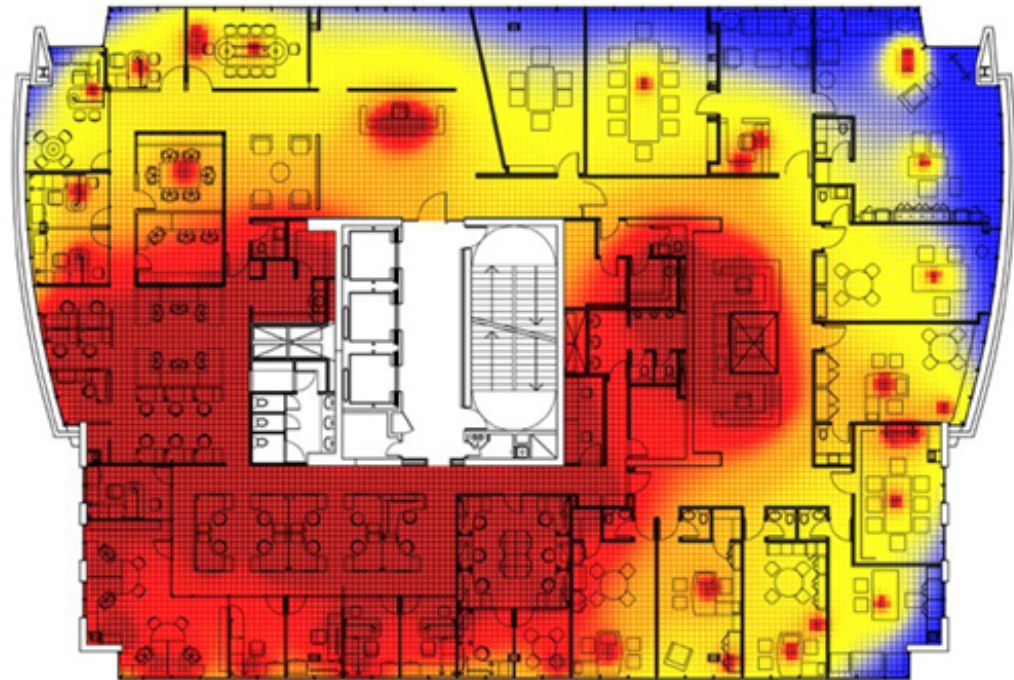
Fuente: *Elaboración propia*

Tomamos como referencia inicial criterios técnicos internacionales como es el caso de WELL Building Standard para establecer los parámetros guía de un espacio de oficina. Según WELL categoriza los espacios como una parte o totalidad de un proyecto de estudio, estos los denomina como principales o secundarios, de esta manera define que "los espacios principales son aquellos que pueden referirse a un proyecto entero, mientras que los espacios secundarios siempre están vinculados a un espacio principal. Por lo tanto un proyecto podría estar compuesto por múltiples espacios y aplicar múltiples estándares" (WELL,2015).

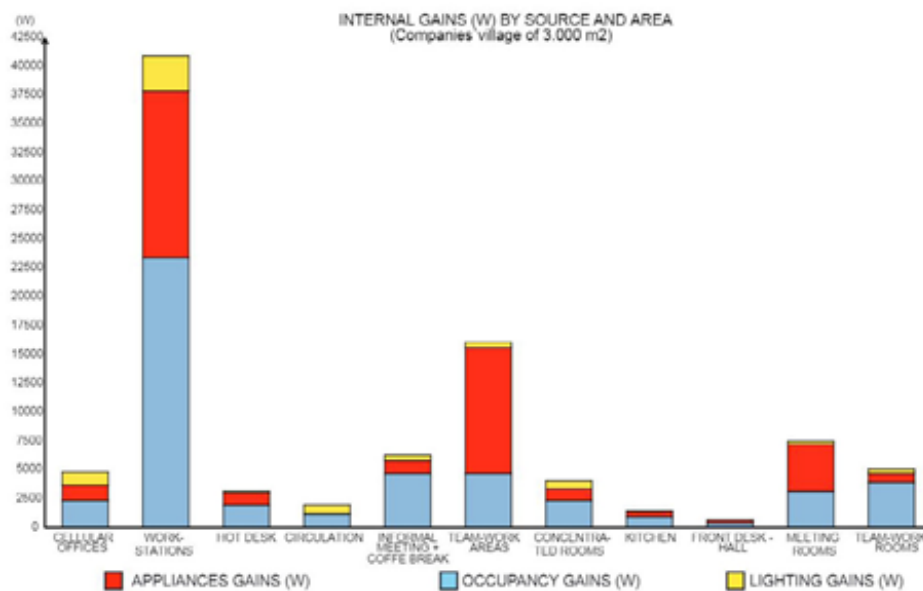
De acuerdo a lo expuesto por Well en relación al desempeño de actividades dentro de un espacio de oficina existe una reducción del 4% en temperaturas cálidas un 6% en temperaturas más frías.

2.3.1 LAYOUT

Desde un enfoque del confort térmico las zonas de trabajo dentro de un espacio principal o secundario de oficinas, debido a factores como su ubicación espacial, material del envolvente, uso de equipos electrónicos presentan cargas internas totalmente dispares, así que la estandarización de cargas homogéneas internas por metro cuadrado es un grave error como indica el trabajo elaborado por Tomas Sweet en un estudio realizado a una planta arquitectónica libre.



Distribución de cargas internas por zonas de trabajo.
Fuente: Tomas Swett A. Thesis de Magister en Architectural Association of London / Claudio Vasquez



Debido a la variedad de actividades que se puede realizar en espacios de oficina podemos identificar algunas tipologías de layout que han ido modificándose a través del tiempo por ello podemos identificar a continuación las siguientes.

Cargas internas por zonas de oficinas.

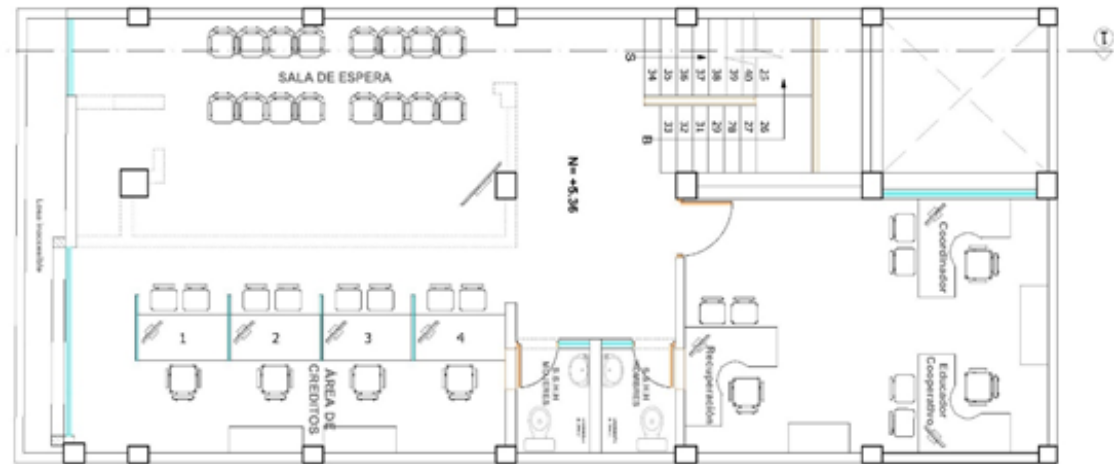
Fuente: Tomas Swett A. Thesis de Magister en Architectural Association of London

Abiertas

Podemos considerar a una oficina abierta donde los empleados tienen un contacto directo y constante con el público, donde se resuelve problemáticas e inquietudes de los clientes, siendo el objetivo de este tipo de oficinas la presentación de productos o servicios.

Cerradas

Este tipo de oficina tiene un carácter privado en donde los empleados tienen un contacto relacional sin la presencia de clientes generalmente donde se generan labores confidenciales, espacios donde suele tener mayores responsabilidades y funciones.



Planta de servicios financieros.

Fuente: COAC JA

Mixtas

Se consideran a oficinas en donde por organización funcional requieren espacios abiertos y cerrados para el desarrollo de sus actividades, por lo general es una tipología tomada para una totalidad de un proyecto denominado como espacio principal.

Virtuales

Se considera a una oficina virtual a una oficina mayoritariamente equipada con tecnología informática, en donde los empleados tienen mayor flexibilidad.

Centralizadas

Se considera a oficinas en donde la dirección de actividades es controlada por un líder quien tiene la autoridad de funcionamiento de la misma



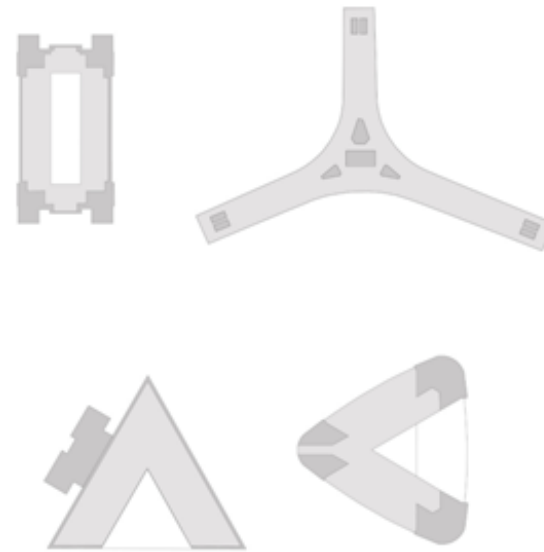
Proyecto de Maestría Universidad del Azuay; Living office

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2 FORMA

Con respecto a la forma de las edificaciones destinadas para uso de oficinas, lamentablemente en la mayoría de los casos, la forma del edificio es un resultado de la geometría del sitio, buscando la cabida máxima de la permitida por las normas urbanísticas y la máxima rentabilidad posible. Por ello dentro de nuestro contexto urbano, debemos buscar mediante estrategias de diseño la mayor ganancia de espacios autónomos en las edificaciones para generar espacios interiores confortables a través de una climatización pasiva, con bajos o nulos requerimientos de sistemas de aire acondicionado, calefacción o ventilación mecánica para generar espacios de oficinas confortables.

En este análisis citamos algunas tipologías de edificaciones ideales abstraídas de edificaciones las cuales se han escogido con el criterio de la garantía de las zonas autónomas. Es decir como indican el autor del artículo; La apertura del espacio de Trabajo; “el nivel de superficie autónoma para edificios de oficina varía principalmente en función del ancho de la planta” (Prieto, 2012). Con esto se quiere decir que los edificios de crujeas menores tendrán un mayor porcentaje de superficie de trabajo expuesta al medio ambiente exterior lo cual permitirá aprovechar las ventajas de la iluminación natural a la mayoría de espacios de trabajo.



Abstracción de formas de plantas arquitectónicas de edificios con crujeas de ancho reducido.

Fuente Tomas Swett A. Thesis de agister en Architectural Association of London

Se han elaborado diversos índices para describir el potencial energético de la forma arquitectónica, por ejemplo, el factor forma describe la relación entre la superficie de la envolvente y el volumen interior para expresar el potencial de intercambio interior-externo del edificio; el factor planta describe su proporción y, con ella, la profundidad que determina el confort visual; el porcentaje de vanos describe la relación entre las superficies opacas y transparentes de una fachada y su capacidad para transmitir radiación y calor al interior; por último, existe el coeficiente de sombra que expresa la cantidad de radiación que ingresa al interior a partir de las características de la fachada (Pacheco, 2012).

2.3.3 ENVOLVENTE

Con respecto a las características del envoltente la investigación realizada por Claudio Vasquez en su estudio para determinar la incidencia del consumo energético en edificios de oficinas, determino que el envoltente cumplen un rol fundamental en el comportamiento energético ya que “son la piel que transmite y controla los factores externos climáticos, protege o disipa las cargas internashacia el exterior y permite el acceso de luz natural” (Vásquez, 2015). Mediciones en Edificios de Oficinas en Santiago de Chile (clima mediterráneo), demuestran que el uso excesivo de cristal en las fachadas de edificios de Oficinas aumenta el consumo energético hasta un 450% en verano. Por lo que se recomienda tener un equilibrio en el uso de fachadas vidriadas en edificaciones de oficinas.



Edificio Cámara de la Construcción Cuenca.
Fuente: www.google.com / Google Earth Pro

Si bien la orientación de un edificio y las oficinas que la conforman deben buscar las mejores opciones sustentables para satisfacer el confort de sus ocupantes, no siempre todos los espacios logran este cometido por las propias exigencias y delimitantes que se plantean al momento del diseño. Muchas veces la falta de estudio del envoltente del edificio proporciona problemas de calentamiento o enfriamiento en los espacios interiores ya que no se aprovecha la influencia de agentes ambientales externos.

En los últimos años la utilización de acristalamiento o también llamado “el muro cortina” en fachadas de edificios ha tomado un protagonismo en el diseño, desde una óptica diseñador de interiores trabajando en sinergia dentro de un equipo interdisciplinario en proyecto complejo, se puede establecer estrategias de diseño que beneficien las tendencias la arquitectura contemporánea.

Estas tendencias han llevado a desarrollar estrategias que mejoren los problemas que pueden presentarse en diseño de fachadas acristaladas, en los casos donde no haya la posibilidad de manejar la implantación de un edificio y por ende sus oficinas.

Se han desarrollado para resolver la necesidad de proteger e integrar los espacios de oficina con en entorno exterior, los llamados espacios de transición los cuales plantean una apertura indirecta hacia el exterior para evitar la ubicación de espacios de oficina en el perímetro del edificio “esto, lejos de ser un obstáculo, comprende un potencial especial para la generación de una adecuada mediación con el entorno, ya que permite una permeabilidad diferenciada frente al clima. Así al contar con una zona de amortiguación climática es posible controlar la condiciones ambientales del contexto” (Prieto, 2012), de esta manera estos espacios de transición permiten mantener hermético un espacio interior con una estrategia que perita el sobrecalentamiento de fachadas acristaladas en los casos que el soleamiento sea intenso en función a la implantación de las oficinas

La Embajada de Renania Berlin Alemania, 2002, está compuesta en sus fachadas por una piel interior y otra exterior que forman un sistema de amortiguamiento en donde la piel interior “consiste en ventanas operables de piso a techo, con persianas venecianas exteriores para el control solar y lumínico, mientras que la piel exterior se compone de láminas de vidrio simple fijas a una estructura secundaria formada por elementos curvos de madera laminada” (Prieto, 2012). Estas pieles generan los espacios de transición que se encaja a una estrategia de diseño de mediación para el aislamiento térmico



Corte longitudinal y detalles de pieles que componen el sistema de envoltente.

Fuente: Prieto (2012)

En la ilustración se puede observar celosías inferiores y superiores para la salida de aire, la presencia del espacio de transición o de amortiguamiento las cuales permiten una ventilación pasiva hacia dentro del edificio.

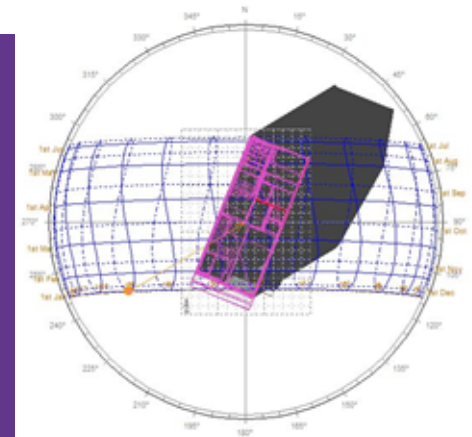
Si bien las estrategias de diseño que no planteamos se pueden ejecutar a diferentes escalas, una de las delimitantes principales es el factor espacio, por lo que el manejo de las zonas de amortiguamiento debido a la incidencia solar para obtener espacios confortables se puede resolver con protecciones naturales que a su vez aportan asociadamente con la productividad de los espacios de trabajo en oficinas. (Swett, 2012)

Efectos de la orientación en espacios de oficina

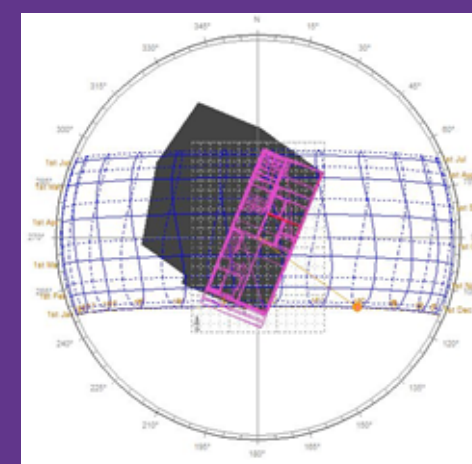
La implantación de un inmueble tiene gran importancia para la finalidad que tiene cada uno de sus espacios interiores, “diversos estudios coinciden en que un punto clave en el desarrollo de ambientes de trabajo confortables es la relación entre el espacio interior y el medio ambiente exterior, por lo que contribuye a la generación de lugares sostenibles y saludables” (Loftness, 2008).

En nuestro caso de estudio podemos identificar a una estructura con implantación continua la cual posee baja incidencia solar por encontrarse en una orientación sur-este en relación a su única fachada, se encuentra en una orientación en donde no existe obstáculos que causen sombra a su fachada.

Se puede observar que las oficinas tienen una incidencia solar progresiva en las zonas adyacentes a la fachada en los meses Noviembre, Diciembre y Enero a partir de las 13:00 a 18:00, horarios y una nula incidencia solar en horas de la mañana hasta las 12:00, debido además por encontrarse adosada a una edificación existente.



21 de diciembre 15:00

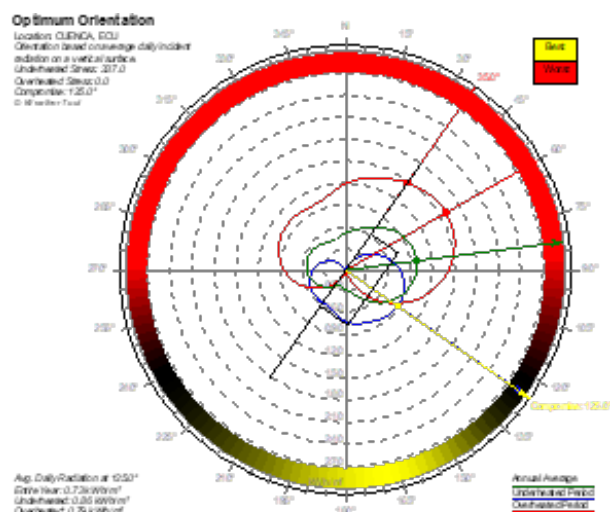


21 de diciembre 10:00.

Fuente: Elaboración propia

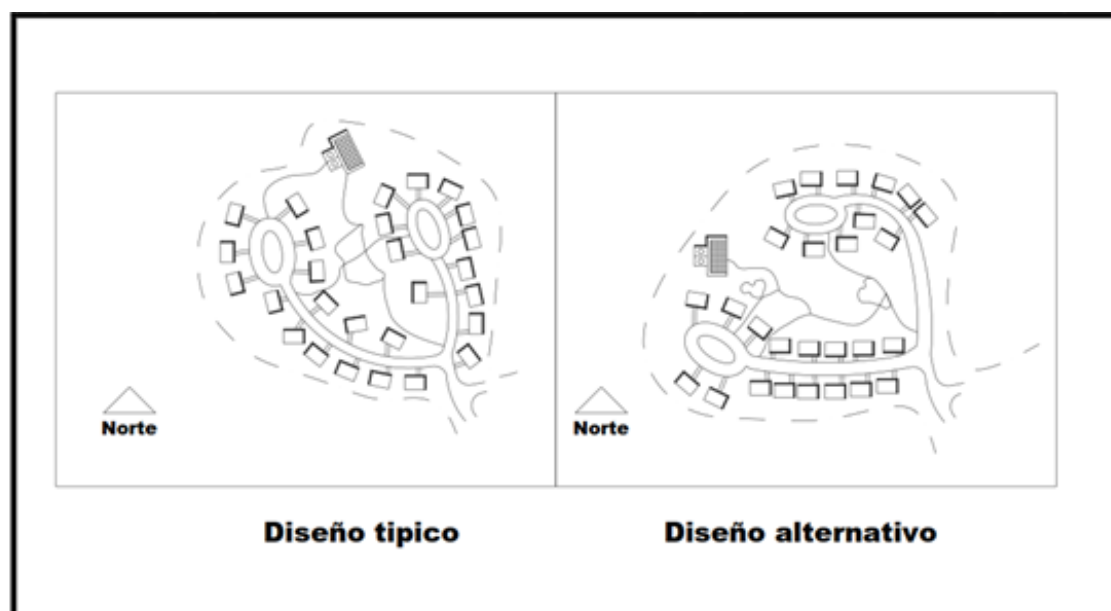
Orientación óptima

Considerando la herramienta de orientación óptima en el software Ecotect, en función a periodos impuestos como los meses más calurosos y fríos de la ciudad de Cuenca, la implantación se encuentra dentro de la franja óptima con relación a su única fachada.



Fuente: *Elaboración Propia*

Un factor que es de suma importancia dentro de edificios es su geometría en planta, para que los espacios de oficina trabajen de una forma autónoma y pasiva en relación al uso de mecanismos eléctricos, de tal manera que en el caso de edificios rectangulares se recomienda que deben ser orientados de forma longitudinal a lo largo del eje x-y, ya que en esta orientación los muros orientados al Este y Oeste reciben menos sol directo en verano, por lo tanto la ganancia de calor es reducida, dependiendo del clima del lugar, “esta configuración trabaja muy bien en climas fríos y templados en donde la ganancia de calor en forma pasiva se mejora del lado sur del edificio en época de invierno” (Hernández, 2010), por lo que esta consideración se adapta al contexto que se encuentra en estudio como es la ciudad de Cuenca. Así podemos observar la siguiente ilustración donde se puede realizar una corrección en la implantación siempre y cuando el sitio lo permitiere.



Dos opciones de zonificación en función a la orientación.

Fuente: (Hernández, 2010)

2.4 Normativas pertinentes para su aplicabilidad dentro del contexto de investigación Sustentabilidad NEC – Norma Ecuatoriana de la Construcción, Eficiencia Energética en edificaciones residenciales

Dentro del país en los últimos años han surgido avances para garantizar los más altos estándares de confort con el menor impacto ambiental posible. Estos avances se ha logrado a través de la NEC, donde sus datos podemos extrapolarlos para el uso de edificaciones de oficinas.

La norma nos ayuda a establecer la propiedades de los elementos constructivos en función a sus propiedades térmicas, de esa manera nos entrega tablas en donde se referencia los valores de búsqueda.

Tipo de material	Material	Propiedades térmicas			Referencia
		K [W/mK]	ρ [kg/m³]	Cp [J/kg K]	
Piedra	Piedra – piedra compacta	3.49	-	840 2880 [2]	
	Roca compacta	3.50	-	880 2750 [1]	
	Piedra	1.83	-	712 2200 [2]	
	Hormigón	1.40	-	837 2220 [2]	
Asbestos, hormigón, bloques de hormigón	Concreto de mediana densidad	1.35	-	1000 1850 [2]	
	Hormigón armado	1.63	-	1050 2400 [1]	
	Asbesto	0.36	-	1050 1500 [2]	
	Fibrocemento	0.93	-	1250 2000 [1]	
	Bloque de concreto	0.62	-	840 1040 [2]	
	Concreto muy baja densidad	0.05	-	- 305 [4]	
	Bloque de concreto	0.49	-	- 1400 [1]	
	Bloque hormigón celular vapor L	0.35	-	- 600 [1]	
	Bloque hormigón celular vapor M	0.41	-	- 800 [1]	
	Bloque hueco hormigón L	0.44	-	- 1000 [1]	
Materiales aislantes	Bloque hormigón celular vapor P	0.47	-	- 1000 [1]	
	Bloque hueco hormigón M	0.49	-	- 1200 [1]	
	Bloque hueco hormigón P	0.56	-	- 1400 [1]	
	Bloque hormigón ligero macizo	0.33	-	1050 1500 [1]	
	Bloque hormigón ligero	0.56	-	1050 1400 [1]	
	Lana mineral (panel)	0.042	-	1030 12 [4]	
	Lana mineral (mantillo)	0.038	-	1030 25 [4]	
	Poliuretano expandido (EPS)	0.04	-	1450 15 [4]	
	Poliuretano extruido (XEPS)	0.035	-	1400 40 [4]	
	Espuma de poliuretano	0.025	-	1400 30 [4]	
Ladrillos, adobes	Espuma de urea formaldehído (UF)	0.04	-	1400 10 [4]	
	Fibra de vidrio (panel)	0.046 a 0.048	-	800 7.5 a 8.2 [5]	
	Lana de roca o lana de escoria (panel)	0.036 a 0.037	-	800 32 a 37 [5]	
	Panel	0.033 a 0.035	-	800 45 [5]	
	Celulosa en spray para cavidades en paredes	0.039 a 0.040	-	- 26 a 42 [5]	
	Fibra de vidrio en spray para cavidades en paredes o áticos	0.039 a 0.042	-	- 16 [5]	
	Panel	0.033 a 0.037	-	- 29 a 37 [5]	
	Ladrillo común	0.80	-	840 1800 [2]	
	Ladrillo de sílice	1.07	-	- 1900 [2]	
	Ladrillo de magesta	2.48	-	1130 2000 [2]	
Ladrillos, adobes	Ladrillo macizo	0.87	-	1330 1800 [1]	
	Ladrillo aireado	0.30	-	840 1000 [2]	
	Ladrillo quemado	0.85	-	840 1500 [2]	
	Ladrillo	0.75	-	880 1730 [2]	

Tabla 8: Propiedades Térmicas de los materiales.

Fuente: (NEC, 2018)

Elemento constructivo	Paquete constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m³)	Conductividad (W/mK)	Factor-U (W/m²K)
Paredes	Ladrillo sin revestimientos	Ladrillo	15	1920	0.72	2.79
		Enlucido exterior	1	1300	0.5	
	Ladrillo con revestimientos	Ladrillo	15	1920	0.72	2.55
		Enlucido interior	1	1760	0.72	
	Bloque de concreto	Enlucido exterior	1	1300	0.5	2.35
		Bloque de concreto	15	1040	0.62	

Elemento constructivo	Paquete constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor-U (W/m ² K)
Paredes	Ladrillo sin revestimientos	Ladrillo	15	1920	0.72	2.79
	Ladrillo con revestimientos	Enlucido exterior	1	1300	0.5	2.55
		Ladrillo	15	1920	0.72	
		Enlucido interior	1	1760	0.72	
	Bloque de concreto	Enlucido exterior	1	1300	0.5	2.35
Bloque de concreto		15	1040	0.62		

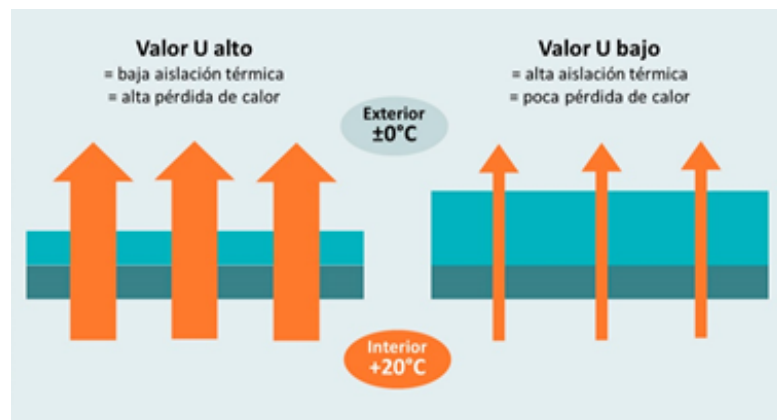
Bloque de concreto (20 cm)	(15 cm)	Enlucido interior	1	1760	0.72	1.96
	Bloque de concreto (20 cm)	Enlucido exterior	1	1300	0.5	
		Bloque de concreto	20	1040	0.62	
		Enlucido interior	1	1760	0.72	
Madera (paneles OSB)	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69	
Caña no revestida	Caña guadua	0.6	714	0.3	5.46	
Caña revestida	Enlucido exterior	1	1300	0.5	4.61	
	Caña guadua	1	714	0.3		
	Enlucido interior	1	1760	0.72		
Adobe	Adobe	30	1440	0.76	2.26	
Hormigón	Hormigón	15	2000	1.13	3.54	
Panel metálico	Lámina metálica	0.04	7600	50	1.6	
	Poliuretano	10	30	0.04		
	Lámina metálica	0.04	7600	50		
Panel de gypsum aislado	Gypsum	2	900	0.3	1.45	
	Poliuretano	10	30	0.04		
	Gypsum	2	900	0.3		
Panel OSB aislado	OSB	0.6	650	0.1	1.46	
	Poliuretano	10	30	0.04		
	OSB	0.6	650	0.1		
Panel de triplex aislado	Triplex	0.6	525	0.12	1.52	
	Poliuretano	10	30	0.04		
	Triplex	0.6	525	0.12		
Techos	Losa Hormigón	Hormigón armado	10	2400	2.3	4.7
	Teja	Teja de arcilla	2.5	2000	1	2.9
	Zinc	Zinc	0.6	7200	110	3.5
	Paja	Paja	2	270	0.09	2.6
	Fibrocemento	Panel de fibrocemento	0.6	1120	1	3.1
Piso	Hormigón	Piedra	10	2600	3.49	3.2
		Poliuretano	0.04	920	0.33	
		Hormigón	5	1600	1.35	
	Tierra	Tierra apisonada	15	1665	1.1	3.3
Madera	Madera dura	1.5	1700	0.16	3.4	
Puerta	Metal	Acero	0.03	7600	50	3.124
		Aire (R0.15 m ² K/W)	0.1	-	-	
		Acero	0.03	7600	50	
	Madera sólida	Roble pintado	4.2	700	0.19	2.56
		Plywood	0.6	700	0.15	2.5
	Madera hueca	Aire (R0.15 m ² K/W)	3	-	-	
Plywood		0.6	700	0.15		
Ventanas	Vidrio simple (3 mm)	Vidrio transparente	0.3	-	0.9	5.69
	Vidrio simple LoE (e=0.2) (3 mm)	Vidrio con lámina	0.3	-	0.9	3.64
Ventanas	Vidrio simple (6 mm)	Vidrio transparente	0.6	-	0.9	5.78
		Vidrio transparente	0.3	-	0.9	3.16
	Vidrio doble (3 mm)	Aire (R0.15 m ² K/W)	0.6	-	-	
		Vidrio transparente	0.3	-	0.9	

TABLA 9: Propiedades de paquetes constructivos.
Fuente (NEC, 2018)

Transmitancia térmica (U) y resistencia térmica (R) en los materiales

En nuestro estudio es necesario hacer referencia a la conceptualización de la transmitancia térmica y como esta influye en el confort de un espacio arquitectónico. De acuerdo a la norma NCh 853-2007, la transmitancia térmica se define como el “flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento”. El símbolo utilizado para identificar la transmitancia térmica es la letra U y su unidad en el sistema métrico decimal es el $W/(m^2 \cdot K)$, Watt por metro cuadrado por Kelvin.

Entonces podemos identificar a la transmitancia térmica como una característica específica de un elemento constructivo, ya sea un muro o una cubierta, elementos que poseen su propia capacidad de conductividad térmica y de su composición material. Este factor lo utilizaremos para determinar las características de los materiales que componen el envoltorio de un edificio.



Fuente: (Blender, 2015)

La ilustración anterior nos indica que a mayor transmitancia térmica, menos es el aislamiento térmico del elemento constructivo y en viceversa cuando el valor U sea menor, el aislamiento del elemento constructivo es mejor, siendo así menor la pérdida de calor a través del elemento.

A sí mismo el trabajo de investigación de la Arq. María Blender explica cómo es que el valor inverso del coeficiente de transferencia de calor es la resistencia térmica, identificado por la letra R y su unidad en el sistema métrico decimal es $(K \cdot m^2)/W$, Kelvin por metro cuadrado por Watts. Así un elemento constructivo va a tener un valor U y está relacionado al nivel de su resistencia térmica.

De esta manera de acuerdo a la NEC, se ha establecido valores máximos de transmitancia térmica para techos, pisos paredes enterradas, puertas, ventanas y lucernarios que corresponden a las 6 zonas climáticas del Ecuador expuestas en la tabla 1.

Para nuestro estudio tomaremos como referencia inicial las tablas elaboradas por la NEC con respecto a los valores de transmitancia térmica máximas en materiales para del envoltorio de las edificaciones, los mismos que subcategorizan a sus espacios como habitables y no habitables. Para ello en nuestro caso solo tomaremos como referencia los valores para espacios habitables.

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-3.5	R-0.3	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.857	R-1.0	U-4.61	R-0.2	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-1.825	R-1.5	U-3.4	R-0.3	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-3.2	NA	U-3.2	NA	U-3.2	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-6.81	SHGC-0.25	U-3.84	SHGC-0.77	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	SHGC-0.19	U-11.24	NA

Tabla 10: Requisitos de envolvente para zona climática 1

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.513	R-2.0	U-2.35	R-0.4	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-0.678	R-1.3	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.420	R-1.8	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6	R-0.4	U-3.124	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-2.27	SHGC-0.40	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-5.56	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

Tabla 13: Requisitos de envolvente para zona climática 4

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-3.1	R-0.32	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.701	R-1.3	U-4.61	R-0.22	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	NA	U-3.4	R-0.3	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.5	NA	U-3.2	NA	U-3.2	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-4.26	SHGC-0.25	U-3.84	SHGC-0.77	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-11.24	SHG-0.19	U-11.24	SHG-0.19	U-11.24	NA

Tabla 11: Requisitos de envolvente para zona climática 2

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.8	R-0.34	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.453	R-2.3	U-2.35	R-0.4	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-0.678	R-1.3	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.363	R-2.2	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.5	R-0.4	U-3.124	NA
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-1.99	SHGC-0.40	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-6.64	SHGC-0.49	U-6.12	SHGC-0.76	U-11.24	NA

Tabla 14: Requisitos de envolvente para zona climática 5

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6			
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

Tabla 12: Requisitos de envolvente para zona climática 3

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-0.273	R-0.34	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.404	R-2.7	U-1.52	R-0.5	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-0.678	R-1.3	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.321	R-2.6	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA				
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-1.99	SHGC-0.40	U-3.16	SHGC-0.76	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-5.56	SHGC-0.46	U-6.12	SHGC-0.76	U-11.24	NA

Tabla 15: Requisitos de envolvente para zona climática 6
Fuente: Fuente (NEC, 2018)

Definición de Voto Medio Estimado (PMV)

El PMV es un índice que refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto a una escala de sensación térmica de 7 niveles. Basado en la termorregulación corporal la cual puede modificarse para mantener el equilibrio térmico.

Definición de porcentaje estimado de insatisfechos (PPD)

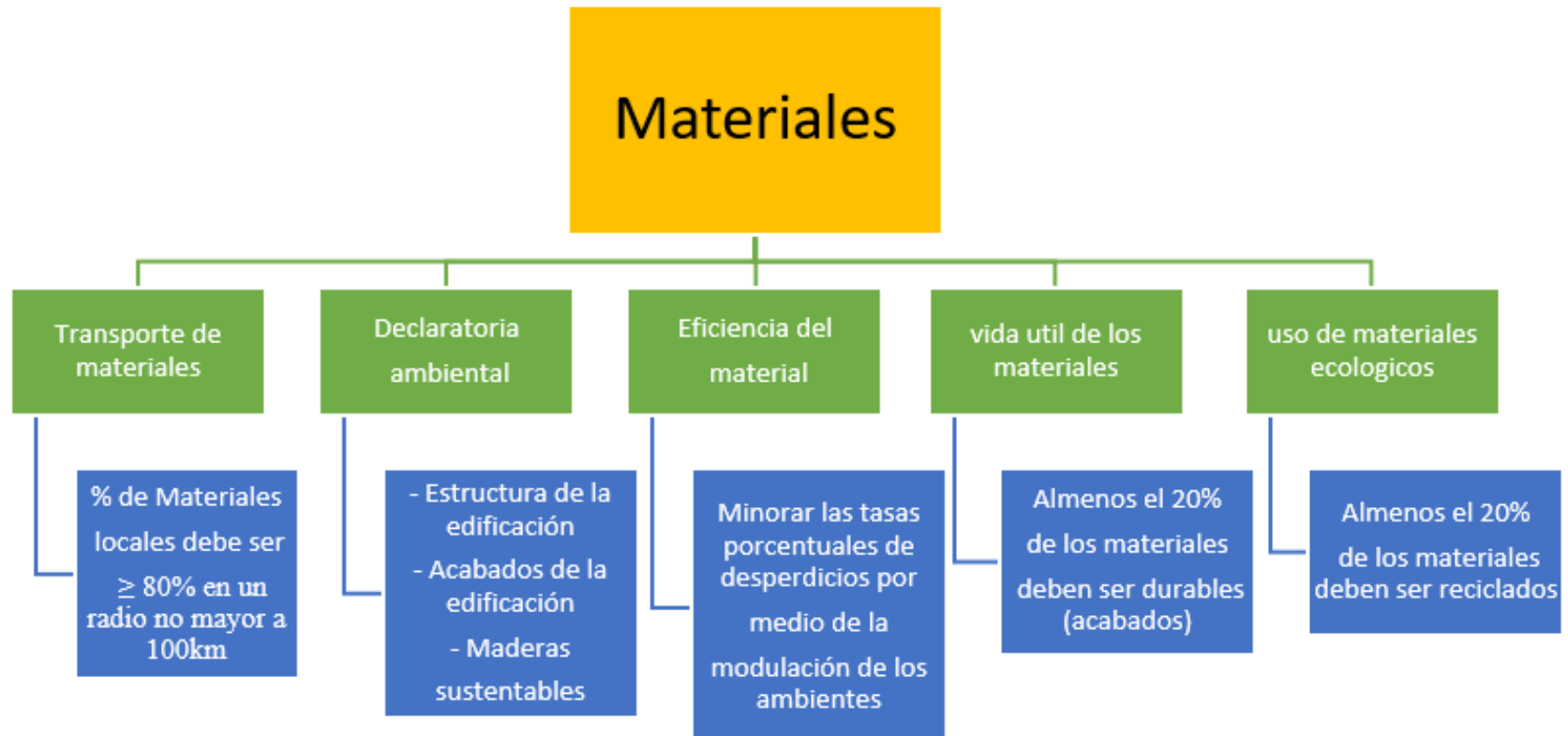
El PPD es un índice que establece una predicción cuantitativa del porcentaje de personas que se sentirán insatisfechas por notar demasiado frío o demasiado calor. Por este motivo las personas térmicamente insatisfechas son aquellas que votaran muy calurosos, calurosos, fresco o frío.

Definición de Incomodidad térmica local

Los PMV y PPD si bien expresan la incomodidad por calor o frío, además la insatisfacción térmica también puede ser causada por las variaciones de temperatura que afectan a una determinada parte del cuerpo la cual se la conoce como incomodidad local, causada por los siguientes parámetros:

2.5 Indicadores para el uso de materiales sustentables en la edificación de espacios

De acuerdo a la investigación realizada por el Arq. Juan Felipe Quezada nos explica los principales parámetros para analizar el uso de materiales sustentables los cuales nos permitan establecer guías para su escogimiento a la hora de diseñar nuestras estrategias de diseño



Fuente: *Elaboración propia*

2.5.1 Transporte de materiales

Para el cálculo del porcentaje de material local se recomienda la siguiente fórmula

$$PML = 100 \cdot CML / CMT$$

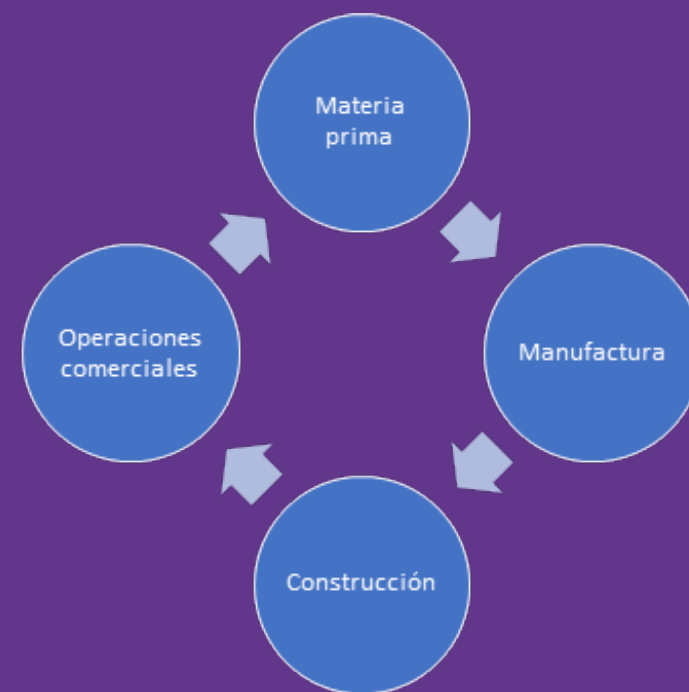
PML: Porcentaje de materiales locales

CML: Costo total de los materiales locales

CT: Costo total de los materiales

2.5.2 Declaración ambiental de producto (DAP)

Su objetivo es analizar el proceso de fabricación de un producto y realizar una evaluación global y multi criterio de sus impactos ambientales desde las materias primas utilizadas hasta el final de su vida útil. En el país aun no se cuenta con un listado de materiales de construcción con DAP, sin embargo se realizará la investigación respectiva



2.5.3 Uso eficiente del material

Esto radica en un diseño eficiente basado en la modulación y parametrización de elementos constructivos, donde el desperdicio de los materiales genere el menor grado de desperdicios dentro de la construcción, por lo que se recomienda el desperdicio no sea mayor al 10 % del total de su uso.

2.5.4 Vida útil de los materiales

Las recomendaciones que se realizan es que las vidas útiles de los materiales deberían ser de igual tiempo de duración que la estructura y tengan pocas necesidades de mantenimiento, para ello con la siguiente tabla se expone valores mínimos en algunos materiales de uso usual en la construcción.

DESCRIPCION	AÑOS
Pisos	
Baldosas cerámica	30
Granito	40
Parque	40
Baldos de gres cerámico	40
Mármol	60
Acabado de mortero	30
Piso de vidrio	20
Alfombra	20
Enlucidos	
Pinturas plástico	10
Pinturas mate	8
Revestimiento de madera natural	20
Papel de vinilo	20
Cubiertas	
Impermeabilizante de asfalto	30
Teja	30
Muros	
Recubrimiento de piedra	60
Recubrimiento de porcelanato	40
Cielo raso	
Entablado	20

Tabla 16: Tabla de durabilidad mínima de materiales.

Fuente: Arq. Juan F. Quezada

2.5.5 Uso de materiales ecológicos

Este parámetro indica que debe emplearse al menos en un 20% de materiales reciclados cuando hablamos de edificaciones nuevas, diseños de interiores o restauraciones, reiterándose al diseño a ejecutarse.

2.6 Aplicación de software el campo de aplicación

El uso de un ordenador mediante un software adecuado nos ayuda a verificar las condiciones de bienestar mediante simulaciones en diferentes espacios de oficinas. Por medio de un caso de estudio, las variables térmicas que influyen en las ganancias de calor dentro de un espacio de oficinas, dotará de información relevante para la utilización de criterios de utilización de estrategias que corrijan falencias que se puedan comprobar con este estudio.

2.6.1 Construcción del modelo geométrico del edificio

a. Selección de la herramienta para el modelo geométrico Graphisoft Arhcad

Se selecciona la herramienta Graphisoft Arhcad para elaborar el modelado 3D de las los espacios gemoetricos

b. Interpretación del modelo geométrico a Designe Builder

Posteriormente se realiza la exportación y ajustes al software Designe Builder para realizar el análisis de de temperatura y confort térmico en los espacios definidos

2.6.2 Localización y orientación del edificio

Localización del espacio a través de los siguientes parámetros:

- Latitud
- Longitud
- Orientación
- Zona horaria
- Altitud

2.6.3 Asignación de los materiales constructivos

Se realiza la asignación de los materiales constructivos con sus respectivas características térmicas

CRITERIOS DE SELECCIÓN
Área con mayor ocupación, uso diario constante y posible carga calórica debido a la cantidad de ocupantes
Área considerable, posible alta carga térmica, generada por equipos de cómputo, Bajo nivel entre piso y cielo raso
Área considerable, posible alta carga térmica, generada por equipos de cómputo, Bajo nivel entre piso y cielo raso

Fuente: *Elaboración Propia*

2.6.5 Condiciones internas

Las variables que se consideran para determinar las características de las zonas son ganancias internas por:

- Número de personas
- Numero de artefactos eléctricos
- Numero de luminarias

Para determinar los valores adecuados por aportación de ganancias térmicas internas se toma la escala del software Designe Builder.

Descripción de Ropa	Factor (CLO)
Desnudo	0
Solo ropa interior	0.2
Pantalón corto y camisa	0.4
Pantalón y camisa	0.6
Traje de calle	1
Traje de calle + Ropa interior térmica	1.5
Chaqueta y abrigo	2
Ropa pesada de invierno	2.5
Ropa tipo ártico	3

Fuente: *(Análisis energético del edificio EIE, 2013)*

En cuanto a la velocidad del aire se determina por el asistente del software Ecotect, se asigna un valor de 0.3 m/s denominado como apenas perceptible

Descripción	Velocidad (m/s)
Calma	0
No perceptible	0.1
Apenas perceptible	0.3
Brisa placentera	0.5
Brisa suave	0.7
Movimiento de cabello y papeles	1
Corrientes de aire perceptible	1.4
Brisa molesta	1.7
Ventoso	2

Fuente: (Análisis energético del edificio EIE, 2013)

2.6.6 Ocupación y operación

Dependiendo de la actividad que se realiza en cada zona se establece los niveles de ganancia de calor, se asigna para la zona 1 el valor de 80W por ser una zona de tránsito y para las zonas 2 y 3 un valor de 70 W para la actividad de oficinista o sedentario.

Actividad	Potencia [W]	Actividad	Potencia [W]	Actividad	Potencia [W]
Sedentaria	70	Digitar	65	Ballar, despacio	140
Caminar	80	Oficinista	70	Ballar, rápido	255
Ejercitarse	100	Cocinar, ligero	95	Deporte en equipo	440
Agotadora	150	Cocinar, pesado	115	Ejercicio, ligero	175
Dormir	40	Limpieza, ligero	115	Ejercicio, pesado	235
Descansar	45	Limpiar, pesado	220	Trabajo pesado	235
Leer	55				

Niveles de actividad.

Fuente: (Análisis energético del edificio EIE, 2013)

2.6.7 Tasa de intercambio de aire

Ese parámetro se refiere a la hermeticidad de la fachada en un rango establecido en la siguiente tabla, en el cual se fijara su valor en 0.5 y 1 considerando que no se abren las ventanas en las zonas 2 y 3, mientras que en la zona 1 al encontrarse en un lugar apartado de la fachada y manteniéndose la apertura de la puerta siempre abierta por su fachada, permitiendo la transferencia de calor.

Construcción	Tasa de renovaciones de aire [renovaciones de aire/hora]
Hermética	0,25
Bien sellada	0,5
Promedio	1
Agujereada	2

Tasa de renovación de aire de acuerdo a las características de la fachada.

Fuente: (Análisis energético del edificio EIE, 2013)

El parámetro adicional en este apartado se refiere a la sensibilidad del aire el cual depende del tipo de terreno y su emplazamiento. Se asigna el valor de 0.1 por las características de su emplazamiento al no poseer retiros y tener solamente una fachada en dirección Sur-Este.

Construcción	Sensibilidad del aire [renovaciones de aire/hora]
Bien protegida	0,1
Razonablemente protegida	0,25
Algo sensible	0,5
Muy sensible	1,0
Sensible y expuesta	1,5

Sensibilidad del aire de acuerdo a las características del edificio.

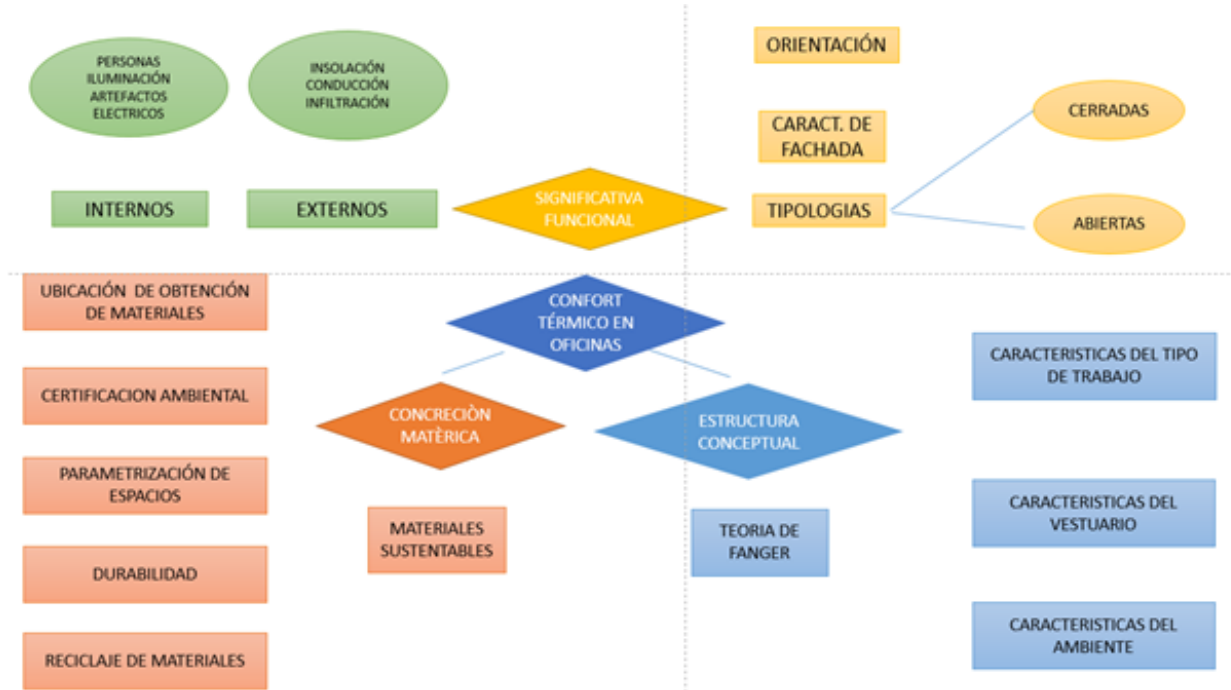
Fuente: (Análisis energético del edificio EIE, 2013)

2.6.8 Rangos de temperatura de confort

De acuerdo al creador del software Ecotect, Andrew Marsh recomienda que el grado de confort en climas fríos está en una franja de 20°C – 26°C y para climas cálidos entre 18°C – 26°C. López (2012).

CAPÍTULO III

3.1 Cuadro conceptual



Fuente: *Elaboración Propia*

3.2 Condicionantes físicas habituales de los espacios de oficinas

3.2.1 Condiciones espaciales

Los espacios de oficinas se encuentran condicionados a factores físicos dependiendo del lugar de su emplazamiento pudiendo encontrarse al interior de una edificación con vistas a pasillos o con vistas hacia un ambiente exterior, en este ámbito su orientación juega un papel significativo al momento de plantear estrategias de diseño, debido a las condiciones de la edificación que la contenga, aproximación a otros elementos constructivos y normativas de cada localidad.

Caso 1E- A vías públicas o patios interiores de espaciamiento mayor a 3m



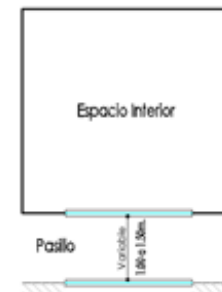
Caso 2E- A refijos interiores, longitud igual a 3m



Caso 1I- A pasillos sin captación solar y sin ventilación directa



Caso 2I- A pasillos con captación solar y ventilación indirecta



Vistas a ambientes exteriores

Fuente: *Elaboración propia*

Vistas a ambientes interiores

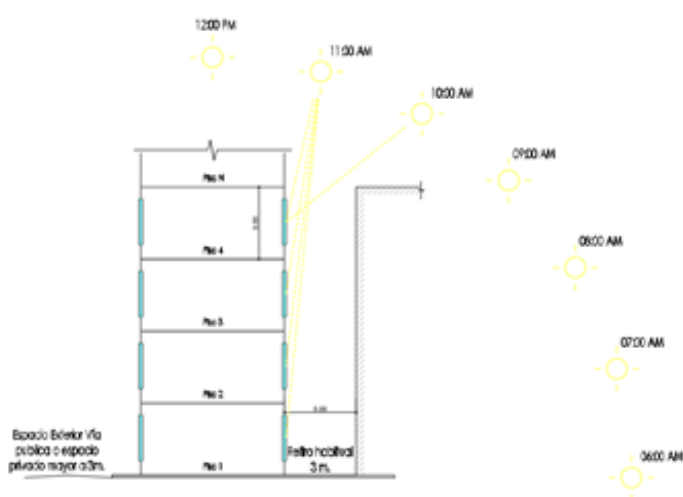
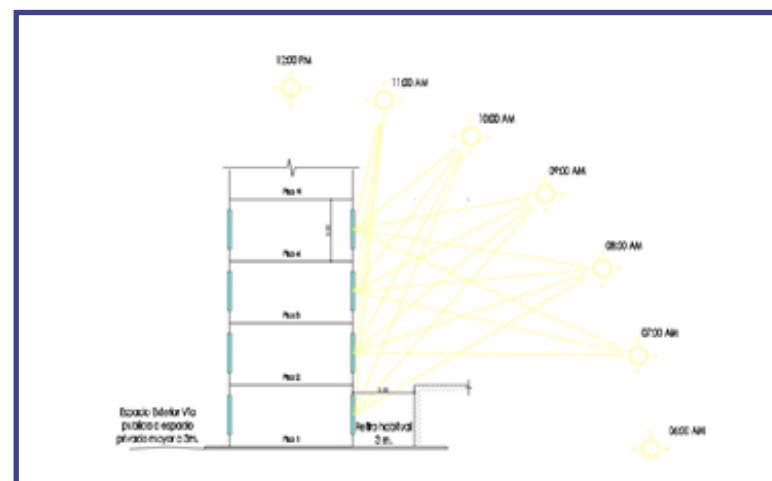
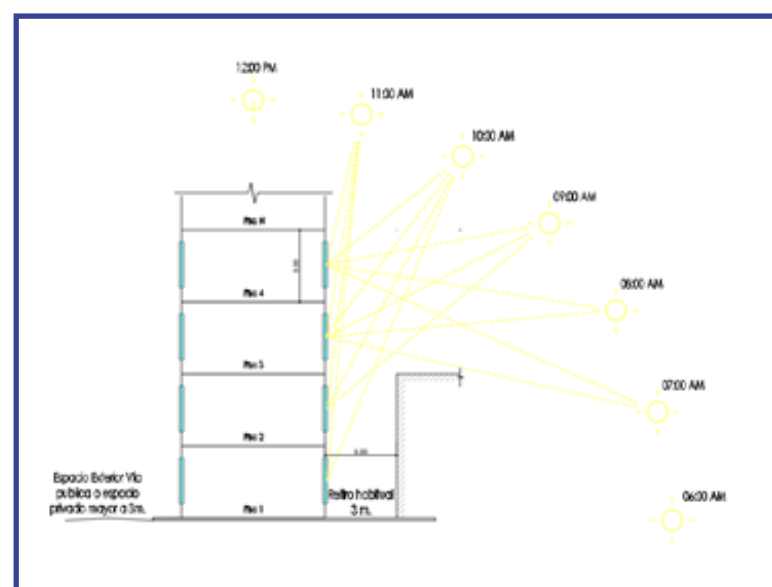
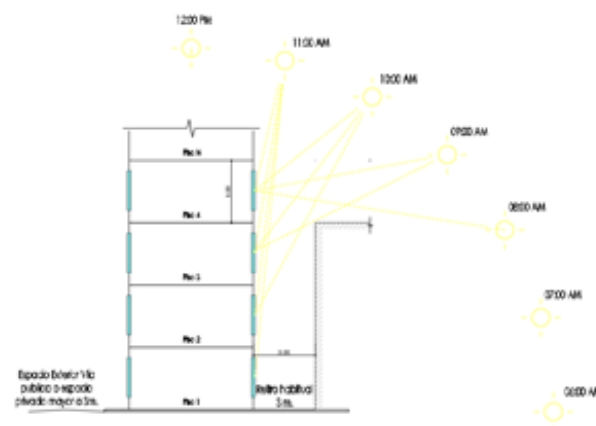
Fuente: *Elaboración propia*

3.2.2 Condiciones en altura

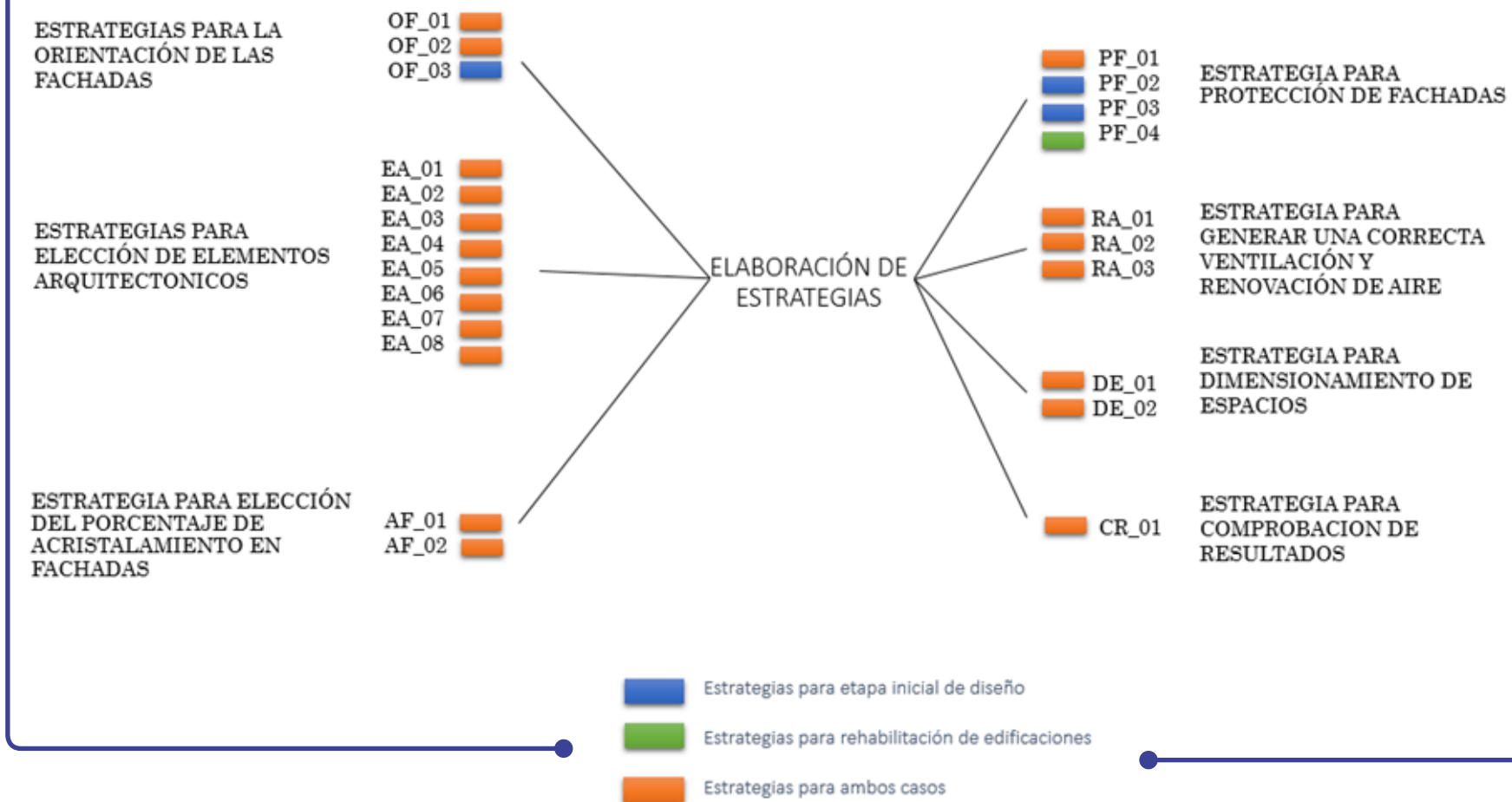
Las estrategias a plantear deberán ser empleadas en función a los casos de estudio mencionados anteriormente dependiendo además de los factores de ubicación vertical que pueden localizarse dentro de una edificación ya que dependiendo de su altura las estrategias de diseño tendrán diferentes grados de efectividad, para lo cual deberán ser analizados si existiese elementos arquitectónicos, paisajísticos u otros que puedan causar efectos de sombra a los espacios en estudio y en su defecto al haber la ausencia de estos distractores se deberá generar estrategias de protección adecuadas hacia las fachadas.

Como se observa en las gráficas los obstáculos que son arquitectónicos habitualmente, inciden directamente a las fachadas dependiendo su altura; en el caso de llegar a ser de alturas iguales al número de piso total, la incidencia solar será menor en las caras de esa fachada variarían si los obstáculos estuviesen alejados en una longitud mayor a los 3 metros.

Como excepción se debe considerar que, de acuerdo a normativas de cada localidad, habitualmente a partir del segundo piso los retiros laterales o posteriores tienen un retiro adicional de acuerdo al número de pisos por lo que la incidencia solar en estos casos se la debe asumir como incidencia directa por la falta de obstáculos a sus alrededores.


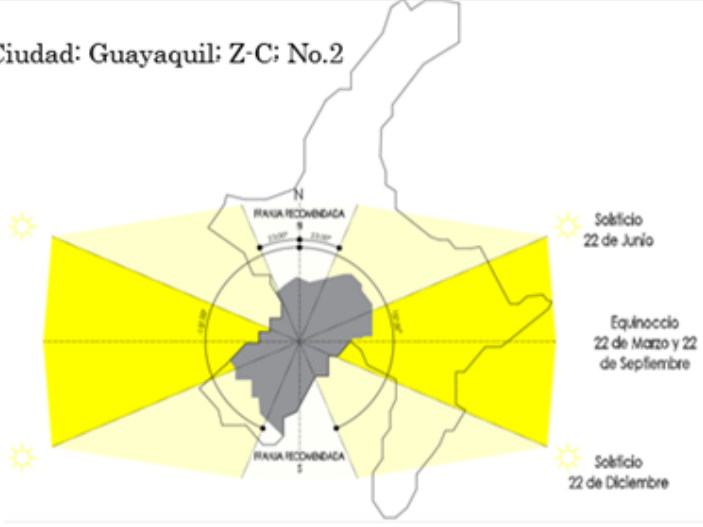


3.3 Estrategias de diseño



3.3.1 Estrategias para la orientacion de fachadas

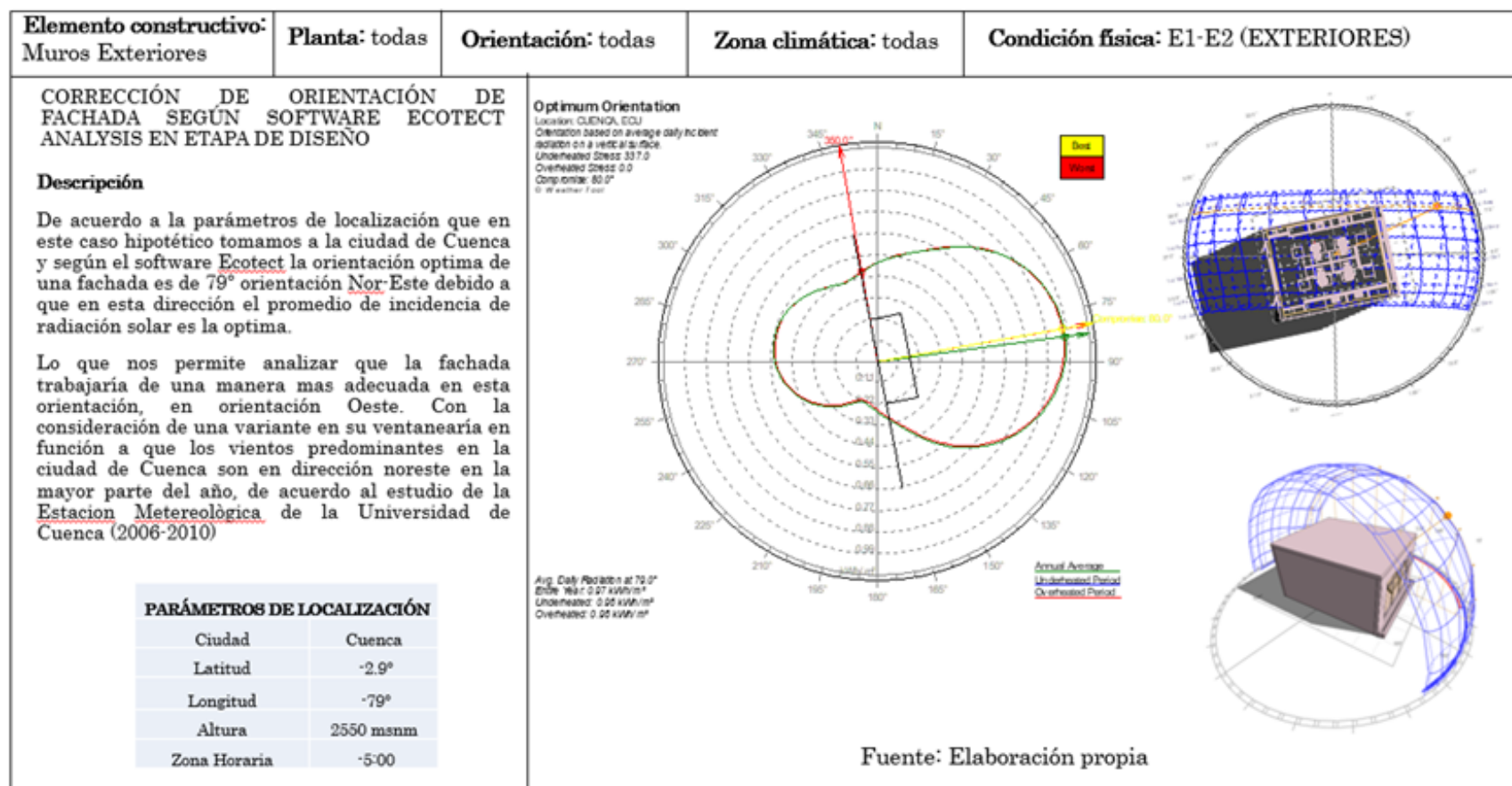
3.3.1.1 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_01

Elemento constructivo: Muros Exteriores	Planta: todas	Orientación: Norte - Sur	Zona climática: 1-2 (CALIDAS)	Condición física: E1-E2 (EXTERIORES)																		
<p>Descripción</p> <p>Para la zona climática No.1 -2, se recomienda que la orientación de fachada del espacio de oficina sea Norte o Sur para evitar la captación excesiva de sol por las altas temperaturas y sobrecalentamiento que se puede generar durante las horas de trabajo ya que evitan exposición directa solar en la mañana y en la tarde y son susceptibles de manera fácil de ser protegidas de la insolación del medio día.</p> <p>Cuando es posible en función a la permisividad de lote y ordenanzas municipales se recomienda que los grados de inclinación de la fachada sean hasta de $\pm 23^\circ$ en orientación Norte y Sur, por motivo del movimiento solar que tiende a tender las ciudades del Ecuador por su ubicación con relación a la línea ecuatorial.</p>		 <p>Fuente: NEC 11</p>	<p>Ciudad: Guayaquil; Z-C: No.2</p>  <p>Fuente: Elaboración propia</p>	<table border="1"> <tr> <td>Ángulo</td> <td>$-23 < \alpha < 23$</td> <td>$23 < \alpha < 67$</td> <td>$67 < \alpha < 113$</td> <td>$113 < \alpha < 157$</td> <td>$157 < \alpha < 157$</td> <td>$-157 < \alpha < -113$</td> <td>$-113 < \alpha < -67$</td> <td>$-67 < \alpha < -23$</td> </tr> <tr> <td>Orientación</td> <td>Norte</td> <td>Noreste</td> <td>Este</td> <td>Sureste</td> <td>Sur</td> <td>Suroeste</td> <td>Oeste</td> <td>Noroeste</td> </tr> </table> <p>Fuente: NEC 11</p>	Ángulo	$-23 < \alpha < 23$	$23 < \alpha < 67$	$67 < \alpha < 113$	$113 < \alpha < 157$	$157 < \alpha < 157$	$-157 < \alpha < -113$	$-113 < \alpha < -67$	$-67 < \alpha < -23$	Orientación	Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste
Ángulo	$-23 < \alpha < 23$	$23 < \alpha < 67$	$67 < \alpha < 113$	$113 < \alpha < 157$	$157 < \alpha < 157$	$-157 < \alpha < -113$	$-113 < \alpha < -67$	$-67 < \alpha < -23$														
Orientación	Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste														

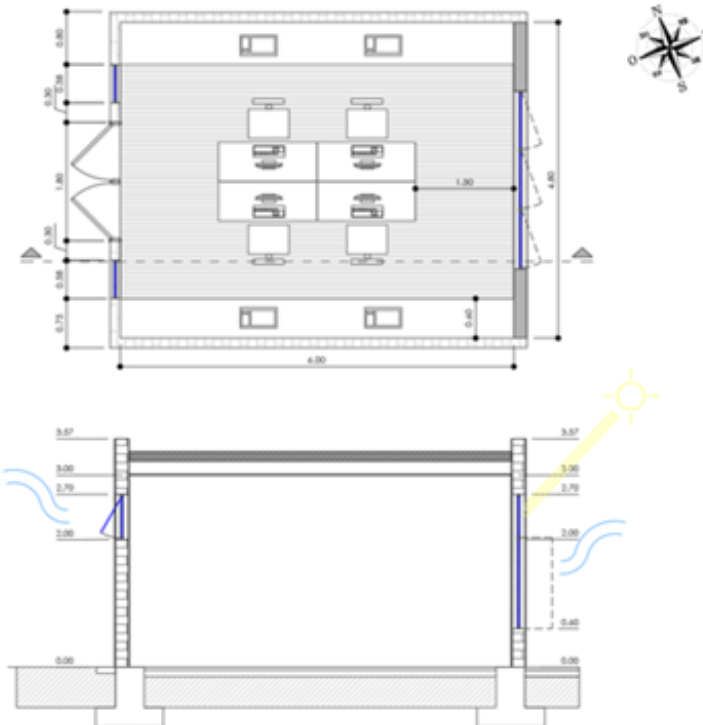
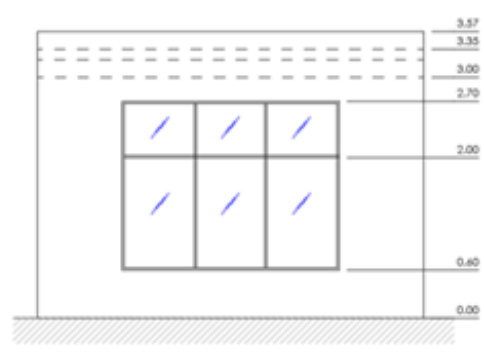
3.3.1.2 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_02

Elemento constructivo: Muros Exteriores	Planta: todas	Orientación: NO-NE-SE-SO	Zona climática: 3-4-5-6 (FRÍAS)	Condición física: E1-E2 (EXTERIORES)				
<p>Descripción</p> <p>Para la zona climática No. 3- 4 -5 -6, se recomienda que la orientación de fachada del espacio de oficina sea NE – NO – SE – SO, ya que en estas orientaciones evita el impacto directo solar que afecta al confort en días calurosos, esta exposición al sol debe ser controlada por los porcentajes de acristalamiento recomendados en las estrategias posteriores. Las fachadas deben ser desviadas preferentemente para captar la brisa dominante del viento enmarcado en los grados especificados en esta estrategia debido a la variación del movimiento solar durante el año en el Ecuador, entre el 22 de Junio y 22 de diciembre (Solsticios de verano e invierno).</p>		<p>Ciudad: Cuenca: Z-C; No.3</p> <p>Fuente: NEC 11</p> <p>Fuente: Elaboración propia</p>						
Ángulo	-23< α 23	23< α 67	67< α 113	113< α 157	157< α -157	-157< α -113	-113< α -67	-67< α -23
Orientación	Norte	Noreste	Este	Sureste	Sur	Suroeste	Oeste	Noroeste
Fuente: NEC 11								

3.3.1.3 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_3_01

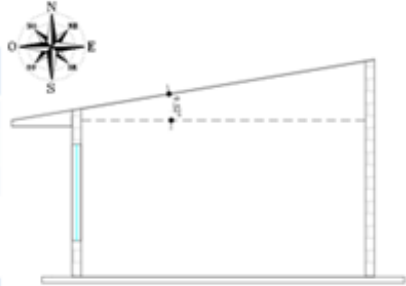
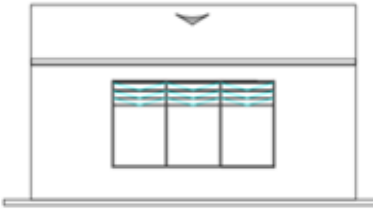


3.3.1.3.1.1 Estrategia para la orientación de las fachadas: OF_3_02

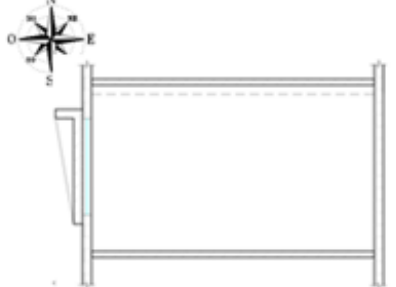
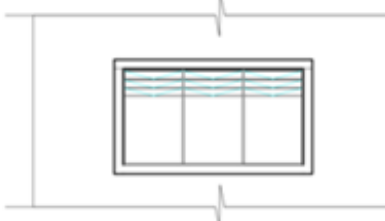
Elemento constructivo: Muros Exteriores	Planta: todas	Orientación: todas	Zona climática: todas	Condición física: E1-E2 (EXTERIORES)
<p>CORRECCIÓN DE ORIENTACIÓN DE FACHADA SEGÚN SOFTWARE ECOTECH ANALYSIS EN ETAPA DE DISEÑO</p> <p>Recomendaciones</p> <p>Como complemento a la corrección mediante el software el concepto de ventilación cruzada es indispensable desde el punto de vista sustentable para lograr un confort térmico mediante este sistema de ventilación pasiva. En el caso de la ciudad de Cuenca la orientación de la fachada irá en dirección al eje longitudinal del de los vientos predominantes de la ciudad, es decir noroste donde las aberturas de admisión de aire se encontraran en la parte inferior, mientras que las aberturas de extracción se situaran en la parte superior.</p>				
				

3.3.2 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos

3.3.2.1 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:01

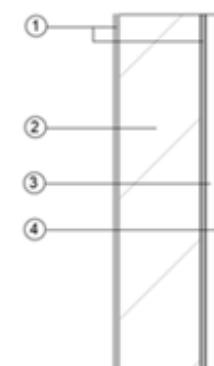
Elemento constructivo: Cubierta		Planta: Única o planta final		Orientación: todas		Zona climática: No. 3-4-5-6 (FRIAS)																																																										
Especificación de cubierta: Pesada		Indicador: A1	Pendiente: Inclínada > 2:12	Condición física: Caso 1E -2E	Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 2.9 \text{ W/m}^2\text{K}$																																																											
<p>Descripción</p> <p>Deberá utilizarse una cubierta pesada si se necesita almacenamiento térmico por un período de seis a doce meses, para retrasar el tiempo de transmisión térmica durante 8 horas</p> <p>El tiempo de transmisión térmica aumenta si se agrega material aislante ligero. Se puede conseguir el mismo tiempo de transmisión térmica con el empleo de una estructura más delgada con material aislante interior. Cuando las cubiertas planas y gruesas de hormigón pueden resultar costosas, se puede conseguir resultado satisfactorio con una delgada plancha de hormigón.</p> <p>Cuando se presentan los casos de plantas únicas o finales se puede optar por cubiertas inclinadas superiores al 10% de pendiente como indica la norma NEC y de preferencia deben tener orientaciones en el eje Este y Oeste dentro de los márgenes de orientación recomendados para el aprovechamiento térmico por insolación. Se recomienda hacer combinaciones de materiales usados habitualmente reforzándolos con materiales aislantes para mejorar la aislación térmica requerida</p>		<p>Materiales individuales</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Cubiertas</td> <td>Teja de arcilla</td> <td>2.5</td> <td>2000</td> <td>1</td> <td>2.9</td> </tr> <tr> <td>Fibrocemento</td> <td>0.6</td> <td>1120</td> <td>1</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>Lana mineral</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>0.042</td> <td>0.46</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p> <p>Materiales combinados, Opción 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Cubiertas</td> <td>Teja de arcilla</td> <td>2.5</td> <td>2000</td> <td>1</td> <td rowspan="2">2.84 (Si cumple)</td> </tr> <tr> <td>Fibrocemento</td> <td>0.6</td> <td>1120</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>Materiales combinados, Opción 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Cubiertas</td> <td>Teja de arcilla</td> <td>2.5</td> <td>2000</td> <td>1</td> <td rowspan="3">0.40 (Si cumple ampliamente)</td> </tr> <tr> <td>Fibrocemento</td> <td>0.6</td> <td>1120</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Lana mineral</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>0.042</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p>				Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Cubiertas	Teja de arcilla	2.5	2000	1	2.9	Fibrocemento	0.6	1120	1	3.1	Lana mineral	9	12	0.042	0.46	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Cubiertas	Teja de arcilla	2.5	2000	1	2.84 (Si cumple)	Fibrocemento	0.6	1120	1	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Cubiertas	Teja de arcilla	2.5	2000	1	0.40 (Si cumple ampliamente)	Fibrocemento	0.6	1120	1	Lana mineral	9	12	0.042	 <p>ALZADO ESTE</p>  <p>ALZADO NORTE</p>
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																											
Cubiertas	Teja de arcilla	2.5	2000	1	2.9																																																											
	Fibrocemento	0.6	1120	1	3.1																																																											
	Lana mineral	9	12	0.042	0.46																																																											
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																											
Cubiertas	Teja de arcilla	2.5	2000	1	2.84 (Si cumple)																																																											
	Fibrocemento	0.6	1120	1																																																												
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																											
Cubiertas	Teja de arcilla	2.5	2000	1	0.40 (Si cumple ampliamente)																																																											
	Fibrocemento	0.6	1120	1																																																												
	Lana mineral	9	12	0.042																																																												

3.3.2.2 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:02

Elemento constructivo: Cubierta	Planta: Única o planta final	Orientación: Norte - Sur		Zona climática: No. 1-2 (CALIDAS)																																																									
Especificación de cubierta: Ligera / pesada	Indicador: H1 -H2	Pendiente: Inclínada $\leq 2:12$ (Plana)	Condición física: Caso 1E -2E	Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 3.5 \text{ w/m}^2\text{K}$																																																									
<p>Descripción</p> <p>Deberá utilizarse una cubierta ligera pero bien aislada si es necesario almacenamiento térmico (H1) durante un período inferior a seis meses. Se podrá utilizar materiales como el fibrocemento (sin revestimiento), pintado en su cara exterior de un color claro para proporcionar una mejor reflexión.</p> <p>Se recomienda que la cubierta se provista de un material aislante para lograr que solo un pequeño porcentaje de la radiación solar se transmita a través de la estructura.</p> <p>También se puede optar por cubiertas pesadas (losa de hormigón), siempre y cuando se complementen con revestimientos que ayuden a aumentar la aislación térmica recomendada por la NEC, así como el espaciamiento y material a utilizar en el cielo raso, lo cual comprenderá una estrategia compuesta para lograr el confort deseado.</p> <p>Se recomienda no utilizar en las zonas cálidas, claraboyas y otras aperturas protegidas con vidrios en las cubiertas.</p>		<p>Materiales individuales</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Cubiertas</td> <td>Fibrocemento</td> <td>0.6</td> <td>1120</td> <td>1</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>Lana mineral</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>0.042</td> <td>0.46</td> </tr> <tr> <td>Losa de hormigón</td> <td>10</td> <td>2400</td> <td>2.3</td> <td>4.7 (no cumple)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p> <p>Materiales compuestos, Opción 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Cubiertas</td> <td>Fibrocemento</td> <td>0.6</td> <td>1120</td> <td>1</td> <td rowspan="2">1.63 (si cumple)</td> </tr> <tr> <td>Lana mineral</td> <td>1</td> <td>12</td> <td>0.042</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>Materiales compuestos, Opción 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Cubiertas</td> <td>Lana mineral</td> <td>1</td> <td>12</td> <td>0.042</td> <td rowspan="2">2.25 (si cumple)</td> </tr> <tr> <td>Losa de hormigón</td> <td>10</td> <td>2400</td> <td>2.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p>				Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Cubiertas	Fibrocemento	0.6	1120	1	3.1	Lana mineral	9	12	0.042	0.46	Losa de hormigón	10	2400	2.3	4.7 (no cumple)	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Cubiertas	Fibrocemento	0.6	1120	1	1.63 (si cumple)	Lana mineral	1	12	0.042	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Cubiertas	Lana mineral	1	12	0.042	2.25 (si cumple)	Losa de hormigón	10	2400	2.3	 <p>ALZADO ESTE</p>  <p>ALZADO NORTE</p>	
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																								
Cubiertas	Fibrocemento	0.6	1120	1	3.1																																																								
	Lana mineral	9	12	0.042	0.46																																																								
	Losa de hormigón	10	2400	2.3	4.7 (no cumple)																																																								
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																								
Cubiertas	Fibrocemento	0.6	1120	1	1.63 (si cumple)																																																								
	Lana mineral	1	12	0.042																																																									
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																								
Cubiertas	Lana mineral	1	12	0.042	2.25 (si cumple)																																																								
	Losa de hormigón	10	2400	2.3																																																									

3.3.2.3 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:03

Elemento constructivo: Muros	Planta: Todas	Orientación: todas	Zona climática: 3-4-5-6 (FRIAS)																																																			
Especificación de muro: Pesados	Indicador: A1	Condición física: Caso 1E -2E	Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 2.35 \text{ W/m}^2\text{K}$																																																			
<p>Descripción</p> <p>La estrategia recomienda que los muros cumplan con los valores máximos de transmitancia de $2.35 \text{ W/m}^2\text{K}$, los muros deben ser pesados con alta capacidad calorífica por necesitar un almacenamiento térmico de acuerdo al indicador A1 (Inercia térmica) durante un periodo de tres a doce meses</p> <p>Estas características están dirigidas a los casos de oficinas 1E y 2E, es decir con vistas al exterior, y en los casos 1I Y 2I con vistas al interior se opta por muros ligeros que ayuden a la expansión del flujo de calor generado del interior hacia el exterior (pasillos)</p> <p>Se recomienda la utilización de los sistemas tradicionales para muros exteriores como ladrillo y bloque revestido por ser productos que se encuentran a disposición en el mercado, pero para poder llegar a los valores deseados de transmitancia de acuerdo a la NEC se recomienda adicionar elementos como madera o planchas de yeso cartón y aislantes naturales como lana de roca o similar como estrategia a favor del medio ambiente</p>		<p>Materiales utilizados comúnmente</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Muros</td> <td>Enlucido Exterior</td> <td>1</td> <td>1300</td> <td>0.5</td> <td rowspan="3">2.55 (no cumple)</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo</td> <td>15</td> <td>1920</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>Enlucido Interior</td> <td>1</td> <td>1760</td> <td>0.72</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p> <p>Materiales compuestos para mejorar la aislación térmica</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Muro compuesto</td> <td>1. Enlucido Exterior</td> <td>1</td> <td>1300</td> <td>0.5</td> <td rowspan="4">1.62 (si cumple)</td> </tr> <tr> <td>2. Ladrillo</td> <td>15</td> <td>1920</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>1. Enlucido Interior</td> <td>1</td> <td>1760</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>3. Aire R=0.15 M2k/W</td> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4. Panel yeso cartón</td> <td>2</td> <td>900</td> <td>0.3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p>				Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Muros	Enlucido Exterior	1	1300	0.5	2.55 (no cumple)	Ladrillo	15	1920	0.72	Enlucido Interior	1	1760	0.72	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Muro compuesto	1. Enlucido Exterior	1	1300	0.5	1.62 (si cumple)	2. Ladrillo	15	1920	0.72	1. Enlucido Interior	1	1760	0.72	3. Aire R=0.15 M2k/W	3	-	-	4. Panel yeso cartón	2	900	0.3	
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																	
Muros	Enlucido Exterior	1	1300	0.5	2.55 (no cumple)																																																	
	Ladrillo	15	1920	0.72																																																		
	Enlucido Interior	1	1760	0.72																																																		
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																	
Muro compuesto	1. Enlucido Exterior	1	1300	0.5	1.62 (si cumple)																																																	
	2. Ladrillo	15	1920	0.72																																																		
	1. Enlucido Interior	1	1760	0.72																																																		
	3. Aire R=0.15 M2k/W	3	-	-																																																		
4. Panel yeso cartón	2	900	0.3																																																			



3.3.2.4 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:04

Elemento constructivo: Muros	Planta: Todas	Orientación: Este - Oeste	Zona climática: 1-2 (CALIENTES)																																																						
Especificación de muro: Ligeros	Indicador: H1-H2	Condición física: Caso 1E -2E	Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 4.61 \text{ w/m}^2\text{K}$																																																						
<p>Descripción</p> <p>En las zonas climáticas No.1 y 2 el almacenamiento térmico necesario para el indicador A1, por menos de 3 meses, deberán utilizarse muros exteriores ligeros para reducir el almacenamiento térmico del muro, pueden emplearse bloques de hormigón o ladrillos huecos con el volumen mínimo de ocupación del 40%. Un muro en el que se utilicen dos materiales ligeros y una cavidad darán propiedades térmicas aceptables También es aceptable un muro macizo delgado (por ejemplo, 70 mm. De hormigón denso) si se ha tomado precauciones para impedir la penetración de la lluvia y la condensación.</p> <p>Para reducir el efecto calorífico de la radiación solar, el muro deberá tener una superficie con un color claro, por ejemplo, blanco, amarillo o crema.</p> <p>La NEC dentro de su listado de opciones para muros especifica al muro de caña revestida con enlucido, con un coeficiente "U"= 4.61 w/m²K el cual cumpliría con lo requerido, sin embargo sus características físicas no permitiría que se use como un muro seguro debido a su espesor y en orientación Este -Oeste no sería beneficioso por un mayor nivel de insolación que podría llegar en días de alta temperatura si el área de la fachada sería de grandes dimensiones</p>		<p>Materiales utilizados comúnmente</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Muros</td> <td>Enlucido Exterior</td> <td>1</td> <td>1300</td> <td>0.5</td> <td rowspan="3">2.55 (no cumple)</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo</td> <td>15</td> <td>1920</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>Enlucido Interior</td> <td>1</td> <td>1760</td> <td>0.72</td> </tr> </tbody> </table> <p>Materiales compuestos para mejorar la aislación térmica</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Muros</td> <td>Enlucido Exterior</td> <td>1</td> <td>1300</td> <td>0.5</td> <td rowspan="3">4.61 (si cumple)</td> </tr> <tr> <td>Caña guadua</td> <td>1</td> <td>714</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>Enlucido Interior</td> <td>1</td> <td>1760</td> <td>0.72</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muros</td> <td>Hormigón armado</td> <td>7</td> <td>2000</td> <td>1.13</td> <td>4.56 (si cumple)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p>				Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Muros	Enlucido Exterior	1	1300	0.5	2.55 (no cumple)	Ladrillo	15	1920	0.72	Enlucido Interior	1	1760	0.72	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Muros	Enlucido Exterior	1	1300	0.5	4.61 (si cumple)	Caña guadua	1	714	0.3	Enlucido Interior	1	1760	0.72	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Muros	Hormigón armado	7	2000	1.13	4.56 (si cumple)
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																				
Muros	Enlucido Exterior	1	1300	0.5	2.55 (no cumple)																																																				
	Ladrillo	15	1920	0.72																																																					
	Enlucido Interior	1	1760	0.72																																																					
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																				
Muros	Enlucido Exterior	1	1300	0.5	4.61 (si cumple)																																																				
	Caña guadua	1	714	0.3																																																					
	Enlucido Interior	1	1760	0.72																																																					
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																				
Muros	Hormigón armado	7	2000	1.13	4.56 (si cumple)																																																				

3.3.2.5 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:05

Elemento constructivo: Aberturas Ventanas	Planta: Todas	Orientación: NE-NO-SE-SO	Zona climática: 3-4-5-6 (FRIAS)																																				
Indicador: A1	Condición física: Caso 1E -2E	Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: U = transmitancia máxima																																					
<p>Descripción</p> <p>Las aberturas de ventanas deberán tener las dimensiones en relación al área de la fachada de acuerdo a su orientación como lo indica la estrategias posteriores de este documento. Para las zonas climáticas frías se recomienda que las ventanas se orienten en los ejes NE-NO-SE-SO para captar mayoritariamente la penetración solar a través de las ventanas, sin embargo en días calurosos puede causar un sobrecalentamiento del espacio por lo que deberán estar protegidas contra el sol, el resplandor del cielo y la lluvia por medio de voladizos, quiebrasoles o vegetación. Dependiendo del posicionamiento se puede optar a escoger el tipo de vidrio tanto en espesor, y tipo de procesamiento (laminado, templado, coloración). Es conveniente situar las ventanas sin variación de inclinación en las zona climática No.6 por ser el piso climático mas frio en donde el factor de transmitancia del vidrio debe ser bajo. Si bien la NEC en su tabla de requisitos de envolvente recomienda una "transmitancia máxima" para todas las zonas climáticas, es necesario realizar pruebas de composición del material para satisfacer los niveles de confort, evitando los efectos de sobrecalentamiento de los espacios, en función a su orientación cuando otras estrategias no puedan ser implementadas de manera complementaria.</p>		<p>Materiales</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m3)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m2K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Ventanas</td> <td>Vidrio transparente simple (3mm)</td> <td>0.3</td> <td>-</td> <td>0.9</td> <td>5.89</td> </tr> <tr> <td>Vidrio simple 3mm con lamina (e=0.2)</td> <td>0.3</td> <td>-</td> <td>0.9</td> <td>3.84</td> </tr> <tr> <td>Vidrio transparente simple (6mm)</td> <td>0.6</td> <td>-</td> <td>0.9</td> <td>5.78</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Ventana (vidrio doble 3mm)</td> <td>Vidrio transparente</td> <td>0.3</td> <td>-</td> <td>0.9</td> <td rowspan="3">3.16</td> </tr> <tr> <td>Aire (R: 0.15 m2K/W)</td> <td>0.6</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Vidrio transparente</td> <td>0.3</td> <td>-</td> <td>0.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p>		Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m3)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m2K)	Ventanas	Vidrio transparente simple (3mm)	0.3	-	0.9	5.89	Vidrio simple 3mm con lamina (e=0.2)	0.3	-	0.9	3.84	Vidrio transparente simple (6mm)	0.6	-	0.9	5.78	Ventana (vidrio doble 3mm)	Vidrio transparente	0.3	-	0.9	3.16	Aire (R: 0.15 m2K/W)	0.6	-	-	Vidrio transparente	0.3	-	0.9
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m3)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m2K)																																		
Ventanas	Vidrio transparente simple (3mm)	0.3	-	0.9	5.89																																		
	Vidrio simple 3mm con lamina (e=0.2)	0.3	-	0.9	3.84																																		
	Vidrio transparente simple (6mm)	0.6	-	0.9	5.78																																		
Ventana (vidrio doble 3mm)	Vidrio transparente	0.3	-	0.9	3.16																																		
	Aire (R: 0.15 m2K/W)	0.6	-	-																																			
	Vidrio transparente	0.3	-	0.9																																			

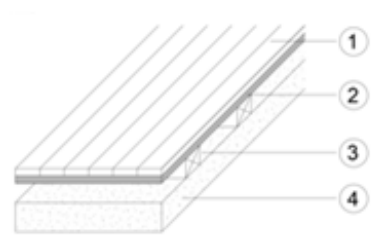


Fuente: Elaboración propia

3.3.2.6 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:06

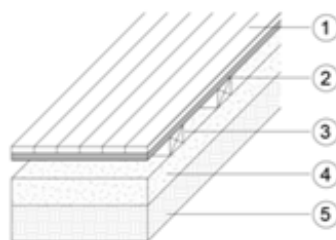
Elemento constructivo: Pisos	Planta: intermedias	Orientación: todas	Zona climática: 3-4-5-6 (FRIAS)																																																													
Indicador: A1	Condición física: todas		Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$																																																													
<p>Descripción</p> <p>Los pisos tienen afectaciones al confort térmico en cuanto a la composición del ambiente en donde se encuentra, en las zonas climáticas frías se recomienda la utilización de pisos de origen orgánico como la madera ya que posee una conductividad térmica baja debido a su porosidad, con el objetivo de evitar un enfriamiento en zonas permanentes de trabajo (escritorios). Desde el punto de vista sustentable se recomienda utilizar madera proveniente de bosques terciarios, madera de pino o eucalipto, que se encuentra en la mayor parte de zonas del país siempre y cuando pertenezcan a bosques con certificación FSC en Manejo Forestal y Cadena de Custodia.</p> <p>Los revestimientos como lacas para protección de pisos de este tipo ayudan a un mínimo aporte en la aislación pero es de considerarlo para los estudios de manera indirecta.</p>		<p>Materiales individuales</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Pisos</td> <td>Madera dura (eucalipto)</td> <td>1.5</td> <td>1700</td> <td>0.18</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>Pino</td> <td>1.5</td> <td>420</td> <td>0.12</td> <td>2.96</td> </tr> <tr> <td>Plywood</td> <td>1.5</td> <td>700</td> <td>0.15</td> <td>3.20</td> </tr> <tr> <td>Panel OSB</td> <td>1.27</td> <td>650</td> <td>0.105</td> <td>3.69</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p> <p>Materiales compuestos, Opción 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Pisos</td> <td>Madera dura (eucalipto)</td> <td>1.5</td> <td>1700</td> <td>0.18</td> <td rowspan="2">2.4 (Si cumple)</td> </tr> <tr> <td>Panel OSB</td> <td>1.27</td> <td>650</td> <td>0.105</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>Materiales compuestos, Opción 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Pisos</td> <td>Pino</td> <td>1.5</td> <td>420</td> <td>0.12</td> <td rowspan="2">2.28 (Si cumple)</td> </tr> <tr> <td>Plywood</td> <td>1.5</td> <td>700</td> <td>0.15</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p>				Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	3.4	Pino	1.5	420	0.12	2.96	Plywood	1.5	700	0.15	3.20	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	2.4 (Si cumple)	Panel OSB	1.27	650	0.105	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Pisos	Pino	1.5	420	0.12	2.28 (Si cumple)	Plywood	1.5	700	0.15
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																											
Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	3.4																																																											
	Pino	1.5	420	0.12	2.96																																																											
	Plywood	1.5	700	0.15	3.20																																																											
	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69																																																											
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																											
Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	2.4 (Si cumple)																																																											
	Panel OSB	1.27	650	0.105																																																												
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																											
Pisos	Pino	1.5	420	0.12	2.28 (Si cumple)																																																											
	Plywood	1.5	700	0.15																																																												

3.3.2.7 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:07

Elemento constructivo: Pisos	Planta: planta intermedia	Orientación: todas	Zona climática: 3-4-5-6 (FRIAS)																																																			
Indicador: A1	Condición física: todas	Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$																																																				
<p>Descripción</p> <p>En el caso de edificaciones con pisos intermedios compuestos por losas de hormigón armado se puede optar por la combinación de los elementos expuestos en el ejemplo anterior adicionando una cámara de aire de 3cm por medio de un <u>entirado</u> de madera, lo cual permitirá conservar el flujo de calor que se mite desde el interior hacia el exterior en la zona climática 3 4 5 y 6</p>																																																						
<p>Materiales individuales</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Pisos</td> <td>Madera dura (eucalipto)</td> <td>1.5</td> <td>1700</td> <td>0.18</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>Panel OSB</td> <td>1.27</td> <td>650</td> <td>0.105</td> <td>3.69</td> </tr> <tr> <td>Aire R 0.15 M2k/W</td> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>6.66</td> </tr> <tr> <td>Losa de hormigón</td> <td>10</td> <td>2400</td> <td>2.3</td> <td>4.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p> <p>Materiales compuestos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Pisos</td> <td>Madera dura (eucalipto)</td> <td>1.5</td> <td>1700</td> <td>0.18</td> <td rowspan="4">1.64 (CUMPLE)</td> </tr> <tr> <td>Panel OSB</td> <td>1.27</td> <td>650</td> <td>0.105</td> </tr> <tr> <td>Aire R 0.15 M2k/W</td> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Losa de hormigón</td> <td>10</td> <td>2400</td> <td>2.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p>				Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	3.4	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-	6.66	Losa de hormigón	10	2400	2.3	4.7	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	1.64 (CUMPLE)	Panel OSB	1.27	650	0.105	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-	Losa de hormigón	10	2400	2.3
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																	
Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	3.4																																																	
	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69																																																	
	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-	6.66																																																	
	Losa de hormigón	10	2400	2.3	4.7																																																	
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																																	
Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	1.64 (CUMPLE)																																																	
	Panel OSB	1.27	650	0.105																																																		
	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-																																																		
	Losa de hormigón	10	2400	2.3																																																		
 <p>Fuente: Elaboración propia</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Duela de madera (eucalipto) 2. Panel OSB 3. Aire separado por tiras de madera 4. Losa de hormigón en entrepisos 																																																						

3.3.2.8 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:08

Elemento constructivo: Pisos	Planta: planta 1	Orientación: todas	Zona climática: 3-4-5-6 (FRIAS)																																										
Indicador: A1	Condición física: todas		Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$																																										
Descripción En el caso de edificaciones en piso con contacto con el suelo, de igual manera se recomienda utilizar pisos de madera con una cámara de aire entre el <u>contrapiso</u> de hormigón y los tableros OSB	Materiales individuales <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">Pisos</td> <td>Madera dura (eucalipto)</td> <td>1.5</td> <td>1700</td> <td>0.18</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>Panel OSB</td> <td>1.27</td> <td>650</td> <td>0.105</td> <td>3.69</td> </tr> <tr> <td>Aire R 0.15 M2k/W</td> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>6.66</td> </tr> <tr> <td>Piedra</td> <td>10</td> <td>2880</td> <td>3.49</td> <td rowspan="2">3.2</td> </tr> <tr> <td>Polietileno</td> <td>0.04</td> <td>920</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>Hormigón</td> <td>5</td> <td>1800</td> <td>1.35</td> </tr> <tr> <td>Tierra apisonada</td> <td>15</td> <td>1885</td> <td>1.1</td> <td>3.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p>					Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	3.4	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-	6.66	Piedra	10	2880	3.49	3.2	Polietileno	0.04	920	0.33	Hormigón	5	1800	1.35	Tierra apisonada	15	1885	1.1	3.3
	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																							
Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	3.4																																								
	Panel OSB	1.27	650	0.105	3.69																																								
	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-	6.66																																								
	Piedra	10	2880	3.49	3.2																																								
	Polietileno	0.04	920	0.33																																									
	Hormigón	5	1800	1.35																																									
	Tierra apisonada	15	1885	1.1	3.3																																								
Materiales combinados <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m³)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m²K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">Pisos</td> <td>Madera dura (eucalipto)</td> <td>1.5</td> <td>1700</td> <td>0.18</td> <td rowspan="7">1.14 (CUMPLE)</td> </tr> <tr> <td>Panel OSB</td> <td>1.27</td> <td>650</td> <td>0.105</td> </tr> <tr> <td>Aire R 0.15 M2k/W</td> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Piedra</td> <td>10</td> <td>2880</td> <td>3.49</td> </tr> <tr> <td>Polietileno</td> <td>0.04</td> <td>920</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>Hormigón</td> <td>5</td> <td>1800</td> <td>1.35</td> </tr> <tr> <td>Tierra apisonada</td> <td>15</td> <td>1885</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p>					Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)	Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	1.14 (CUMPLE)	Panel OSB	1.27	650	0.105	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-	Piedra	10	2880	3.49	Polietileno	0.04	920	0.33	Hormigón	5	1800	1.35	Tierra apisonada	15	1885	1.1					
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m ² K)																																								
Pisos	Madera dura (eucalipto)	1.5	1700	0.18	1.14 (CUMPLE)																																								
	Panel OSB	1.27	650	0.105																																									
	Aire R 0.15 M2k/W	3	-	-																																									
	Piedra	10	2880	3.49																																									
	Polietileno	0.04	920	0.33																																									
	Hormigón	5	1800	1.35																																									
	Tierra apisonada	15	1885	1.1																																									



Fuente: Elaboración propia

1. Duela de madera (eucalipto)
2. Panel OSB
3. Aire separado por tiras de madera
4. Contrapiso de hormigón
5. Tierra apisonada

3.3.2.9 Estrategia para la elección de elementos arquitectónicos: EA:09

Elemento constructivo: Pisos	Planta: todas	Orientación: todas	Zona climática: 1-2 (CALIDAS)																																												
Indicador: A1	Condición física: todas	Transmitancia térmica máxima en espacios no climatizados: $U = 3.4 \text{ W/m}^2\text{K}$																																													
<p>Descripción</p> <p>En el caso de las zonas climáticas Cálidas la utilización de pisos de cerámica o similar es lamas aconsejada en los pisos de todas las plantas debido a su capacidad de enfriamiento, ya que en espacios de oficinas no climatizados mecánicamente al 100% se debe optar por esta estrategia, tomando en cuenta además aspectos como altos grados de humedad lo cual se repele con este material. Realizando la combinación de los materiales, se puede denotar que el factor requerido no se cumple sin embargo se puede concluir que las características de un material como el porcelanato o similar es el mas aconsejable por tener otras características como aislante de humedad y ser un piso resistente a la abrasión y alto trafico</p>		<p>Materiales individuales</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m3)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m2K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Pisos</td> <td>Porcelanato</td> <td>1.5</td> <td>-</td> <td>1.7</td> <td>5.59</td> </tr> <tr> <td>Pasta de cemento</td> <td>0.5</td> <td>2000</td> <td>1.13</td> <td>3.54</td> </tr> <tr> <td>Losa de hormigón</td> <td>10</td> <td>2400</td> <td>2.3</td> <td>4.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NEC</p> <p>Materiales compuestos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento constructivo</th> <th>Componentes</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Densidad (kg/m3)</th> <th>Conductividad (W/mK)</th> <th>Factor U (w/m2K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Pisos</td> <td>Porcelanato</td> <td>1.5</td> <td>-</td> <td>1.7</td> <td rowspan="3">4.58 (No cumple)</td> </tr> <tr> <td>Pasta de cemento</td> <td>0.5</td> <td>2000</td> <td>1.13</td> </tr> <tr> <td>Losa de hormigón</td> <td>10</td> <td>2400</td> <td>2.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración Propia</p>				Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m3)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m2K)	Pisos	Porcelanato	1.5	-	1.7	5.59	Pasta de cemento	0.5	2000	1.13	3.54	Losa de hormigón	10	2400	2.3	4.7	Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m3)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m2K)	Pisos	Porcelanato	1.5	-	1.7	4.58 (No cumple)	Pasta de cemento	0.5	2000	1.13	Losa de hormigón	10	2400	2.3
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m3)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m2K)																																										
Pisos	Porcelanato	1.5	-	1.7	5.59																																										
	Pasta de cemento	0.5	2000	1.13	3.54																																										
	Losa de hormigón	10	2400	2.3	4.7																																										
Elemento constructivo	Componentes	Espesor (cm)	Densidad (kg/m3)	Conductividad (W/mK)	Factor U (w/m2K)																																										
Pisos	Porcelanato	1.5	-	1.7	4.58 (No cumple)																																										
	Pasta de cemento	0.5	2000	1.13																																											
	Losa de hormigón	10	2400	2.3																																											

3.3.3 Estrategia para elección del porcentaje de acristalamiento en fachadas

3.3.3.1 Estrategia para elección del porcentaje de acristalamiento en fachadas: AF_01

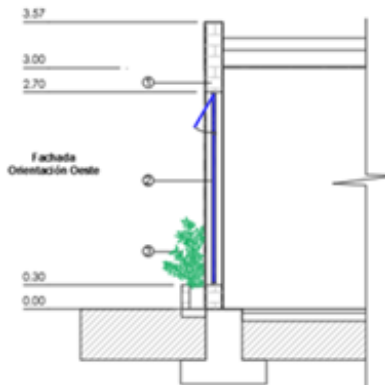
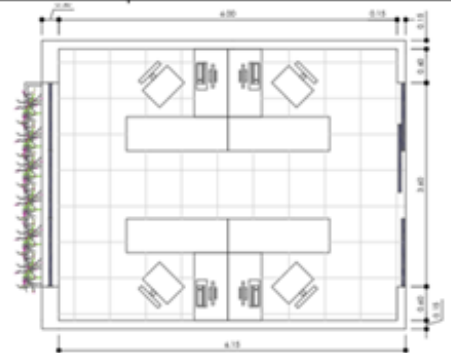
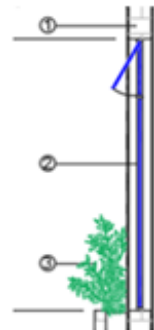
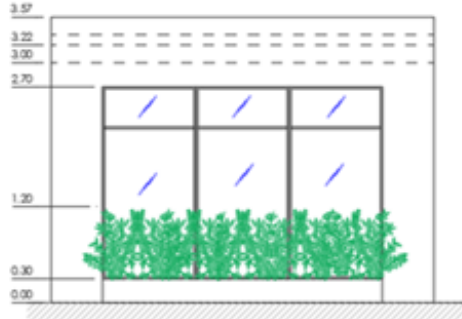
Elemento constructivo: Muros Exteriores	Planta: todas	Orientación: Norte - Sur	Zona climática: 1-2 (CALIDAS)	Condición física: E1-E2 (EXTERIORES)																																				
<p>Descripción</p> <p>En orientación Norte y Sur se recomienda que la relación entre la superficie de ventanas y la superficie total de fachada se del 40% cuando el vidrio usado tenga un coeficiente de transferencia de calor menor a 5.4 W/m²k,</p> <p>40 % en orientación N-S,</p> <p>30 % en orientación NO-SO y NE-SE, y</p> <p>20 % en E-O.</p>																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH <0.85; U <5.4)</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">Orientación</th> </tr> <tr> <th>Zona climática</th> <th>N-S</th> <th>NO-SO-NE-SE</th> <th>E-O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z-C. No.1</td> <td>40</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.2</td> <td>40</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.3</td> <td>40</td> <td>35</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.4</td> <td>40</td> <td>35</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.5</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.6</td> <td>20</td> <td>35</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente NEC 11</p>					Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH <0.85; U <5.4)					Orientación			Zona climática	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O	Z-C. No.1	40	30	20	Z-C. No.2	40	30	20	Z-C. No.3	40	35	25	Z-C. No.4	40	35	30	Z-C. No.5	30	35	50	Z-C. No.6	20	35	50
Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH <0.85; U <5.4)																																								
	Orientación																																							
Zona climática	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O																																					
Z-C. No.1	40	30	20																																					
Z-C. No.2	40	30	20																																					
Z-C. No.3	40	35	25																																					
Z-C. No.4	40	35	30																																					
Z-C. No.5	30	35	50																																					
Z-C. No.6	20	35	50																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio reflectivo (SGCH <0.4; U <5.4)</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">Orientación</th> </tr> <tr> <th>Zona climática</th> <th>N-S</th> <th>NO-SO-NE-SE</th> <th>E-O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z-C. No.1</td> <td>65</td> <td>50</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.2</td> <td>75</td> <td>55</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.3</td> <td>85</td> <td>60</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente NEC 11</p>					Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio reflectivo (SGCH <0.4; U <5.4)					Orientación			Zona climática	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O	Z-C. No.1	65	50	35	Z-C. No.2	75	55	40	Z-C. No.3	85	60	45												
Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio reflectivo (SGCH <0.4; U <5.4)																																								
	Orientación																																							
Zona climática	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O																																					
Z-C. No.1	65	50	35																																					
Z-C. No.2	75	55	40																																					
Z-C. No.3	85	60	45																																					

3.3.3.2 Estrategia para elección del porcentaje de acristalamiento en fachadas: AF_02

Elemento constructivo: Muros Exteriores	Planta: todas	Orientación: Este - Oeste	Zona climática: 3-4-5-6 (FRÍAS)	Condición física: E1-E2 (EXTERIORES)																																			
<p>Descripción</p> <p>En el caso de zonas climáticas <u>frías</u> se recomienda de acuerdo a la NEC que el porcentaje de acristalamiento según orientación de fachada Este - Oeste sea entre 25% y 50% cuando se utilice vidrio simple monolítico con un SGH (medida ganancia de calor a través del vidrio) menor a 0.85</p>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH <0.85; U <5.4)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Zona climática</th> <th colspan="3">Orientación</th> </tr> <tr> <th>N-S</th> <th>NO-SO-NE-SE</th> <th>E-O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z-C. No.1</td> <td>40</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.2</td> <td>40</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.3</td> <td>40</td> <td>35</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.4</td> <td>40</td> <td>35</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.5</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.6</td> <td>20</td> <td>35</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente NEC 11</p>					Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH <0.85; U <5.4)				Zona climática	Orientación			N-S	NO-SO-NE-SE	E-O	Z-C. No.1	40	30	20	Z-C. No.2	40	30	20	Z-C. No.3	40	35	25	Z-C. No.4	40	35	30	Z-C. No.5	30	35	50	Z-C. No.6	20	35	50
Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico (SGCH <0.85; U <5.4)																																							
Zona climática	Orientación																																						
	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O																																				
Z-C. No.1	40	30	20																																				
Z-C. No.2	40	30	20																																				
Z-C. No.3	40	35	25																																				
Z-C. No.4	40	35	30																																				
Z-C. No.5	30	35	50																																				
Z-C. No.6	20	35	50																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio reflectivo (SGCH <0.4; U <5.4)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Zona climática</th> <th colspan="3">Orientación</th> </tr> <tr> <th>N-S</th> <th>NO-SO-NE-SE</th> <th>E-O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z-C. No.1</td> <td>65</td> <td>50</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.2</td> <td>75</td> <td>55</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Z-C. No.3</td> <td>85</td> <td>60</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente NEC 11</p>					Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio reflectivo (SGCH <0.4; U <5.4)				Zona climática	Orientación			N-S	NO-SO-NE-SE	E-O	Z-C. No.1	65	50	35	Z-C. No.2	75	55	40	Z-C. No.3	85	60	45												
Relación de superficie ventana y superficie total de fachada con vidrio reflectivo (SGCH <0.4; U <5.4)																																							
Zona climática	Orientación																																						
	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O																																				
Z-C. No.1	65	50	35																																				
Z-C. No.2	75	55	40																																				
Z-C. No.3	85	60	45																																				

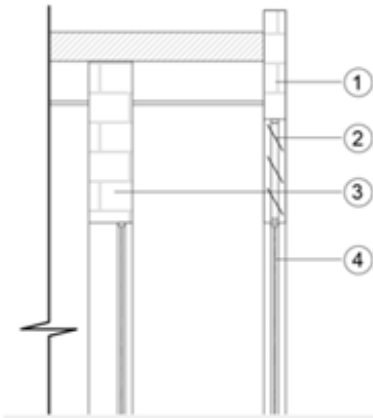

3.3.4 Estrategia para protección de fachadas

3.3.4.1 Estrategia para protección de fachadas: PF:01

Elemento constructivo: Muros exteriores	Planta: todas	Orientación: todas	Zona climática: todas	Condición física: E1 – E2 (EXTERIORES)
<p>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN CUANDO EL PORCENTAJE DE ACRISTALAMIENTO SUPERA LO RECOMENDADO</p> <p>Descripción</p> <p>Se recomienda que si los elementos translúcidos verticales u horizontales son mayores a los porcentajes establecidos anteriormente en relación a su fachada, se debe buscar elementos constructivos que garanticen el aporte de eficiencia energética de la edificación como fachadas verdes, quiebrasoles, volados entre otros, todos estos que beneficien de manera sustentable al medio ambiente</p>				
<p>Componentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Muro exterior e=20cm revestido con enlucido 2. Ventana fija / abatible doble vidrio 3mm 3. Vegetación 				

Fuente: Elaboración propia

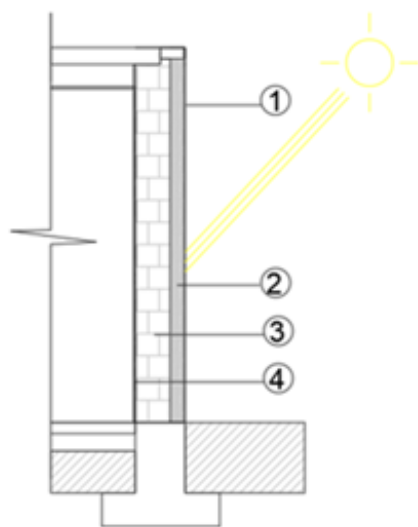
3.3.4.2 Estrategia para protección de fachadas: PF:02

Elemento constructivo: Muros exteriores/ interiores	Planta: todas	Orientación: No recomendadas en estrategias OF1y OF2	Zona climática: todas	Condición física: E1 - E2 -I2 (EXTERIORES/ INTERIOR)
<p>ESPACIOS DE TRANSICIÓN CUANDO LA ORIENTACIÓN DE LA FACHADA NO ES LA IDEAL DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES POR SOLEAMIENTO</p>				
<p>Descripción</p> <p>Se recomienda la utilización de espacios de transición por medio de una doble piel que consiste en una fachada acristalada el cual contendrá aberturas manipulables para refrescar el ambiente interior. Se recomienda que el muro interior tenga una masa térmica importante para que absorba la radiación solar y la transmita hacia el interior.</p> <p>En climas fríos, es recomendable utilizar doble acristalamiento para reducir la pérdida de calor, también deberá mantenerse una ventilación controlada con el fin de evitar condensaciones.</p>				
<p>Componentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Muro de ladrillo 2. Celosía 3. Muro con inercia (mampostería de ladrillo e=30 cm) 4. Carpintería fija (preferentemente de madera) y vidrio reflectivo de 6mm <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia</p>				

3.3.4.3 Estrategia para protección de fachadas: PF:03

Elemento constructivo: Muros	Planta: todas	Orientación: Este y Oeste	Zona climática: todas	Condición física: E1 – E2 (EXTERIORES)						
<p>MURO DE INERCIA</p> <p>Descripción</p> <p>Cuando las posibilidades de la edificación sean admisibles, el uso de un Muro de Inercia en zonas climáticas frías y calidas es beneficiosa ya que el muro posee alto aislamiento capacitivo, acumulando energía en su propia masa, siendo una estrategia de diseño bioclimático óptimo para aprovechar su estructura con este fin.</p> <p>Estos elementos son generalmente construido por piedras irregulares asentadas con mortero, trabadas entre si para la estabilidad de las paredes, pudiendo ser revestida o no, aprovechando los materiales de cada zona de intervención, adicionalmente se puede además por optar por muros dobles de mampostería de ladrillo solido</p> <p>Componentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acabado exterior revocado de barro o cal 2. Muro con Inercia conformado por piedra o ladrillo de la localidad espesor = 42cm 3. Enlucido interior con barro o cal <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="912 781 1284 1268" style="text-align: center;"> </div> <div data-bbox="1319 760 1410 856" style="text-align: center;"> </div> <div data-bbox="1458 781 1873 1297" style="text-align: center;"> </div> </div> <p>Coefficientes</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Espesor del muro de inercia</td> <td style="text-align: right;">0.42 - 0.54 m</td> </tr> <tr> <td>Transmitancia térmica</td> <td style="text-align: right;">0.72 – 1.82 W / m2K</td> </tr> <tr> <td>Capacidad de almacenamiento térmico</td> <td style="text-align: right;">1.46 – 2.51 MJ/ m3K</td> </tr> </table>					Espesor del muro de inercia	0.42 - 0.54 m	Transmitancia térmica	0.72 – 1.82 W / m2K	Capacidad de almacenamiento térmico	1.46 – 2.51 MJ/ m3K
Espesor del muro de inercia	0.42 - 0.54 m									
Transmitancia térmica	0.72 – 1.82 W / m2K									
Capacidad de almacenamiento térmico	1.46 – 2.51 MJ/ m3K									

3.3.4.4 Estrategia para protección de fachadas: PF:04

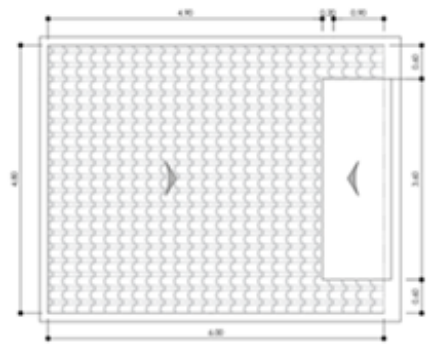
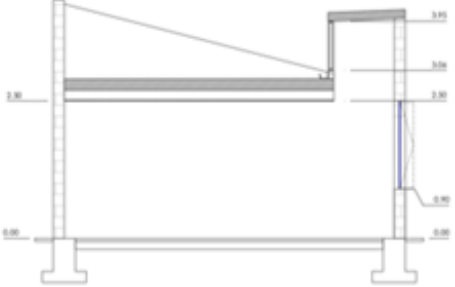
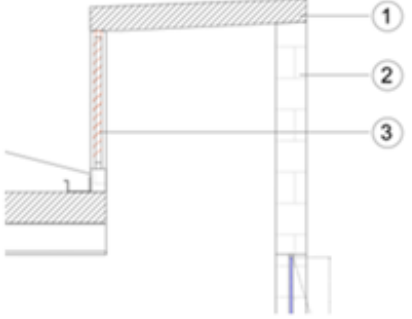
Elemento constructivo: Muros exteriores/ interiores	Planta: todas	Orientación: No recomendadas en estrategias OF1y OF2	Zona climática: todas	Condición física: todas (EXTERIORES/ INTERIOR)
<p>MURO DE INERCIA CON SATE (LANA DE ROCA O SIMILAR)</p> <p>Descripción</p> <p>La masa térmica queda hacia el interior del edificio sirviendo como colchón térmico regulador de la oscilación térmica diaria, mientras que el aislamiento exterior evita las pérdidas del muro hacia la calle</p> <p>El revestimiento exterior puede ser un revocado tradicional mientras que el acabado interior puede ser enlucido de mortero o panel de cartón-yeso y finalmente pintado</p> <p>Componentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acabado exterior revocado de barro o cal 2. Aislamiento térmico por el exterior, SATE (lana de roca o similar) 3. Muro con inercia conformado por piedra de la localidad, ladrillo u hormigón 4. Enlucido con mortero o laminas de yeso-cartón 		<p>Detalle Constructivo</p> 		
		<p>Coefficientes</p> <p>Espesor del muro de inercia 0.27 - 0.58 m</p> <p>Transmitancia térmica 0.37 - 0.49 W / m²K</p> <p>Capacidad de almacenamiento térmico 1.7 - 2.1 MJ/ m³K</p>		

3.3.5 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire

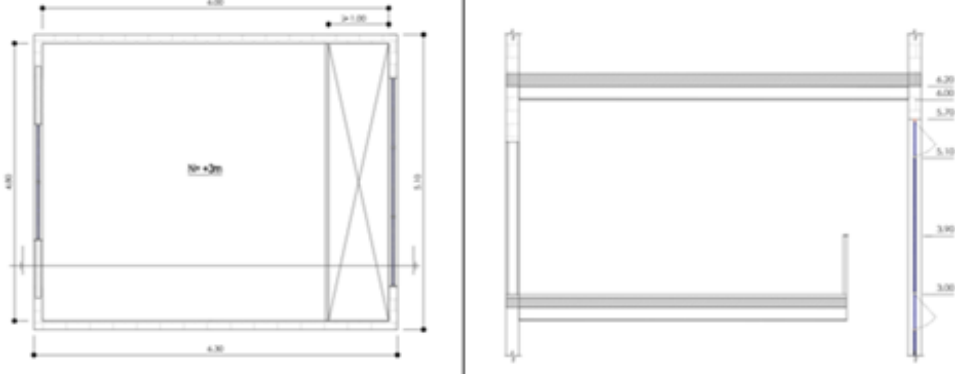
3.3.5.1 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire, RA_01

Tipo de adosamiento: 3 caras adosadas	Planta: Baja y final	Orientación: todas	Zona climática: 3-4-5-6 (FRÍAS)	Condición física: E1 –E2 (EXTERIORES)												
SISTEMA DE VENTILACION CRUZADA / PASIVA																
Descripción																
<p>Cuando el adosamiento de un espacio posee 3 de sus caras adosadas a espacios colindantes se requiere generar una salida de aire a nivel superior, el cual debe tener la posibilidad de sistema de cierre y apertura de preferencia mecánica, por motivos de aislación térmica cuando se requiera y además por otros agentes como ingreso de polvo o animales.</p> <p>Este sistema podrá ser utilizado con cubiertas inclinadas o planas, la finalidad del sistema será lograr la extracción natural del aire viciado del interior.</p> <p>El área horizontal para generar este escape de aire será translúcida. Los valores de SGHC (medida de ganancia de calor a través del vidrio) deberá ser menor a las tablas recomendadas si el área horizontal translúcida supera el 5% del área total de la fachada</p> <p>Se recomienda que la altura de la ventana con sistema abatible sea de igual dimensión a la cubierta horizontal translúcida que se generó para la ubicación de esta ventana</p>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">VALORES DE TRANSMITANCIA MAXIMA Y SHGC EN ZONAS CLIMATICAS 3 -4 -5 -6 (Áreas no climatizadas)</th> </tr> <tr> <th>ELEMENTO TRANSLUCIDO</th> <th>COEFICIENTE U MAXIMO</th> <th>SHGC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$</td> <td>5.78</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td>Área translúcida vertical $< 45^\circ$</td> <td>6.64</td> <td>0.36</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente NEC EE</p>					VALORES DE TRANSMITANCIA MAXIMA Y SHGC EN ZONAS CLIMATICAS 3 -4 -5 -6 (Áreas no climatizadas)			ELEMENTO TRANSLUCIDO	COEFICIENTE U MAXIMO	SHGC	Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	5.78	0.82	Área translúcida vertical $< 45^\circ$	6.64	0.36
VALORES DE TRANSMITANCIA MAXIMA Y SHGC EN ZONAS CLIMATICAS 3 -4 -5 -6 (Áreas no climatizadas)																
ELEMENTO TRANSLUCIDO	COEFICIENTE U MAXIMO	SHGC														
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	5.78	0.82														
Área translúcida vertical $< 45^\circ$	6.64	0.36														
		<p>Componentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vidrio bronce 6mm (SHGC 0.73) (carpintería preferentemente de madera) 2. Pérgola de madera tira 4x5 (reducirá el área translúcida para efectos de minorar el SHGC no alcanzado solamente con el vidrio) 3. Muro de ladrillo 3 Ventana abatible de vidrio claro 3mm (SHGC 0.82) <p style="text-align: right;">Fuente: Elaboración propia</p>														

3.3.5.2 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire, RA_02


Tipo de adosamiento: 3 caras adosadas	Planta: Baja y final	Orientación: eje longitudinal este-oeste	Zona climática: 2-3 (CALIDAS)	Condición física: E1 -E2 (EXTERIORES)
SISTEMA DE VENTILACION CRUZADA /PASIVA				
Descripción				
<p>Cuando el adosamiento de un espacio posee 3 de sus caras adosadas a espacios colindantes se requiere generar una salida de aire a nivel superior, Este sistema podrá en este caso a diferencia de las zonas climáticas frías se debe optar por un sistema permanente de ventilación que en este caso puede ser estructurado por un enmallado o estructura de tipo celosía que permita en lo posible un 100% de evacuación de aire viciado hacia el exterior, a la ves que proteja de agentes como la lluvia y vientos.</p>				
<p>Puede ser utilizado con cubiertas inclinadas o planas, la finalidad del sistema será lograr la extracción natural del aire viciado del interior.</p>				
<p>Se recomienda que la altura de la ventana tipo celosía sea de igual dimensión a la cubierta horizontal translúcida u opaca que se generó para la ubicación de esta ventana</p>				
Componentes				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Losa de <u>Hormigon</u> armado e=15cm U=3.54 2. Muro de ladrillo enlucido 3. Celosía fija platina metálica con dobles "Z" 				
				
				

3.3.5.3 Estrategia para generar una correcta ventilación y renovación de aire, RA_03

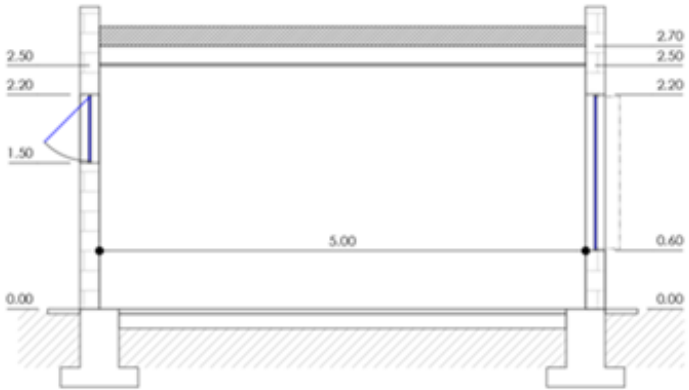
Tipo de adosamiento: 2 caras adosadas	Planta: Intermedias	Orientación: Todas	Zona climática: 2-3 (CALIDAS)	Condición física: E1 –E2 (EXTERIORES)
ZONAS DE TRANSICIÓN DE VENTILACIÓN CON ÁREA NO TRANSITABLE				
<p>Descripción</p> <p>Con la finalidad de conseguir un mayor flujo de ventilación cuando los espacios de trabajo no cuentan con las condiciones ideales de altura, y su relación con el ancho de su crujía, en pisos intermedios; se recomienda generar áreas de transición.</p> <p>El revestimiento exterior se compondrá de una ventana fija doble vidrio con aberturas en su nivel superior compuesta por un sistema ventana abatible, la cual permitirá evacuar el aire viciado del espacio complementado por la apertura de entrepiso la cual no será menor a 1m de ancho para lograr un flujo de aire considerable.</p> <p>Esta estrategia se complementará con un pasamano permeable de altura de 0.90 a 1m, que permita el paso del flujo de ventilación natural.</p> <p>Esta estrategia es planteada cuando los espacios de oficinas no requieran una privacidad entre niveles de piso como puede ser el caso de la tipología abierta</p>		<p>Componentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ventana abatible exterior doble vidrio (cámara) 2. Ventana fija, doble vidrio (cámara) 3. Pasamano permeable que permita el flujo de aire 		

3.3.6 Estrategia para dimensionamiento de espacios

3.3.6.1 Estrategia para dimensionamiento de espacios: DE_01

Elemento constructivo: Piso - Techo	Planta: todas	Orientación: todas	Zona climática: 1-2 (CALIDAS)	Condición física: todas (EXTERIORES/ INTERIOR)			
<p>RELACIÓN ALTURA VS ANCHO DE CRUJÍA</p> <p>Descripción</p> <p>La altura entre piso y cielo raso debe cumplir la altura de 3m en las zonas climáticas No. 1 y 2 debido a sus altos grados de <u>temperatura</u> y humedad, esta estrategia al igual que el resto deben ser complementadas entre si ya que su incidencia general garantizará una correcta calidad de aire categorizada como Clase B para espacios de oficina en donde el caudal mínimo de aire por persona cumpla con 20 Lit/ por persona favoreciendo los intercambios de aire.</p> <p>Se recomienda que el factor de relación entre ancho de crujía y altura sea 2:1 es decir su ancho el doble de la altura, de esta manera se garantizará una adecuada entrada de radiación solar y lumínica en función al porcentaje de acristalamiento con la que cuente la fachada y complementado con el sistema de ventilación cruzada como sistema pasivo de enfriamiento</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="860 860 1297 917" style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">Ancho de crujía 6m</div> <div data-bbox="1480 860 1917 917" style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">Altura libre recomendada 3m</div> </div>  <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia</p> <table border="1" data-bbox="1030 1393 1664 1511" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #4a86e8; color: white;">Dimensiones del espacio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Volumen mínimo por ocupante = 7.50 m3</td> </tr> <tr> <td>Área mínima por ocupante = 2.5 m2</td> </tr> </tbody> </table>			Dimensiones del espacio	Volumen mínimo por ocupante = 7.50 m3	Área mínima por ocupante = 2.5 m2
Dimensiones del espacio							
Volumen mínimo por ocupante = 7.50 m3							
Área mínima por ocupante = 2.5 m2							

3.3.6.2 Estrategia para dimensionamiento de espacios: DE_02

Elemento constructivo: Piso - Techo	Planta: todas	Orientación: todas	Zona climática: 3-4-5-6 (FRÍAS)	Condición física: todas (EXTERIORES/ INTERIOR)			
<p>RELACIÓN ALTURA VS ANCHO DE CRUJÍA</p> <p>Descripción</p> <p>En las zonas climáticas frías se recomienda que la altura sea de 2.50m por temas de ergonomía y debido a las características climáticas de aridez – frío y menor cantidad de humedad en el ambiente. La calidad de aire deberá seguir siendo la recomendada cumpliendo el parámetro de 20 Lit/ por persona.</p> <p>En cuanto a la relación ancho de crujía y altura deberá mantenerse la relación 2:1 lo cual que al igual que la estrategia anterior brindará beneficios para la relación interior-externo, ayudando además al confort de manera psicológica al contar con vistas hacia el exterior</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="886 749 1334 825" style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> Relación 2:1 Altura VS Ancho de crujía </div> <div data-bbox="1454 749 1830 825" style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> Altura libre recomendada 2.50 m </div> </div>  <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; background-color: #d9e1f2;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #4a86e8; color: white;">Dimensiones del espacio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2;">Volumen mínimo por ocupante = 6.25 m3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2;">Área mínima por ocupante = 2.5 m2</td> </tr> </tbody> </table>			Dimensiones del espacio	Volumen mínimo por ocupante = 6.25 m3	Área mínima por ocupante = 2.5 m2
Dimensiones del espacio							
Volumen mínimo por ocupante = 6.25 m3							
Área mínima por ocupante = 2.5 m2							

3.3.7 Estrategia para comprobación de resultados: CR_1 Software Designe Builder

1

Obtención de datos preliminares

- Orientación de fachada
- Zona climática
- Estudio del tramo
- Localización

Obtención de características (Teoría de Fanger)

- Características de trabajo
- Características de vestuario
- Características del ambiente (temperatura, humedad y velocidad del aire)

2

Información técnica

- Obtención de Planos arquitectónicos o levantamiento de los espacios a evaluar
- Elaboración del modelo energético en el software Designe Builder
- Selección de áreas de oficinas a evaluar.
- Identificación de materiales que conforman el espacio
- Identificación de numero máximo de personas, artefactos eléctricos, y luminarias que intervienen en el área a evaluar

3

Diagnostico del Estado actual

- Elección de los periodos de tiempo (mes mas frio y mas caliente en el año)
- Obtención de temperaturas internas
- Obtención de valores por ganancias calóricas internas y externas que afectan el área evaluada
- Obtención de Humedad relativa
- Obtención de niveles de infiltración de aire
- Obtención del PMV (voto medio estimado), niveles de sensación térmica de acuerdo a la teoría de Fanger
- Obtención del PPD (% de insatisfechos)

4

Ejecución de estrategias de diseño y comprobación de resultados

- Elección y ejecución de estrategias de diseño para el mejoramiento del confort térmico
- Elaboración de la propuesta del modelo energético en el software Designe Builder
- Obtención de resultados y conclusiones

3.4 Aplicación de estrategia

3.4.1 Estado Actual

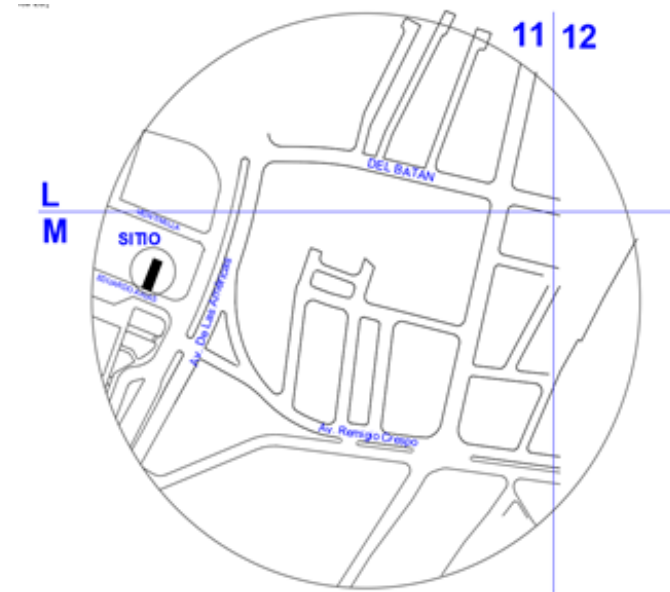
Para la aplicación de las estrategias de diseño se toma el caso de estudio, un inmueble ubicado en la ciudad de Cuenca, perteneciente a una institución financiera de la localidad; Cooperativa de Ahorro y Crédito Jardín Azuayo, en donde se promueven actividades administrativas y de atención al público y debido a sus condiciones físicas y espaciales, se denotó un grado de insatisfacción térmica principalmente en los ambientes a tratar en esta aplicación.



Fotografía de la edificación

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 Ubicación



Fuente: Elaboración Propia

Parámetros de localización

Ciudad	Cuenca
Latitud	-2.9°
Longitud	-79°
Altura	2550 msnm
Zona Horaria	-5:00
Horario de estudio	De: 08:00 AM
	A: 5:00 PM

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de la marca

La marca de la Institución Cooperativa de Ahorro y Crédito Jardín Azuayo demuestra una coherencia integral con respecto a su imagen institucional la cual proyecta una identidad, cultura institucional y servicios que ofrece, por ello para la presente intervención se debe tomar como referentes estos aspectos para mantener una consistencia de los criterios institucionales.

El logotipo está conformado por la combinación de símbolo y tipo de letra, siendo el elemento principal de la identidad visual de la Cooperativa.



Logo / cromática

Fuente: Manual de imagen institucional
COAC Jardín Azuayo

Fundamentación del símbolo

De acuerdo al manual de imagen institucional de la institución, García (2014), este nos indica que la conceptualización parte de las iniciales:

J = Jardín,

A =Azuayo: como referencia al apelativo que se le da a Paute, lugar de origen de la cooperativa.

La flor sintetiza el concepto de jardín.

“Estructuralmente la J y la A forman una curva paralela descendente que simbolizan la fuerza de la caída del agua evocando el desastre de la Josefina. La línea vertical que complementa la A simboliza la solidez, un pilar de apoyo. Cromáticamente: el verde es el color de la naturaleza y heráldicamente simboliza la esperanza. El amarillo representa la alegría, la inteligencia y la energía. El rojo representa la fortaleza y el negro representa la formalidad y la seriedad. Con la finalidad de mantener íntegra la estructura del logotipo, éste guarda un círculo blanco al rededor que es visible únicamente sobre fondos de color” García (2014).

Consideraciones y reglamento para construcciones

De acuerdo y en coherencia con el concepto de política institucional se encuentra definido las siguientes condicionantes

Color de fachada

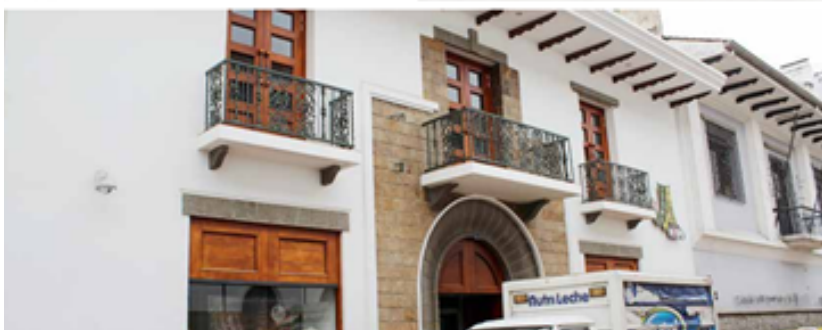
Para la fachada se utilizará pintura para Exterior “Blanco” para fachada.

Utilización de elementos arquitectónicos

La institución presenta las siguientes recomendaciones las cuales pueden ser tomadas en el porcentaje que amerite de acuerdo a las consideraciones del diseñador, tomando en cuenta la identidad de la institución conjuntamente con el contexto de su ubicación.

El tipo de nuevas construcciones según el principio del conservatismo (mas una posición filosófica que una ideología en sí. / El conservatismo trata de mantener el orden establecido, que se opone a cambios básicos o radicales apegándose a las normas, ideas y costumbres tradicionales que mantiene sin innovaciones las normas de gusto y estilo tradicional.) recomienda mantener una estética que perdure en el tiempo y se integren al entorno.

Dependiendo de la ubicación y pertinencia, como parte de la fachada se utilizarán elementos de madera, en los demás casos se utilizarán elementos con textura de madera o se pintarán dichos elementos con el simulacro de la madera.



Imágenes de proyectos Fuente: Manual de imagen institucional COAC JA

Fuente: Manual de imagen institucional COAC Jardín Azuayo

Consideraciones para espacios interiores

Las consideraciones para espacios interiores están basados en aspectos que promuevan la confianza y elementos que ayuden a difundir información y la imagen institucional

Visualmente las oficinas de Jardín Azuayo reflejarán orden, seguridad, ambientes acogedores en armonía entre los espacios/herramientas de servicios y los elementos de decoración.

Las paredes / espacios interiores y exteriores de propiedad de la Cooperativa son de uso exclusivo para material referente al cooperativismo, información de servicios, o información coyuntural según se disponga.

Cenefas

Como parte de la integración de la imagen institucional, las oficinas manejan el uso de cenefas de color, de acuerdo a la línea gráfica de la Cooperativa, éstas son elaboradas en material vinílico transparente o de fondo blanco impreso a full color, en cerámica o cualquier soporte que garantice la forma y colores de las cenefas.



Microperforados

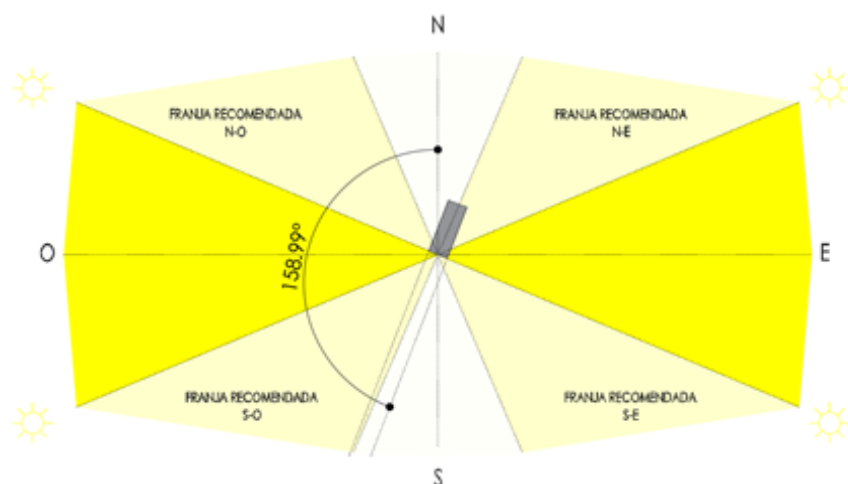
El uso de microperforados es discrecional, de acuerdo a las recomendaciones de seguridad, o las necesidades de cada oficina.

Murales

Las pinturas "murales" se realizan en paredes, estructuras móviles de madera, estructuras de metal, carrocerías de camiones, o cualquier soporte de mediano y gran formato que permita tangibilizar los conceptos de una comunicación efectiva, participativa y creativa, de acuerdo a la temática coyuntural del sitio de intervención.

3.4.3 Obtención de datos preliminares

Orientación de fachada



Fuente: *Elaboración Propia*

Identificación de zona climática

REGIÓN SIERRA		
Azuay	Cuenca	Continental lluviosa
	Santa Isabel	Húmeda calurosa
	Guacaleo	Continental lluviosa

Fuente: *(NEC EE, 2018)*

Estudio del tramo



Fuente: *Elaboración Propia*

Indicador de transmitancia de materiales; zona climática No. 3

RESISTENCIA TÉRMICA MÁXIMA PARA LA ZONA CLIMÁTICA NO.3

Continental Lluviosa

ESPACIO HABITABLE / NO CLIMATIZADO

	MONTAJE MAXIMO	VALOR MINIMO R. DE AISLAMIENTO
Continental Lluviosa	Factor U: W/M2.K	Factor R: M2.K/U
Cubierta (cielo raso)	2.90	0.89
Paredes	2.35	0.36
Pisos	3.20	0.31
Puertas opacas	2.60	-
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translucida vertical mayor o igual 45°	5.78	SGHC – 0.82
Área translucida vertical menor a 45°	6.64	SGHC – 0.36

Fuente: *(NEC EE, 2018)*

Indicadores para elección de elementos arquitectónicos

INDICADORES DE HUMANEDAD	
H1	Ventilación esencial (calor y humedad)
H2	Ventilación deseable (calor y humedad)
H3	Protección contra la lluvia
INDICADORES DE ARIDEZ	
A1	Inercia térmica
A2	Dormir afuera
A3	Problema con el frío

Fuente: (Evan, 2000)

3.4.4 Obtención de características (Teoría de Fanger)

Características de trabajo y ocupación

Actividad	Potencia (W)
Sedentaria	70
Caminar	80
Ejercitarse	100
Agotadora	150
Dormir	40
Descansar	45
Leer	55
Digital	65
Oficinista	70
Cocinar, ligero	95
Cocinar, pesado	115
Limpieza, ligero	115
Limpiar, pesado	220
Bailar, despacio	140
Bailar, rápido	255
Deporte en equipo	440
Ejercicio ligero	175
Ejercicio pesado	235
Trabajo pesado	235

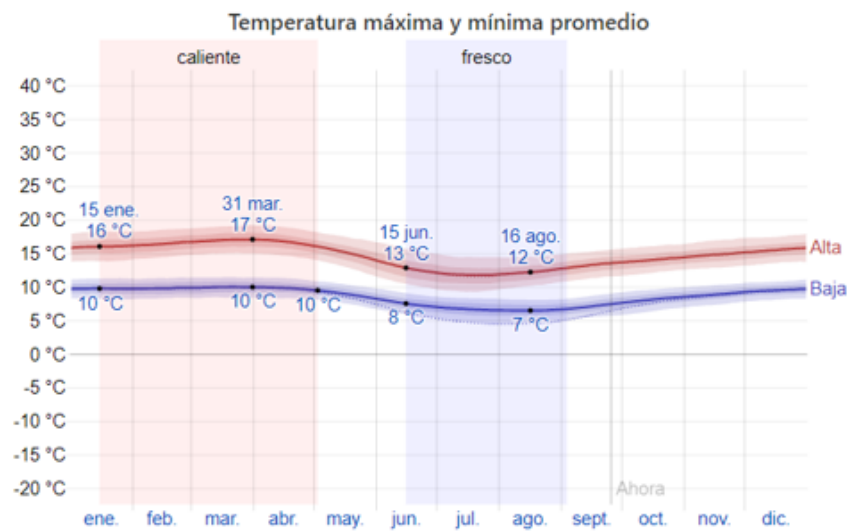
Fuente: (Análisis energético del edificio EIE, 2013)

Características de vestuario

Descripción de Ropa	Factor (CLO)
Desnudo	0
Solo ropa interior	0.2
Pantalón corto y camisa	0.4
Pantalón y camisa	0.6
Traje de calle	1
Traje de calle + Ropa interior térmica	1.5
Chaqueta y abrigo	2
Ropa pesada de invierno	2.5
Ropa tipo ártico	3

Fuente: (Análisis energético del edificio EIE, 2013)

Características del ambiente exterior



Fuente: web <http://climate.onebuilding.org/>

Criterios de selección de los ambientes a estudiar

Zona	Criterios de selección
Balcón de servicios (1era Planta alta)	Área considerable, posible alta carga térmica, generada por equipos de cómputo, Bajo nivel entre piso y cielo raso
Balcón de crédito (2da Planta alta)	Área considerable, posible alta carga térmica, generada por equipos de cómputo, Bajo nivel entre piso y cielo raso
Sala de reuniones (3era. Planta alta)	Planta final, alta carga térmica por número de personas en sala de reuniones y en área de oficina por nivel entre piso y cielo raso inferior a lo recomendado

Fuente: *Elaboración Propia*

Observaciones identificadas por zonas		
Zona 1; Balcón de servicios		Observaciones
1. Orientación:	-158.99° Norte	Cumple parcialmente
2. Tipo de adosamiento	adosado 3 caras	
3. Altura entre piso y cielo raso:	2.25 m	No cumple
4. Ancho de crujía:	10.50 m	No cumple
5. Relación ancho de crujía VS altura:	4.66:1	No cumple
6. Área total de fachada:	9.50 m	
7. Área de acristalamiento:	1.41 m	
8. Área de <u>apergolada</u> en fachada:	2.70 m	
9. Porcentaje de acristalamiento:	28.42%	Cumple
10. Protecciones en fachada	Voladizos 15 cm <u>Área apergolada</u>	Cumple
11. Material de Muro de fachada	Enlucido/ladrillo/ enlucido	No cumple
12. Material de Ventanas	Aluminio/vidrio 4mm	Cumple parcialmente
13. Material de Pisos	OSB /piso laminado	Cumple parcialmente
14. Sistema de ventilación pasiva existente	Ninguna	No cumple
15. Numero de ocupantes	14	Cumple

Fuente: *Elaboración Propia*

Observaciones identificadas por zonas		
Zona 2; Balcón de crédito		Observaciones
1. Orientación:	-158.99° Norte	Cumple parcialmente
2. Tipo de adosamiento	adosado 2 caras	
3. Altura entre piso y cielo raso:	2.10 m	No cumple
4. Ancho de crujía:	7.15 m	No cumple
5. Relación ancho de crujía VS altura:	3.40:1	No cumple
6. Área total de fachada:	13.90 m ²	
7. Área de acristalamiento:	7.85 m ²	
8. Porcentaje de acristalamiento:	56.67%	No cumple
10. Protecciones en fachada	Voladizos 15 cm	Cumple
11. Material de Muro de fachada	Enlucido/ladrillo/ enlucido	No cumple
12. Material de Ventanas	Aluminio/vidrio 4 mm	Cumple parcialmente
13. Material de Pisos	Hormigón / porcelanato Hormigón / p. laminado	Cumple parcialmente
14. Sistema de ventilación pasiva existente	Cruzada	Cumple parcialmente
15. Numero de ocupantes	20	Cumple

Fuente: *Elaboración Propia*

Observaciones identificadas por zonas		Observaciones
Zona 3; Sala de reuniones		
1. Orientación:	-158.99° Norte	Cumple parcialmente
2. Tipo de adosamiento	adosado 2 caras	
3. Altura entre piso y cielo raso:	2.40m	No cumple
4. Ancho de crujía:	7.07 m	No cumple
5. Relación ancho de crujía VS altura:	2.82:1	No cumple
6. Área total de fachada:	7.50 m ²	
7. Área de acristalamiento:	6.22 m ²	
8. Porcentaje de acristalamiento:	82.93%	No cumple
10. Protecciones en fachada	Voladizos 15 cm	Cumple
11. Material de Muro de fachada	Enlucido/ladrillo/ enlucido	No cumple
12. Material de Ventanas	Aluminio/vidrio 4mm	Cumple parcialmente
13. Material de Pisos	Hormigón / p. laminado	Cumple parcialmente
14. Sistema de ventilación pasiva existente	Ventanera abatible	Cumple parcialmente
15. Numero de ocupantes	10	No cumple

Fuente: *Elaboración Propia*

Elección de periodos de tiempo a evaluar: Cuenca, Ecuador

El fichero climático utilizado en el desarrollo de las simulaciones así como para analizar el clima del sitio ha sido obtenido de la plataforma web <http://climate.onebuilding.org/>, esta cuenta con una amplia base de datos climáticos de distintos países, necesarios para simulaciones energéticas. La ciudad de Cuenca cuenta con temperaturas mensuales mínimas promedio que oscilan los 7 y 10 grados y máximas promedio entre los 15 y 18 grados centígrados.

Se ha identificado al periodo entre febrero y abril como el más caliente y el periodo junio-agosto como el más frío, por lo tanto, se han elegido los meses de marzo (mes más frío) y julio (mes más frío) para el análisis.

Ya que el objetivo es analizar el confort interior de los espacios para el análisis se ha tomado en cuenta la temperatura operativa, la misma que es utilizada para analizar el confort de acuerdo a la teoría de Fanger (ISO 7730).

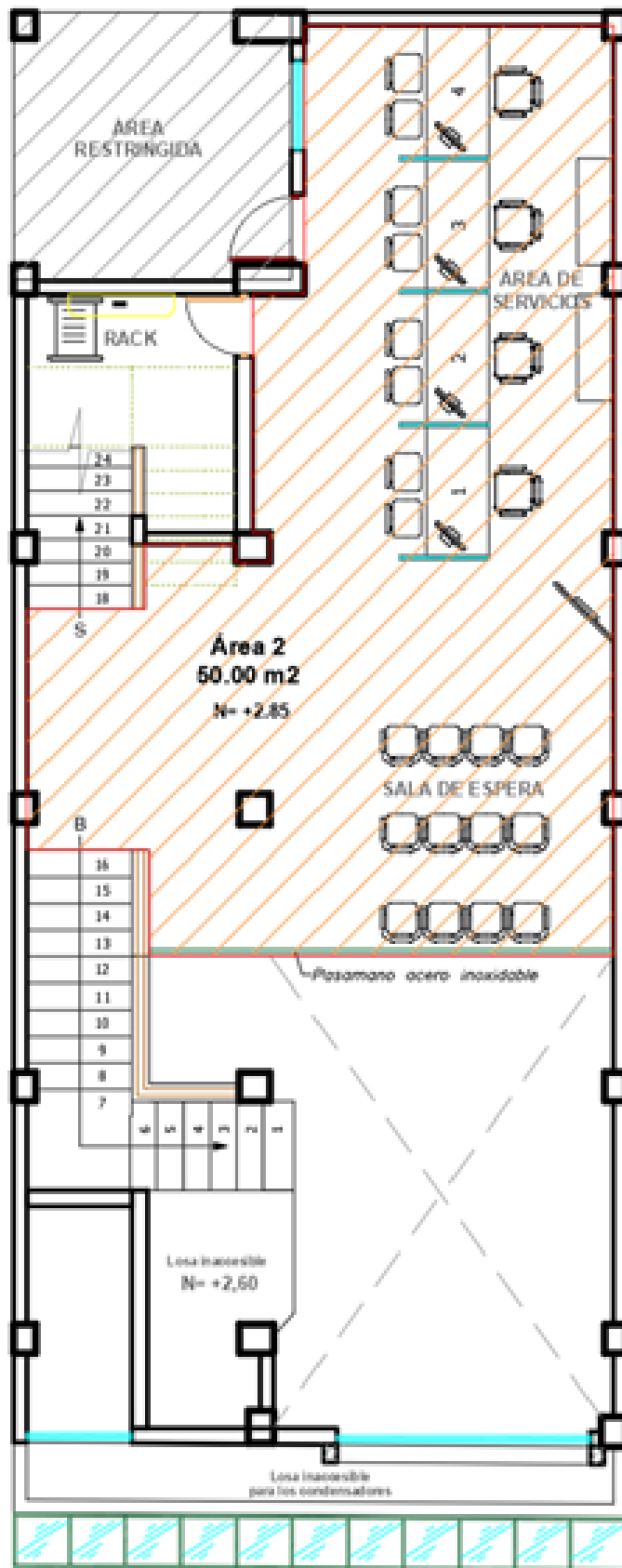
Para los análisis de confort se muestran datos obtenidos en una semana en intervalos de una hora, es decir, se muestra gráficamente 168 valores obtenidos en la simulación, los cuales permiten analizar de una manera más exacta el confort interior de los espacios.

3.4.5 Diagnóstico del Estado actual mediante el software Designe builder

ZONA 1



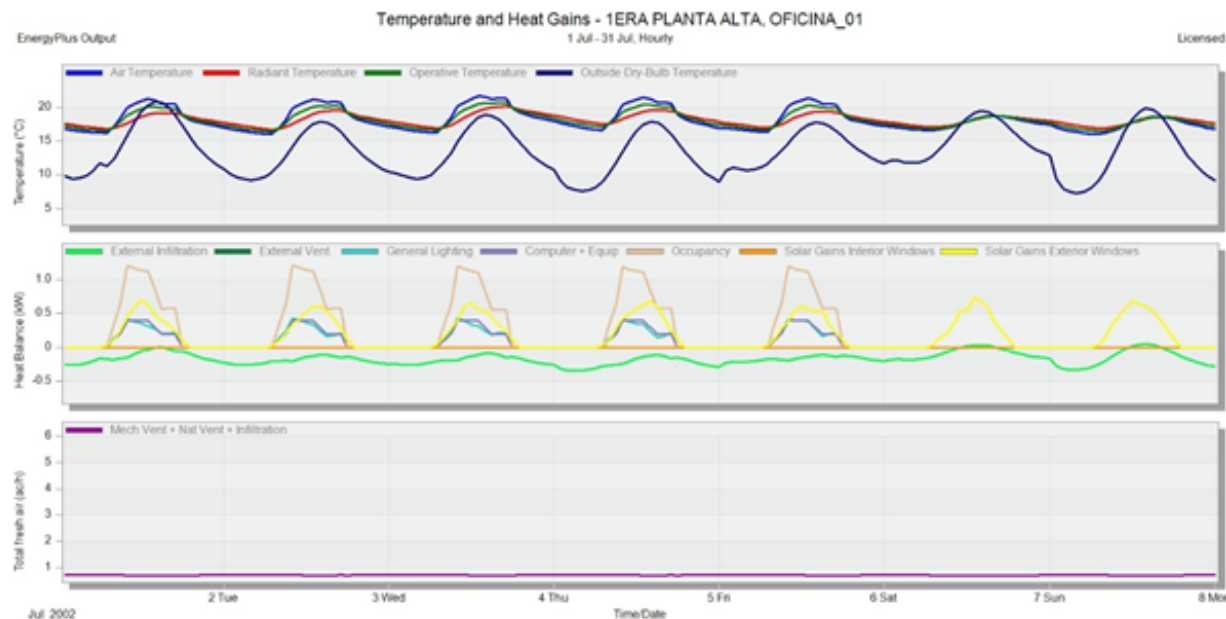
Fotografías Zona 1
Fuente: Elaboración Propia



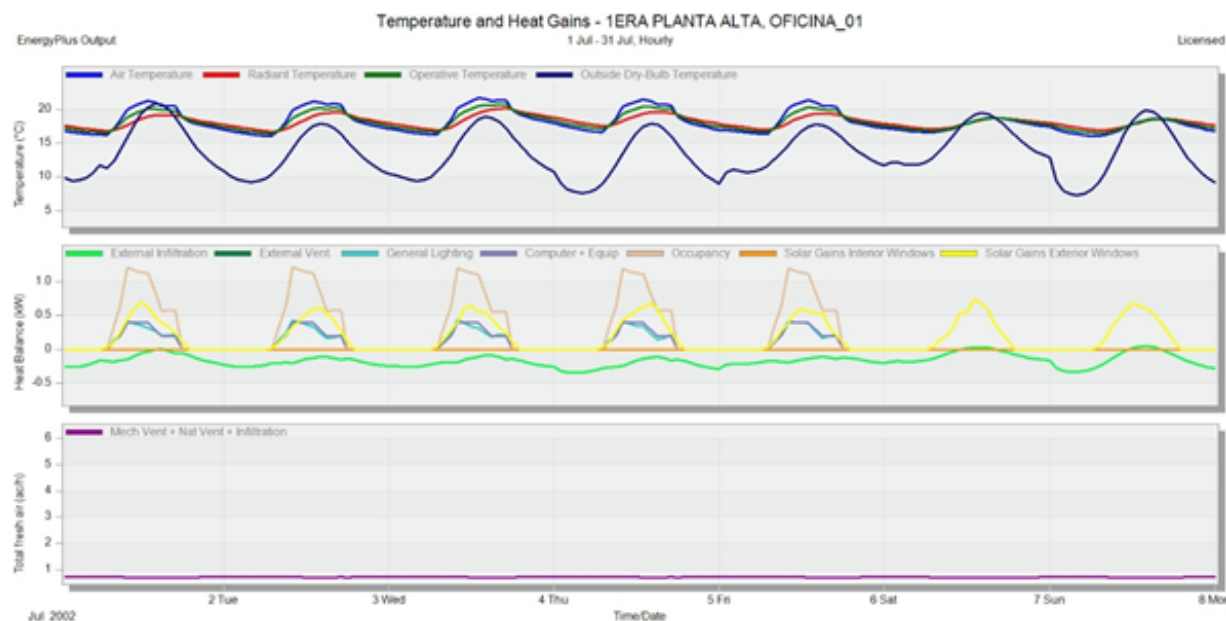
1era. Planta alta

Análisis Térmico

El análisis térmico de este espacio muestra temperaturas interiores diarias que varían entre los 18 y 21 grados en el mes de marzo y 17 a 20 grados en el mes de Julio. Se ha podido identificar que las ganancias térmicas por ocupación son un factor importante en el comportamiento térmico del espacio.



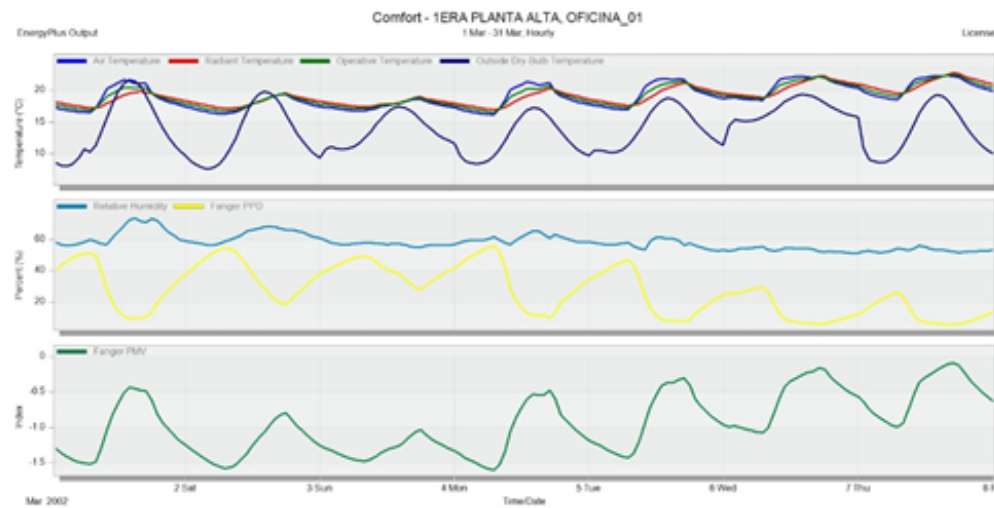
Fuente: *Elaboración Propia*



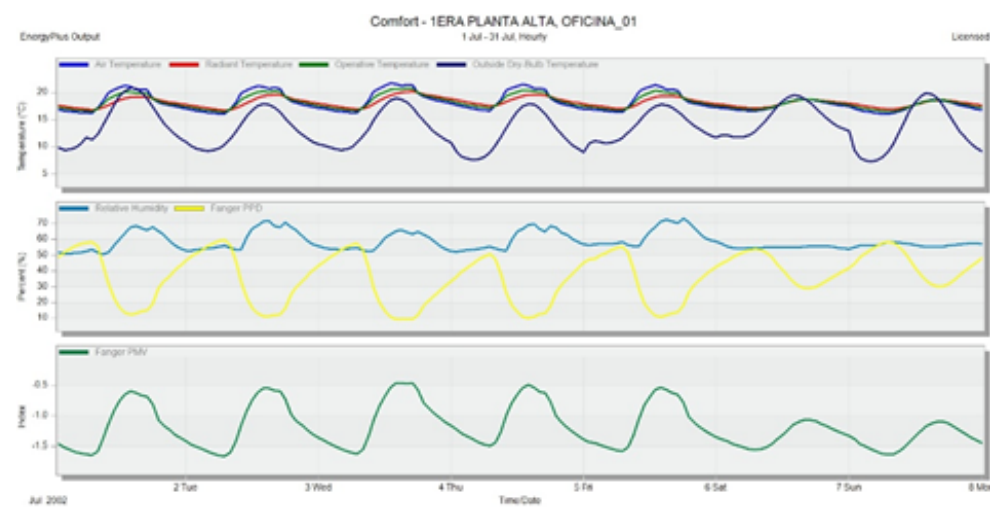
Fuente: *Elaboración Propia*

Análisis de Confort

Se ha podido identificar que en el período del día el PMV se encuentra en valores alrededor del -0.5 llegando en la tarde a valores de -1 lo que indica un espacio ligeramente frío, es decir, es necesario buscar estrategias para aumentar la temperatura interior del espacio.



Fuente: Elaboración Propia

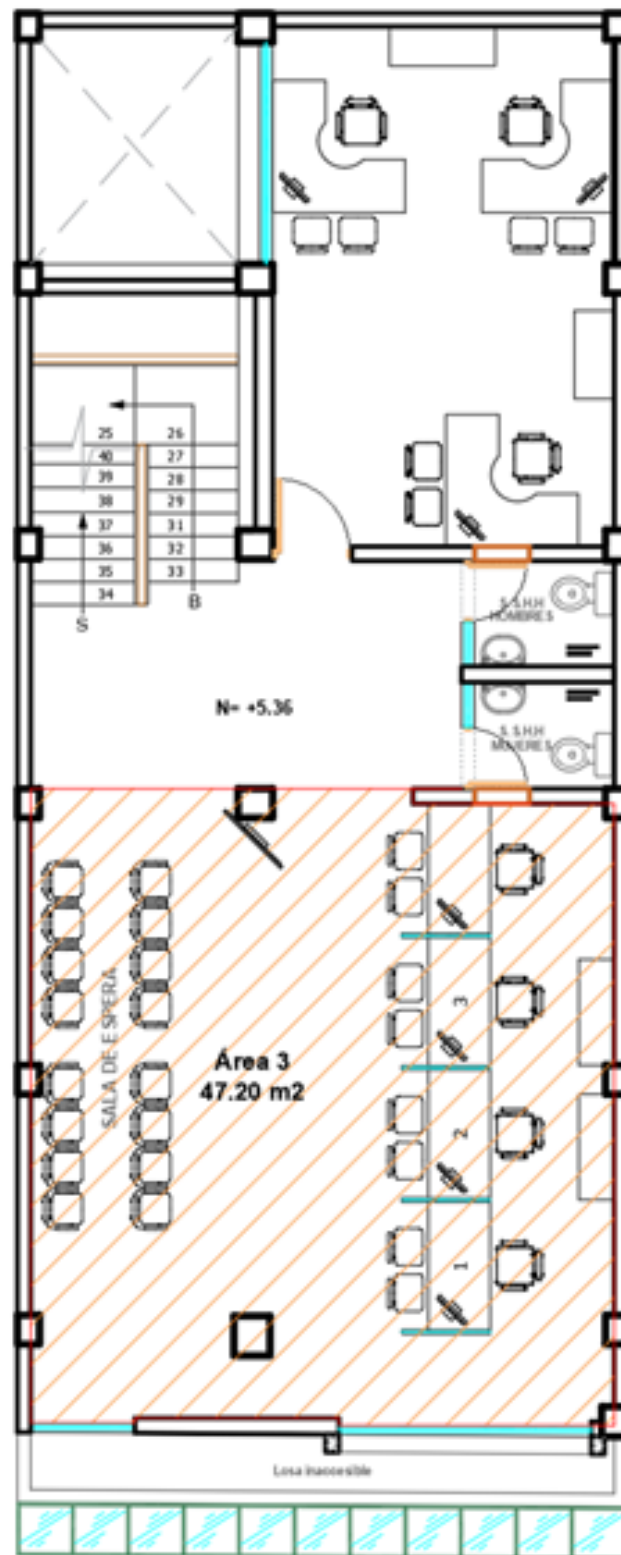


Fuente: *Elaboración Propia*

ZONA 2



Fotografías Zona 2
Fuente: Elaboración Propia

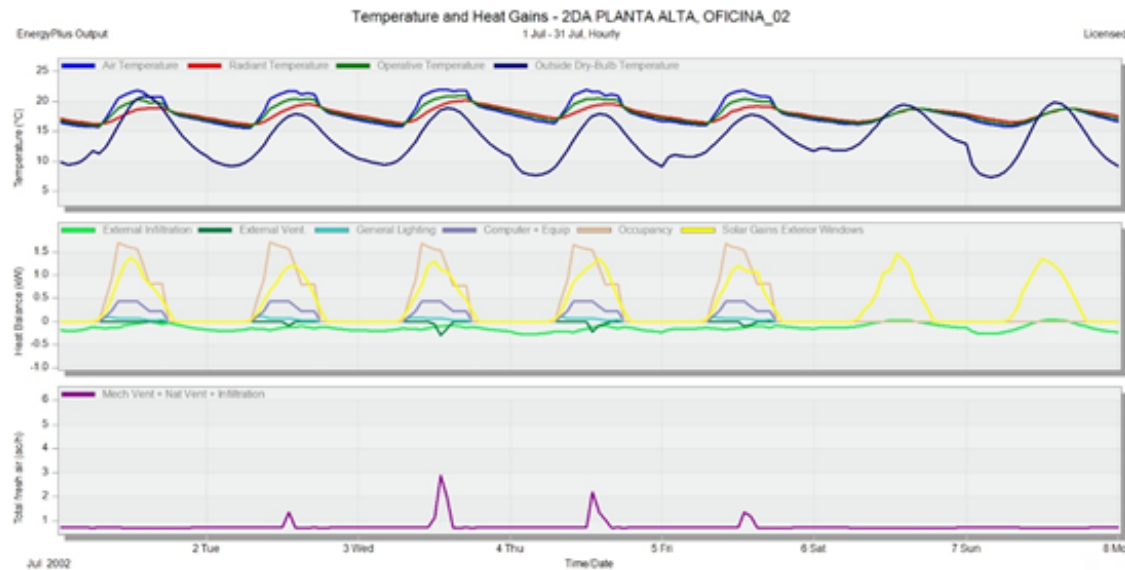


1da. Planta alta

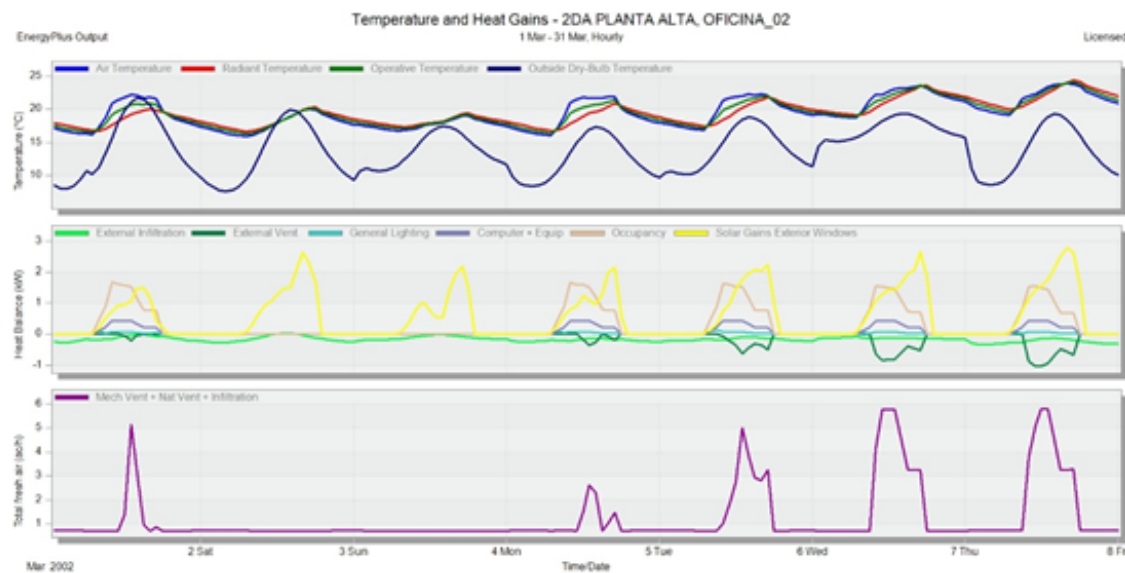
Análisis Térmico

El análisis térmico de este espacio muestra temperaturas interiores diarias que varían entre los 19 y 20 grados en el mes de marzo y 16 a 21 grados en el mes de Julio. Al igual que en el primer espacio, al ser un ambiente con una alta ocupación, este influye en las ganancias térmicas y aumento de la temperatura interior.

A su vez, el área de ventanas genera mayores ganancias en este espacio por lo que se debería tomar en cuenta estrategias para mejorar esta parte de la envolvente y evitar en días cálidos ganancias extremas que influyan negativamente en el confort interior.



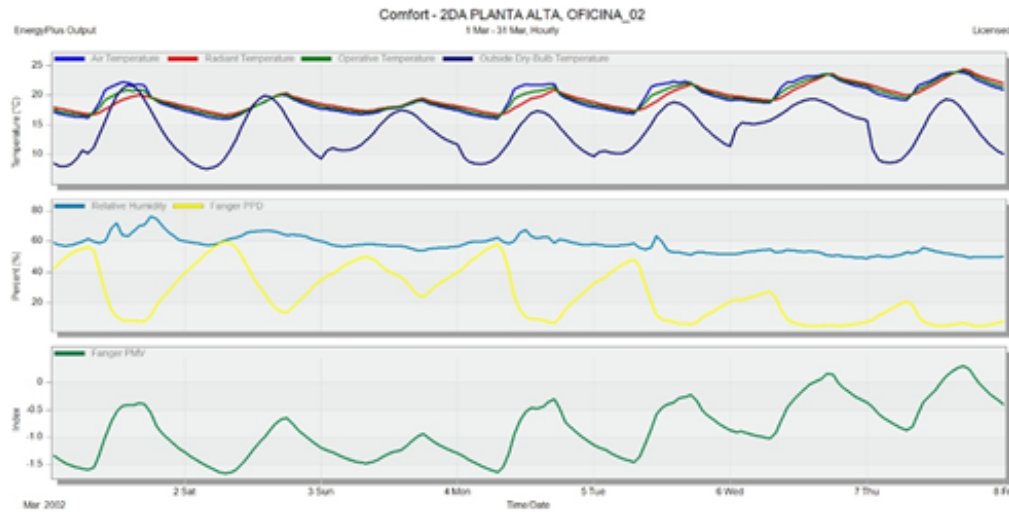
Fuente: *Elaboración Propia*



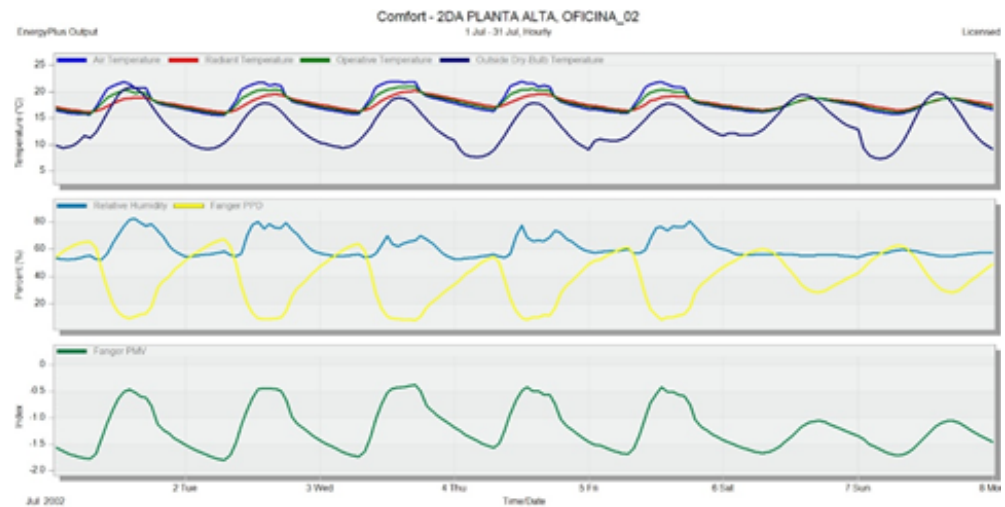
Fuente: *Elaboración Propia*

Análisis de Confort

Se ha podido identificar que en el período del día el PMV se encuentra en valores alrededor del -0.5 a lo largo del día. Esto, indica un espacio ligeramente fresco a neutro, sin embargo, en el mes de marzo es posible identificar días donde el PMV llega a valores de -1 debido a temperaturas bajas a lo largo del día.



Fuente: *Elaboración Propia*

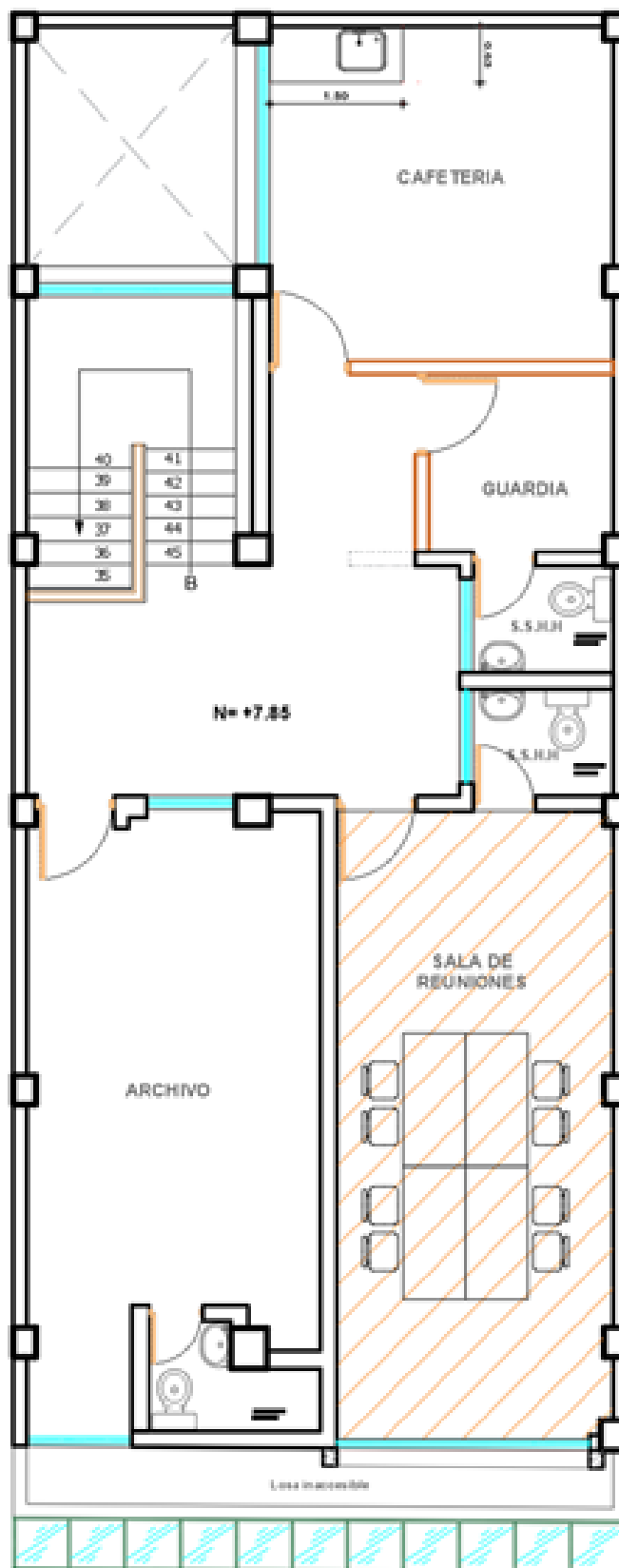


Fuente: *Elaboración Propia*

ZONA 3



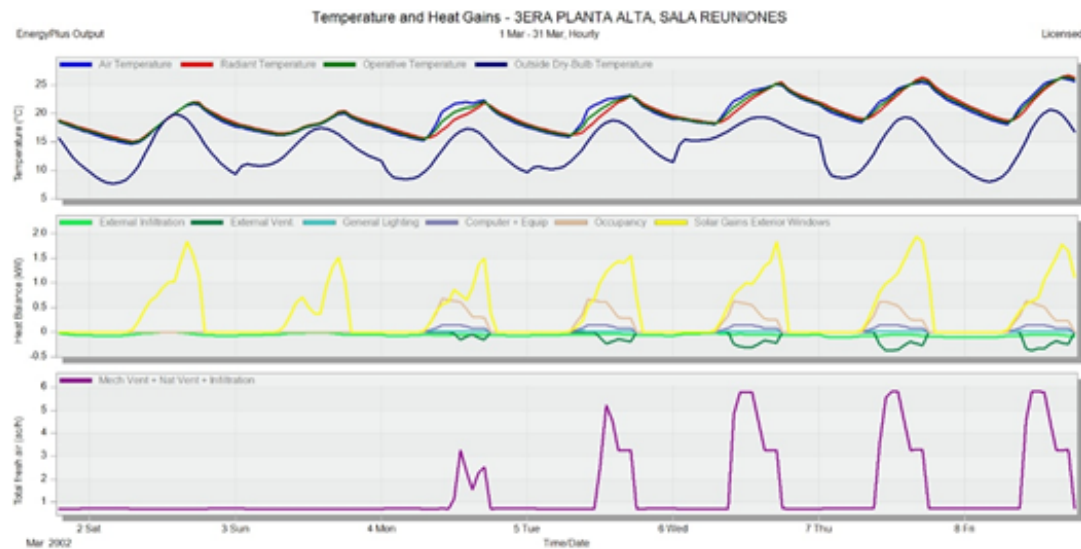
Fotografías Zona 3
Fuente: *Elaboración Propia*



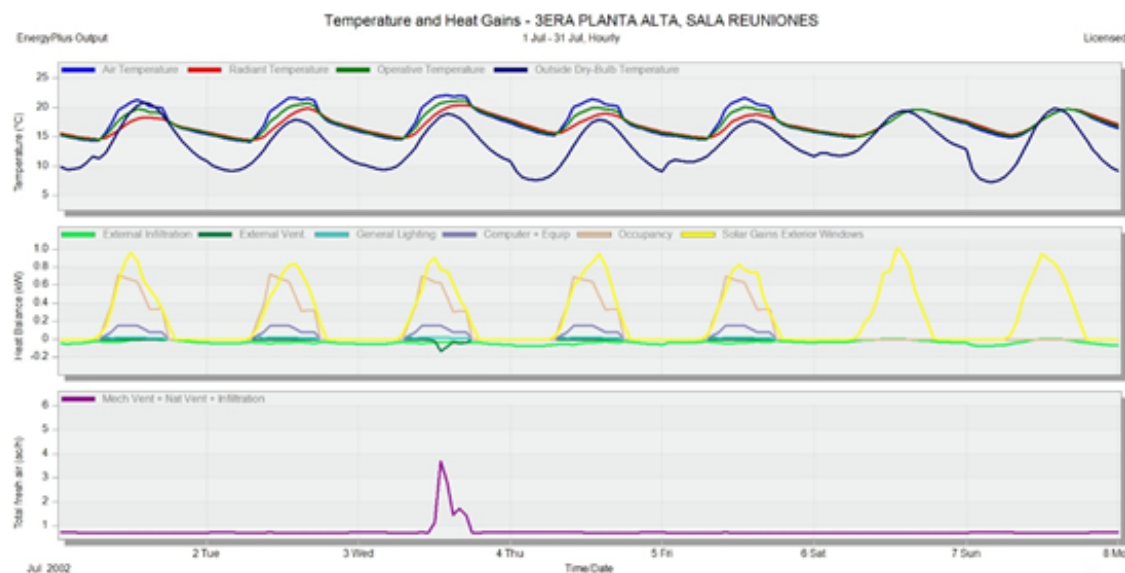
3era. Planta alta

Análisis Térmico

El análisis térmico de este espacio muestra temperaturas interiores diarias variables que se encuentran entre los 19 y 25 grados en el mes de marzo y 17 a 20 grados en el mes de Julio. Al ser un espacio de menor ocupación las mayores ganancias térmicas en este espacio se dan a través del área acristalada de la envolvente. Al igual que el espacio denominado Oficina 02 se puede observar que, en días cálidos, donde la temperatura exterior llega a máximos de 20 a 21 grados en el día, las ganancias térmicas pueden resultar negativas ya que pueden aumentar significativamente la temperatura del espacio interior.



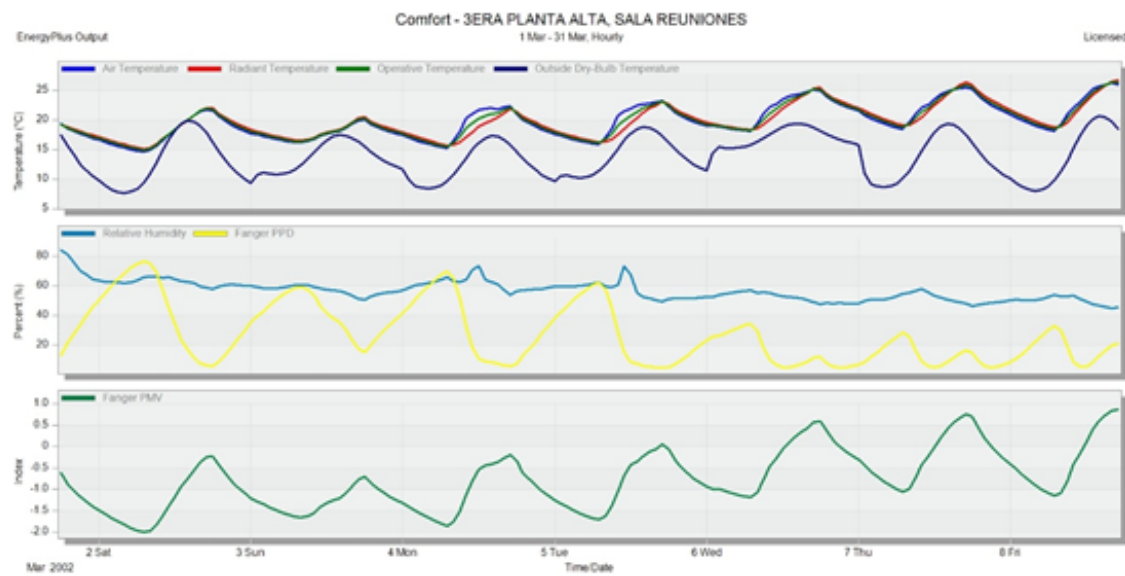
Fuente: *Elaboración Propia*



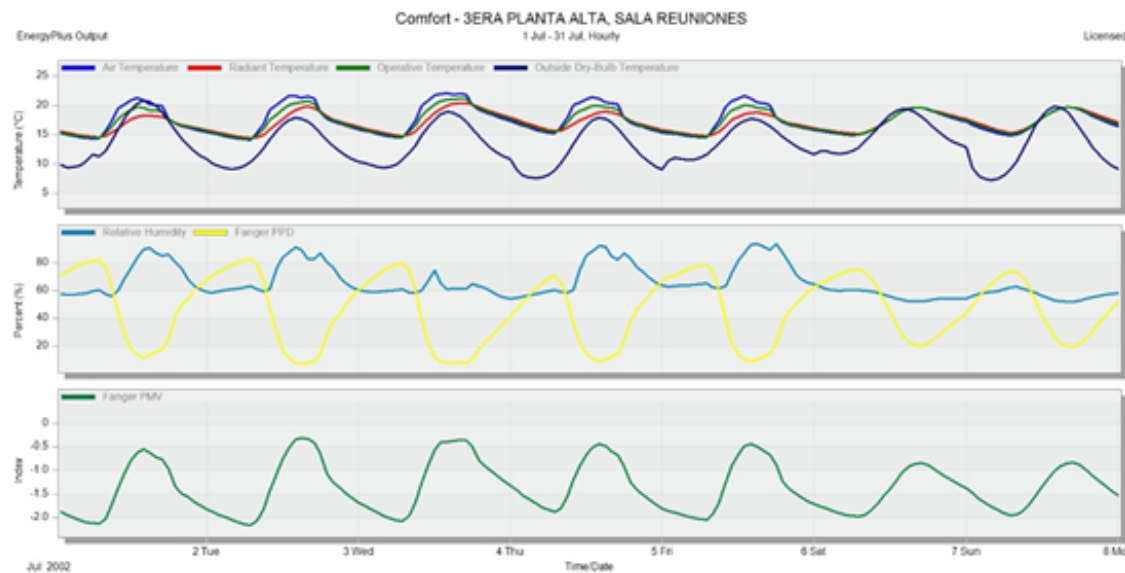
Fuente: *Elaboración Propia*

Análisis de Confort

En el período del día el PMV se encuentra en valores que oscilan alrededor de -0.5 y -1 a lo largo del día. Se lo podría catalogar de esta manera al espacio como ligeramente fresco, sin embargo, en días cálidos debido a las altas ganancias térmicas del área acristalada, el PMV puede cambiar a valores de 0.5 lo que indica un espacio ligeramente caluroso. Por lo tanto, se debería considerar estrategias de optimización del acristalamiento para mejorar el desempeño térmico de este espacio.



Fuente: *Elaboración Propia*



Fuente: *Elaboración Propia*

3.4.6 Aplicación de las estrategias



Perspectiva de rehabilitación de fachada
Fuente: *Elaboración Propia*



Perspectiva en cote; aplicación de estrategias
Fuente: *Elaboración Propia*

ZONA 1 PROPUESTAS

Estrategias implantadas

Orientación de fachada

OF_02

Dimensionamiento de espacios

DE_02

Elección de elementos arquitectónicos

EA_03

EA_05

EA_06

EA_09

Renovación de aire

RA_03

Comprobación de resultados

CR_01



Vista exterior

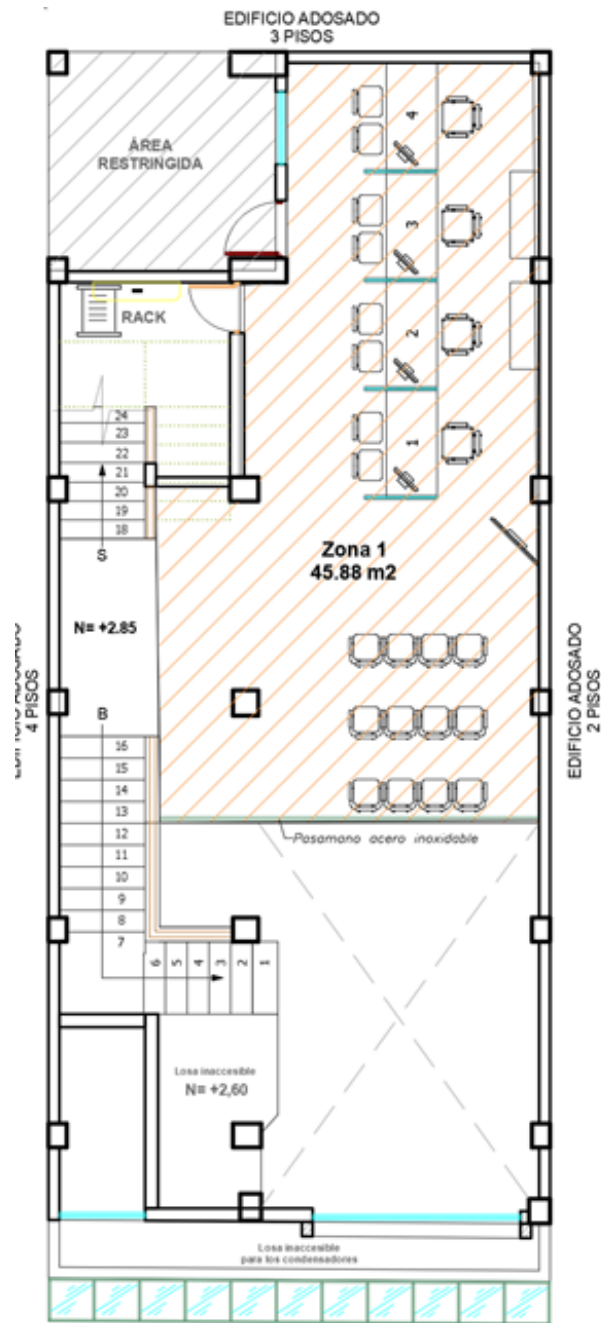
Memoria descriptiva de intervención

En función al estado actual del inmueble se vio necesario realizar la reducción del espacio de doble altura (zona de transición) y en base de esto la reducción del “ancho de crujía” para cumplir la estrategia DE_02 el volumen del espacio es de 81.24 m³ y su área de 34.26m² por lo que se recomienda que el espacio debe permitir un aforo máximo de 13 personas entre oficinistas y visitantes, de esta manera se cumple con lo expuesto en la estrategia mencionada.

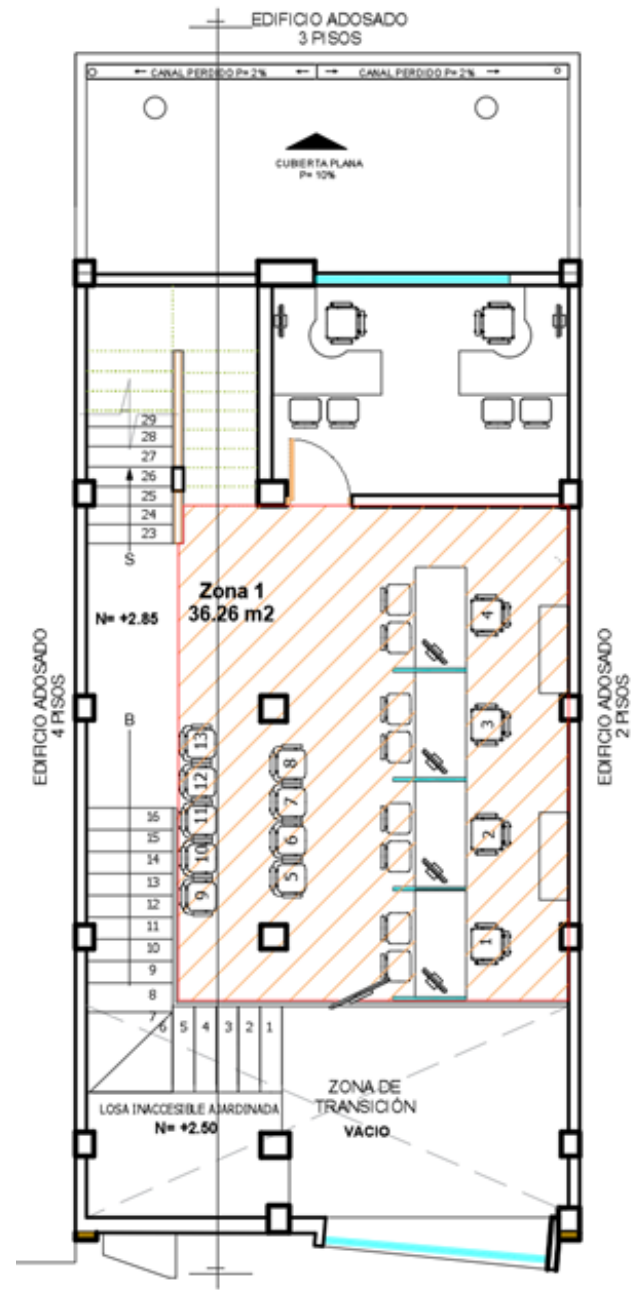
Se aplica la estrategia OF_02 correspondiente a mejorar la orientación de la ventana para la mayor captación de ganancias solares, realizando un giro de 8 grados en relación Sur-Oeste, para que se posicione en la franja de orientación recomendada por la estrategia.

En cuanto a las estrategias para elección de elementos arquitectónicos se toma la decisión de cambiar el revestimiento de pisos laminado por las estrategias EA_06 Y EA_09 que corresponden a revestimientos de piso de cerámico en el área de espera y piso de madera de eucalipto en el área de escritorios, refuerzo de aislación térmica en pared frontal por medio de la estrategia EA_03.

Se realiza la aplicación de comprobación de resultados mediante el software Design Builder, CR_01

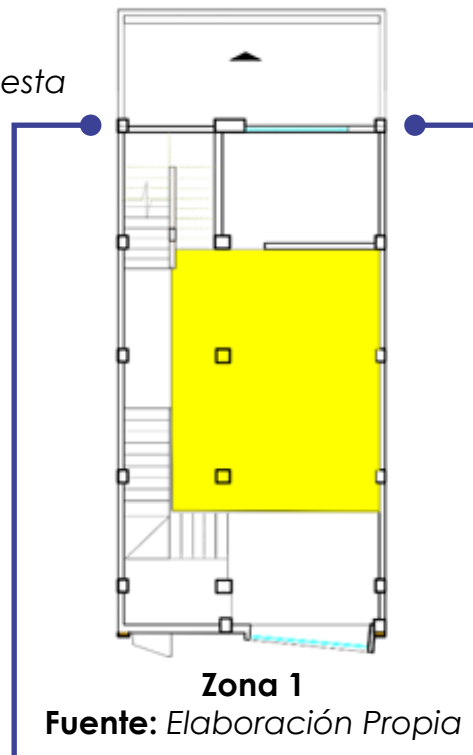


Estado Actual
Primera Planta Alta
Fuente: COAC Jardín azuayo

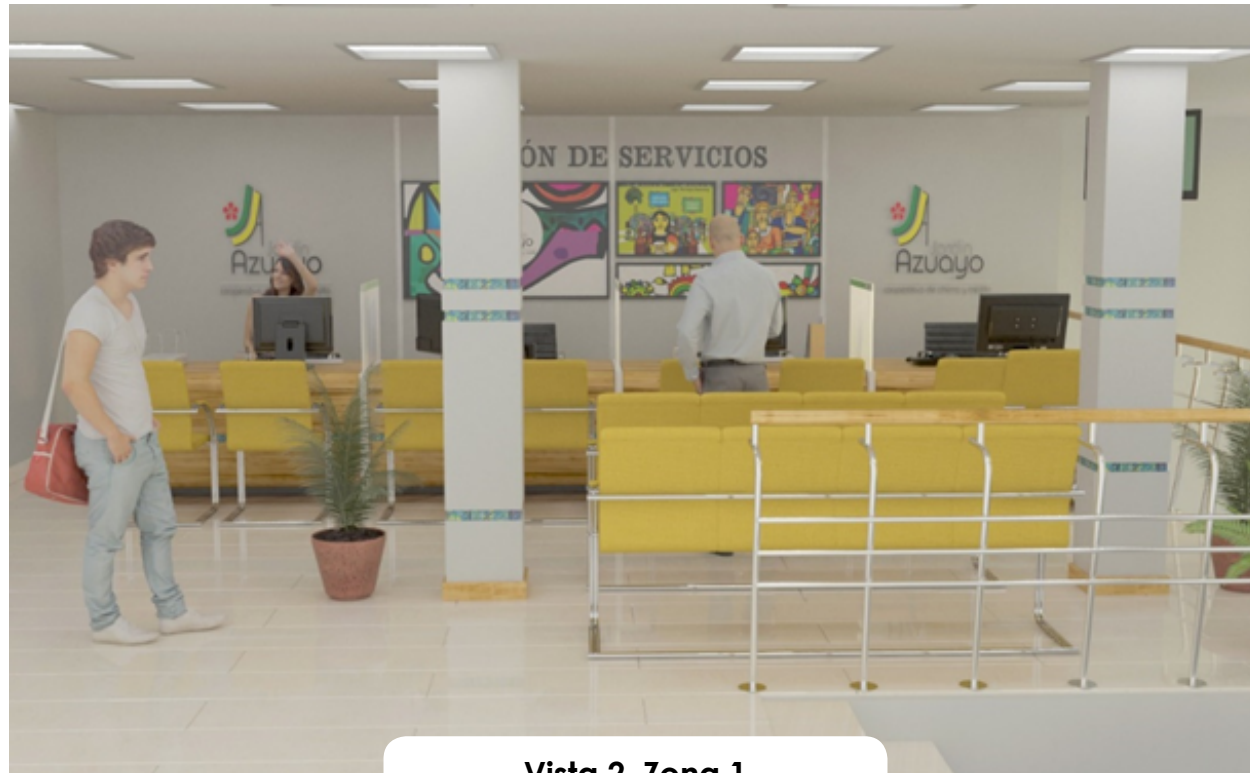


Propuesta
Primera Planta Alta
Fuente: Elaboración Propia

Zona 1; Propuesta



Vista 1, Zona 1
Fuente: Elaboración Propia

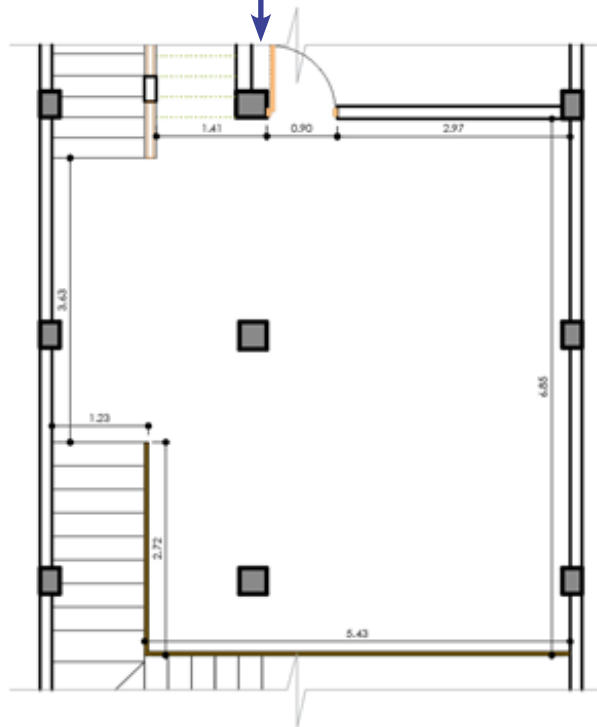


Vista 2, Zona 1
Fuente: *Elaboración Propia*

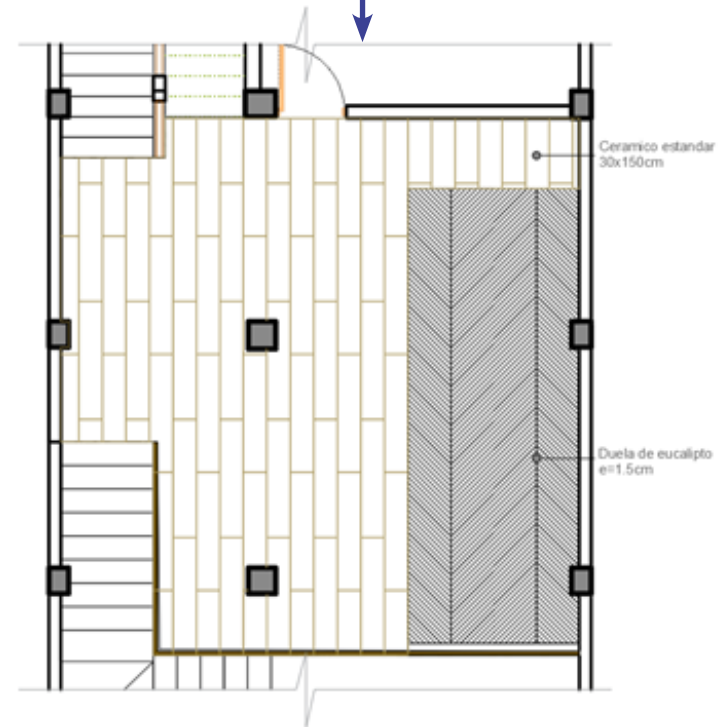


Vista 23 Zona 1
Fuente: *Elaboración Propia*

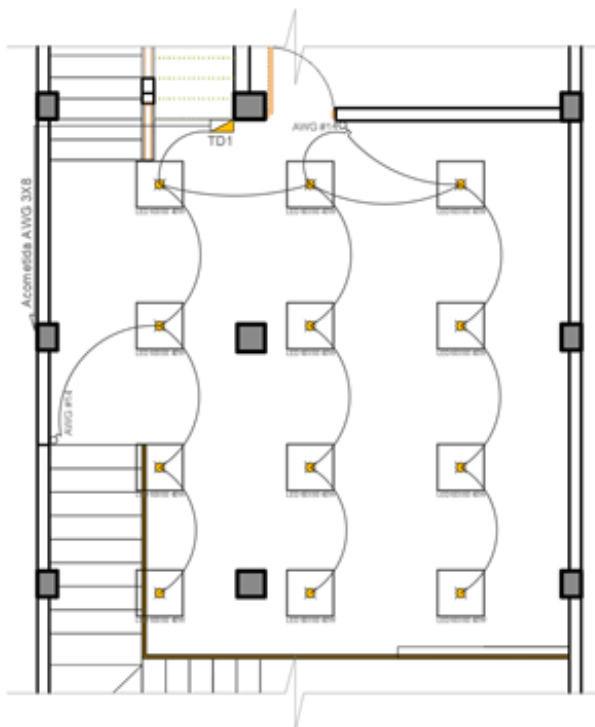
Zona 1, Planos y detalles



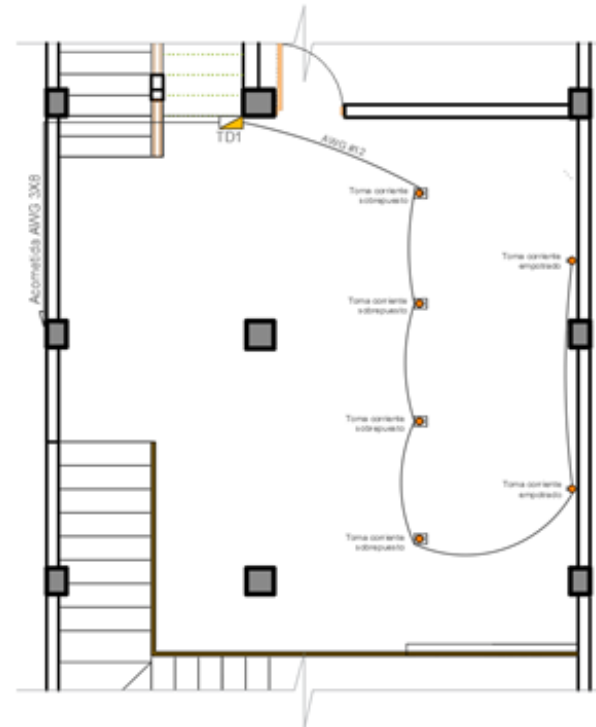
Planta Arquitectónica
Fuente: Elaboración Propia



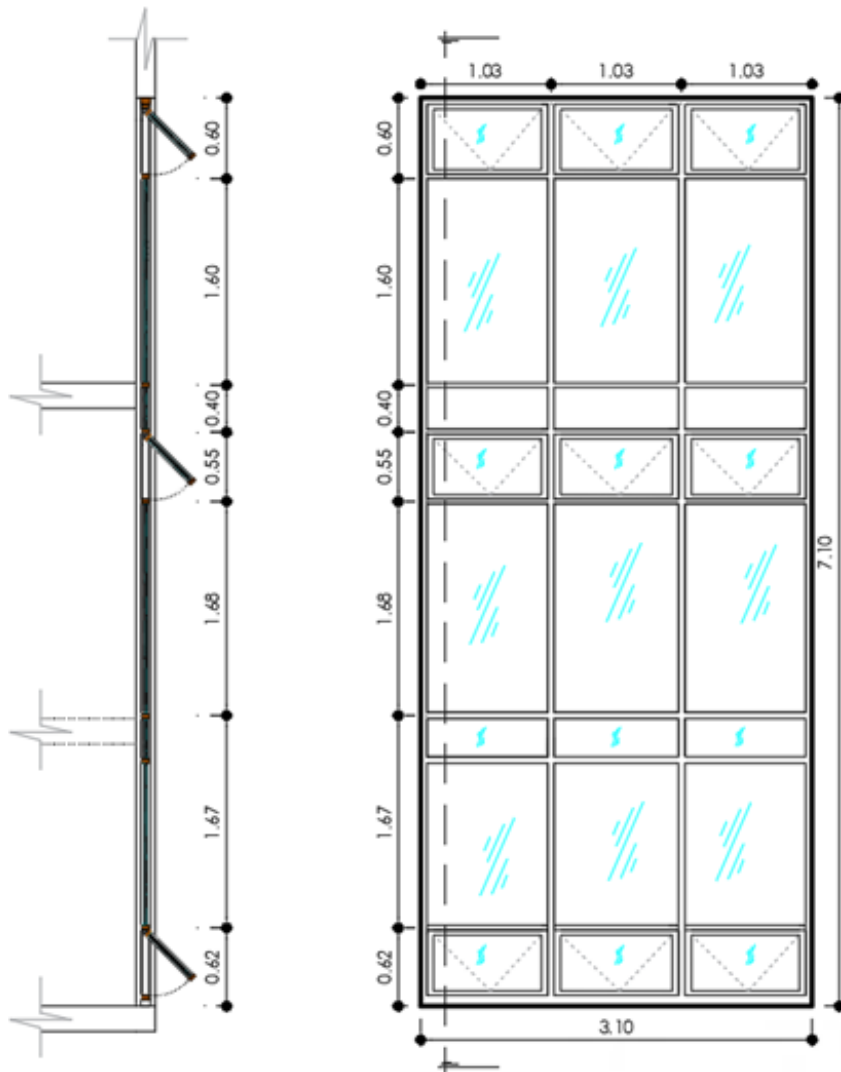
Planta Pisos,
Fuente: Elaboración Propia



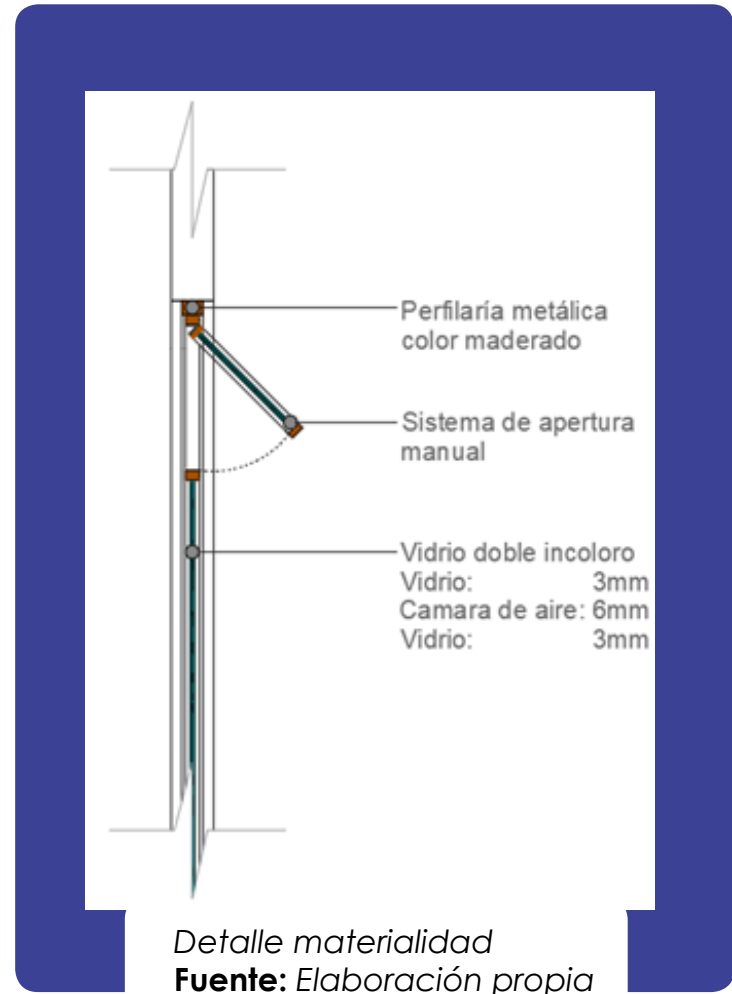
Planta Iluminación
Fuente: Elaboración Propia



Planta Tomacorrientes
Fuente: Elaboración Propia



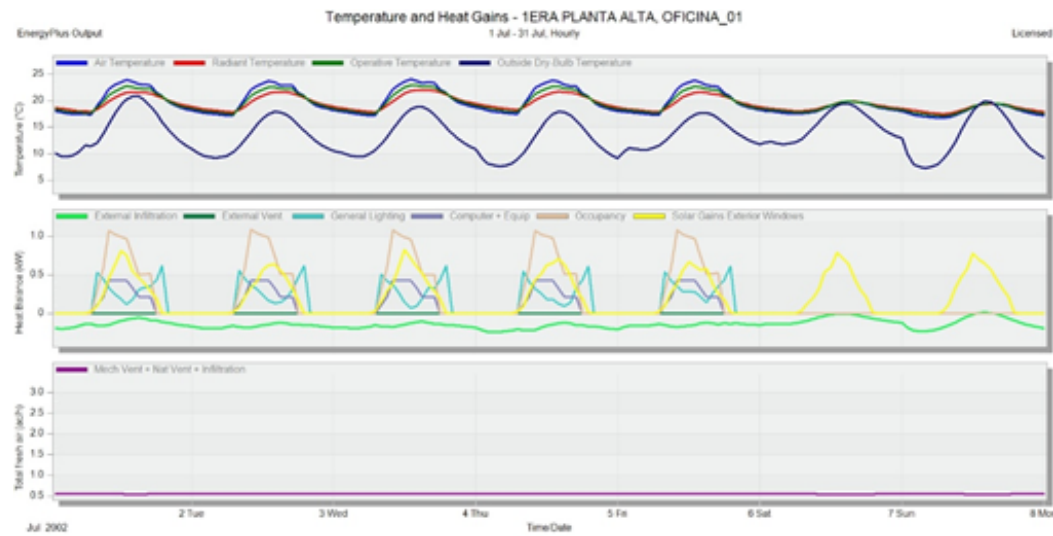
Vista frontal / corte Ventana de fachada
Fuente: Elaboración propia



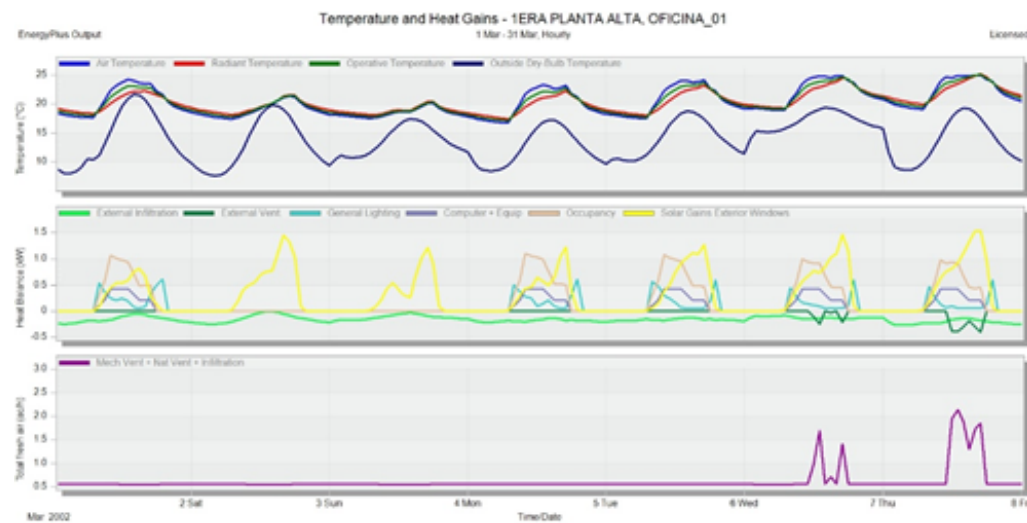
Zona 1_ Resultados

Análisis Térmico

El análisis térmico de este espacio muestra una mejora y aumento de la temperatura interior del espacio, alcanzando temperaturas promedio entre los 21 y 24 grados centígrados en el periodo de ocupación del edificio. Obteniendo así temperaturas más estables con menores variaciones.



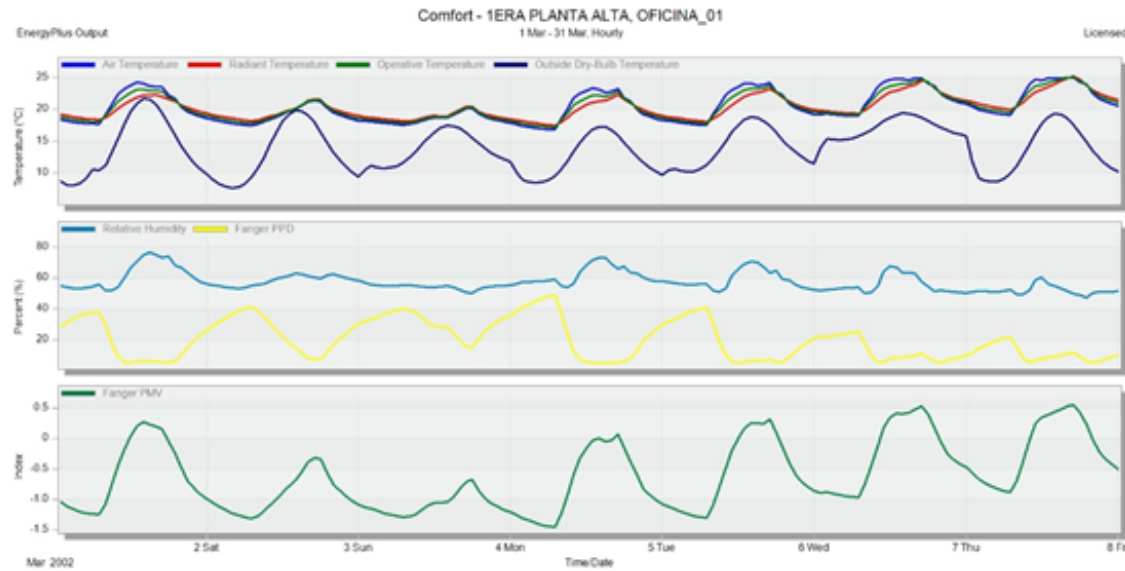
Fuente: *Elaboración Propia*



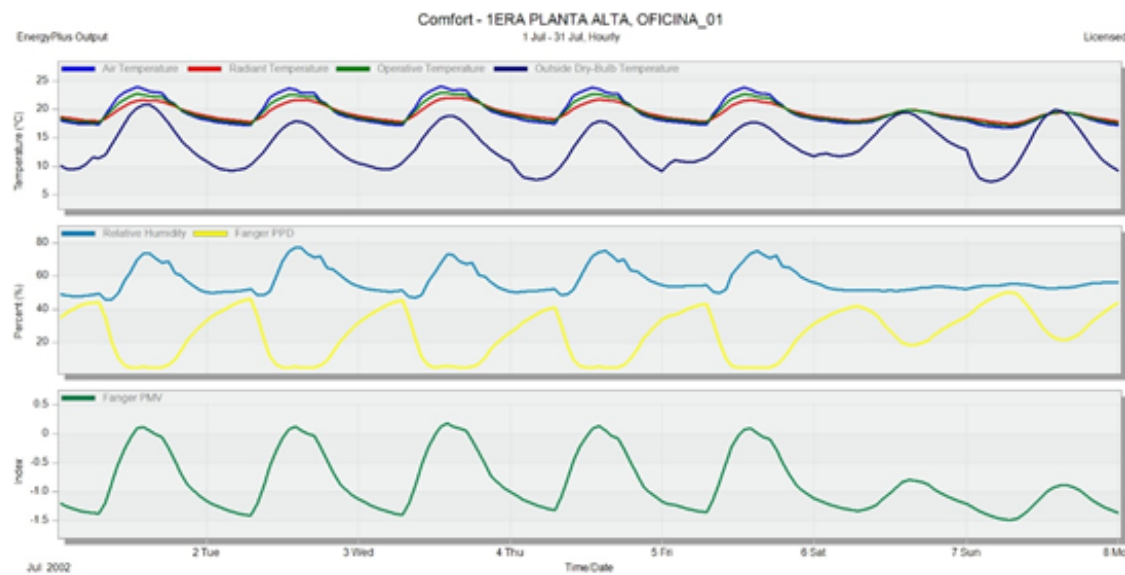
Fuente: *Elaboración Propia*

Análisis de Confort

Las aplicaciones de las distintas estrategias mejoran significativamente el indicador PMV con valores que se encuentran entre 0 y 0.5. Esto indicaría que en la mayor parte del día el ambiente interior alcanza el confort térmico.



Fuente: *Elaboración Propia*



Fuente: *Elaboración Propia*

ZONA 2 APLICACION

Estrategias implantadas

Orientación de fachada

OF_02

Dimensionamiento de espacios

DE_02

Elección de elementos arquitectónicos

EA_03

EA_05

EA_06

EA_09

Renovación de aire

RA_03

Comprobación de resultados

CR_01



Vista exterior

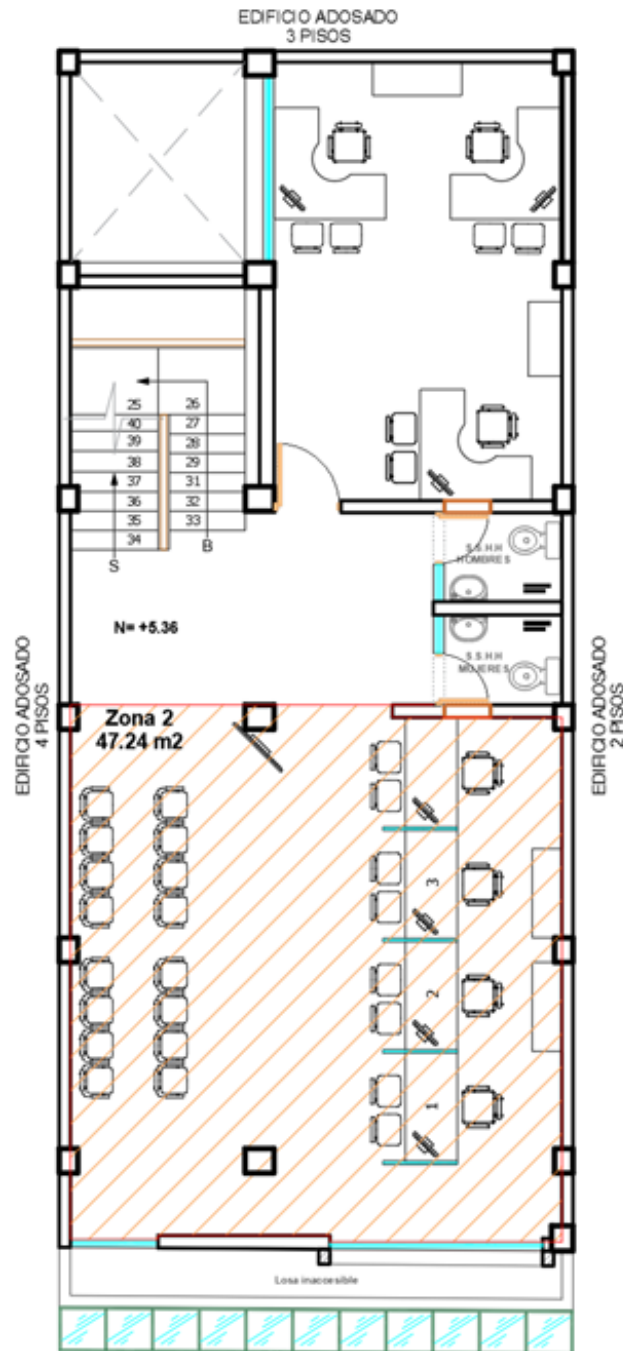
Memoria descriptiva de intervención

La zona 2 al igual que la zona 1 posee la limitante del nivel de altura ($h=2.14\text{m}$ de piso a cielo raso) por lo que de acuerdo a un análisis de las áreas y volumen, se disponibles a rediseñar el espacio aumentando el área de 47.24m^2 a 52.76m^2 lo cual permite un mejor confort térmico/ergonómico para el número previsto de personas para esta zona (20 personas), no obstante debido a la baja altura entre piso y cielo raso y con la finalidad de hacer cumplir la estrategia DE_02 con respecto al volumen máximo por persona de 6.25m^3 se recomienda que el número máximo de usuarios sea para esta zona de 18 personas incluidos los puesto permanente de atención al público.

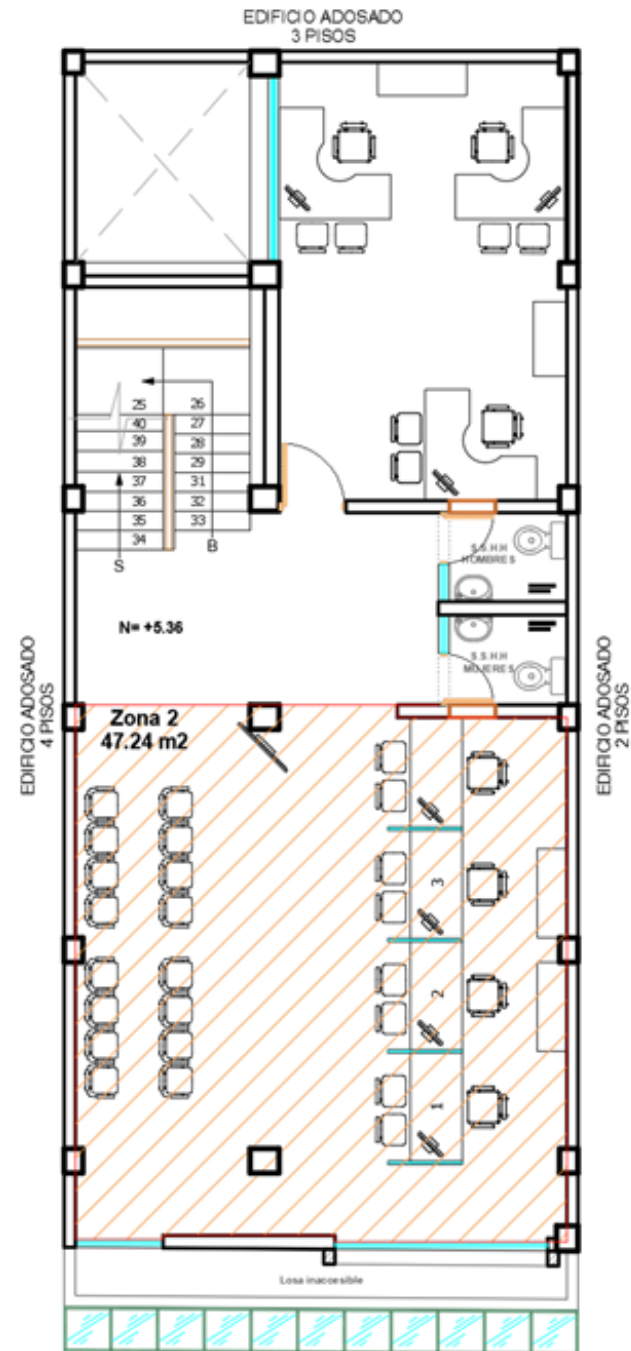
Se aplica la estrategia RA_03 la cual consiste en mantener un área de transición entre dos niveles con el cual permitirá un adecuado flujo de ventilación, se complementa con la utilización de un sistema de apertura manual de las ventanas de este nivel y el uso de barandales transparentes que permitan mencionado flujo de ventilación, condicionantes que son implícitas en la estrategia mencionada. Se aplica la estrategia OF_02 correspondiente a mejorar la orientación de la ventana para la mayor captación de ganancias solares, realizando un giro de 8 grados en relación Sur-Oeste, para que se posicione en la franja de orientación recomendada por la estrategia.

Para las estrategias de elección de elementos arquitectónicos se toma la decisión de cambiar el revestimiento de pisos laminado por las estrategias EA_06 piso de madera de eucalipto en el área de escritorios, refuerzo de aislación térmica en pared frontal por medio de la estrategia EA_03. Para aumentar los valores de aislación térmica al igual que en el resto de zonas se realiza el cambio de ventanería por un sistema de doble vidrio con cámara de acuerdo a lo expuesto en la estrategia EA_05.

Se realiza la aplicación de comprobación de resultados mediante el software Designe Builder, CR_01.

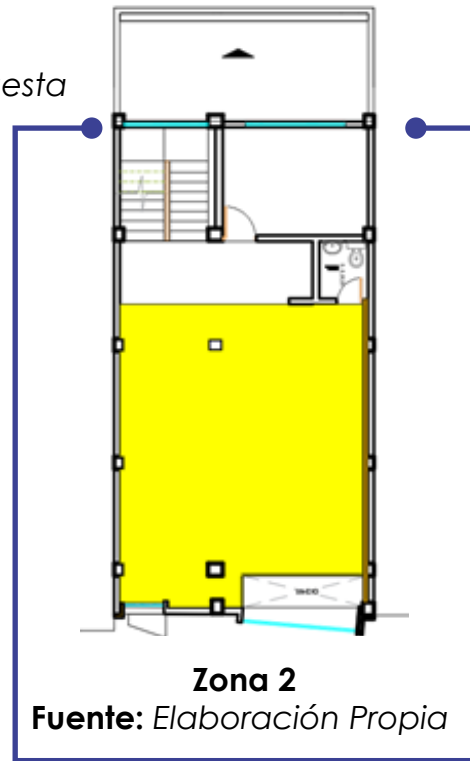


Estado Actual
 Segunda Planta Alta
Fuente: COAC Jardín azuayo



Propuesta
 Segunda Planta Alta
Fuente: Elaboración Propia

Zona 2; Propuesta



Vista 1, Zona 2
Fuente: *Elaboración Propia*

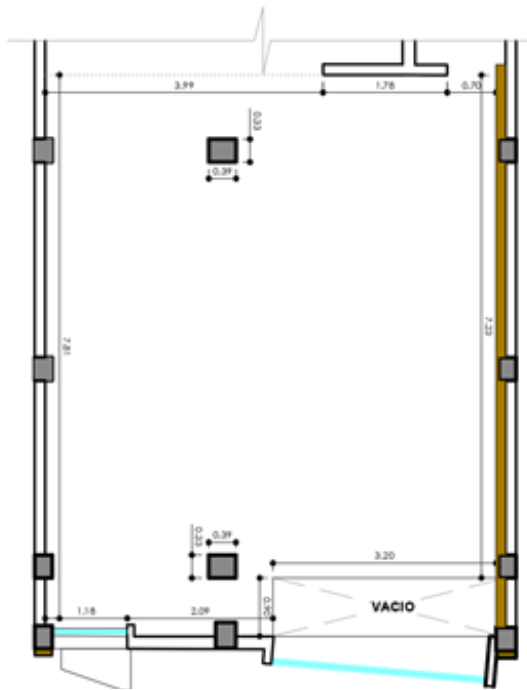


Vista 2, Zona 21
Fuente: *Elaboración Propia*

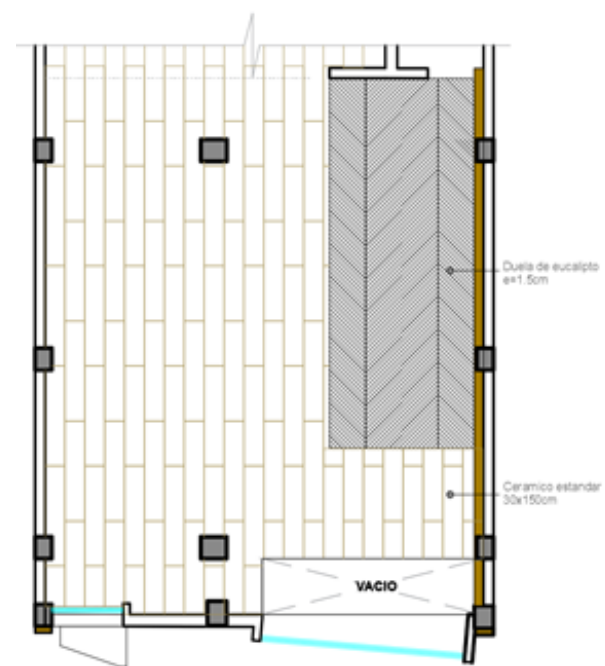


Vista 3 Zona 2
Fuente: *Elaboración Propia*

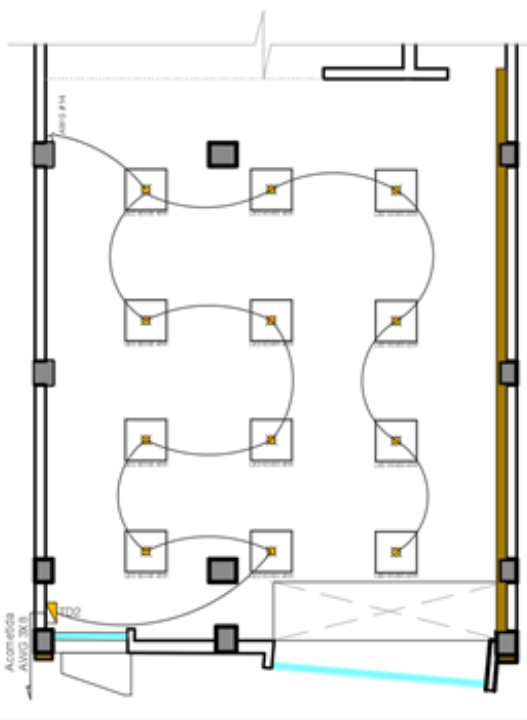
Zona 2 Planos y detalles



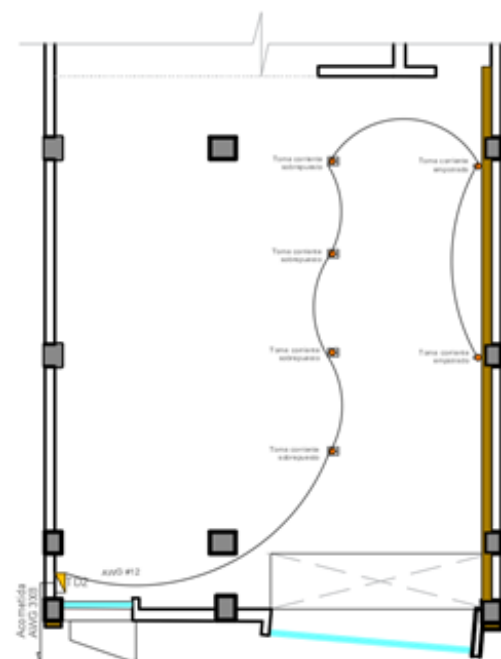
Planta Arquitectónica
Fuente: Elaboración Propia



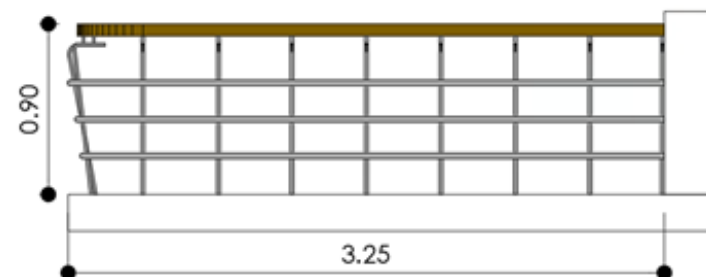
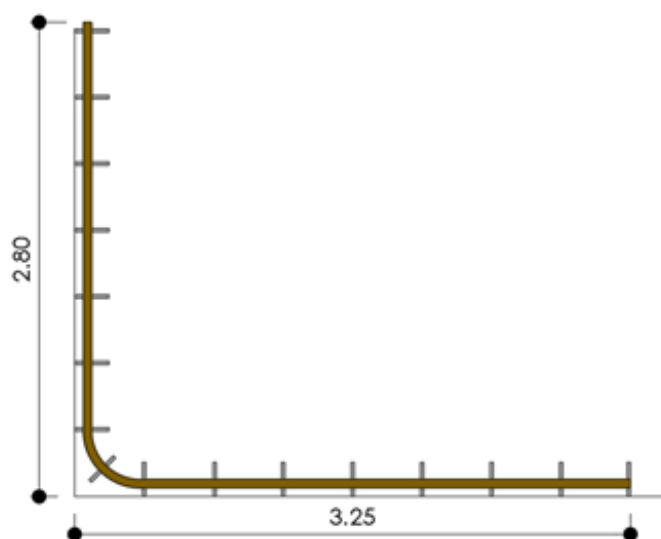
Planta Pisos,
Fuente: Elaboración Propia



Planta Iluminación
Fuente: Elaboración Propia

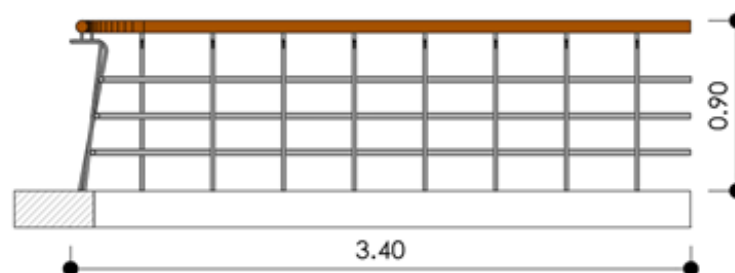
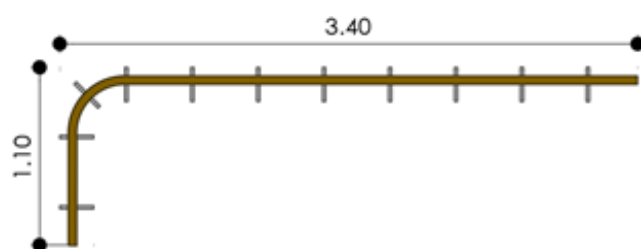


Planta Tomacorrientes
Fuente: Elaboración Propia



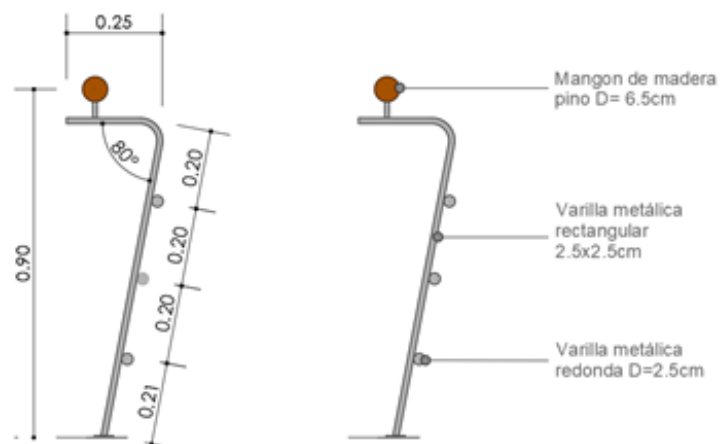
Barandal, Zona 1, 1era Planta alta

Fuente: Elaboración Propia



Barandal, Zona 2, 2dra Planta alta

Fuente: Elaboración Propia



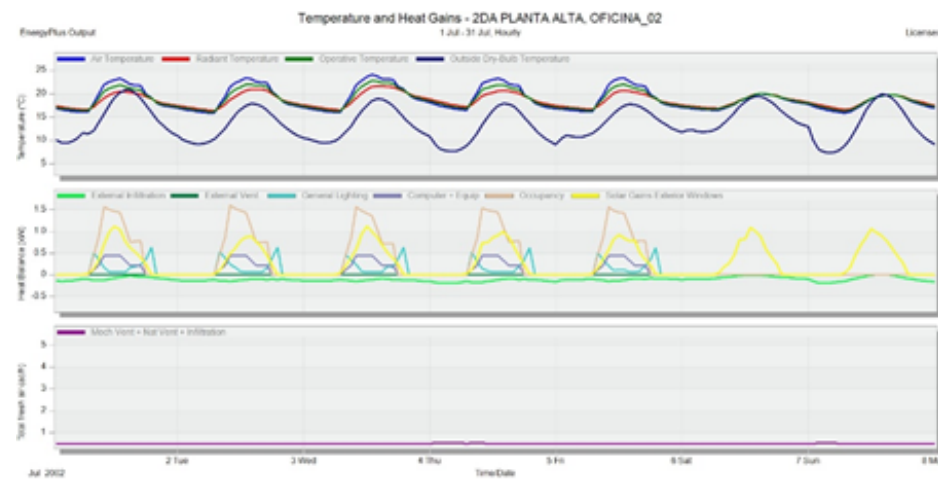
Detalle Barandal

Fuente: Elaboración Propia

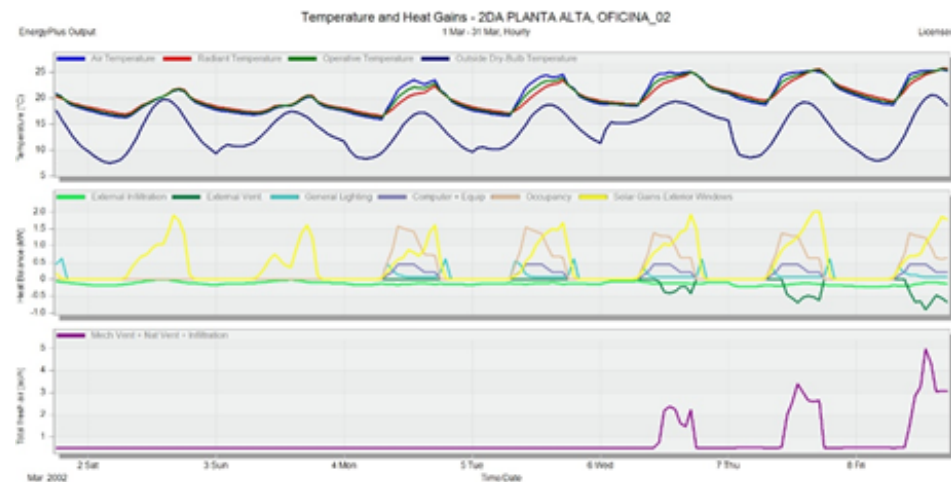
Zona 2_ Resultados

Análisis Térmico

Las estrategias aplicadas a este espacio generan un ligero aumento de temperatura con valores promedio diario que oscilan entre los 20 y 22 grados centígrados en el periodo de ocupación del edificio. Por otro lado, las ganancias térmicas del área acristalada se han reducido ligeramente, a valores promedio entre 0,5 a 0,7kwh, comprobando de esta manera la mejora generada al optimizar este material en la envolvente.



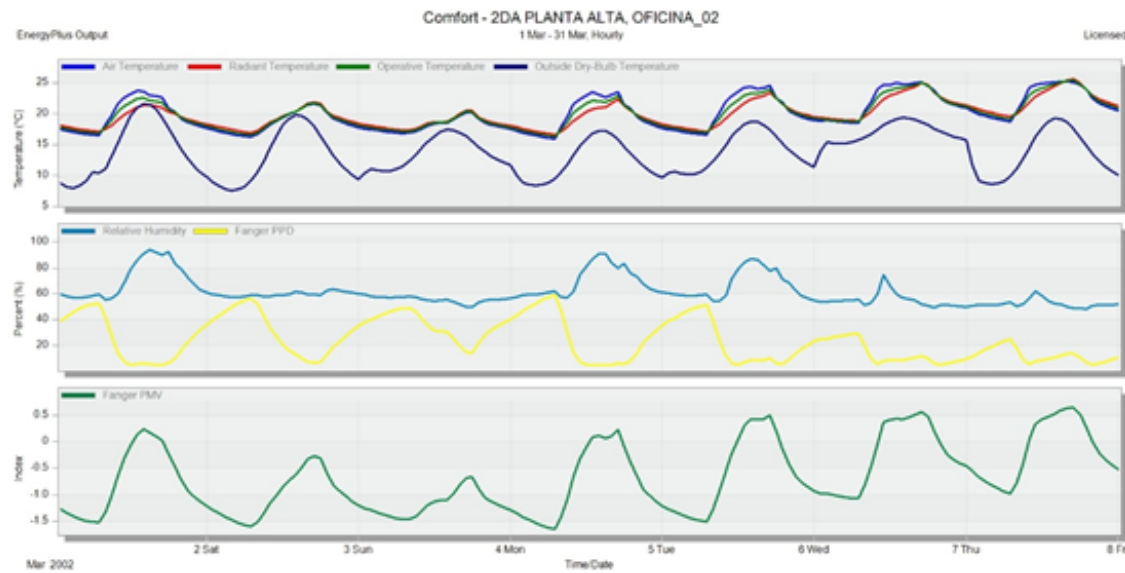
Fuente: *Elaboración Propia*



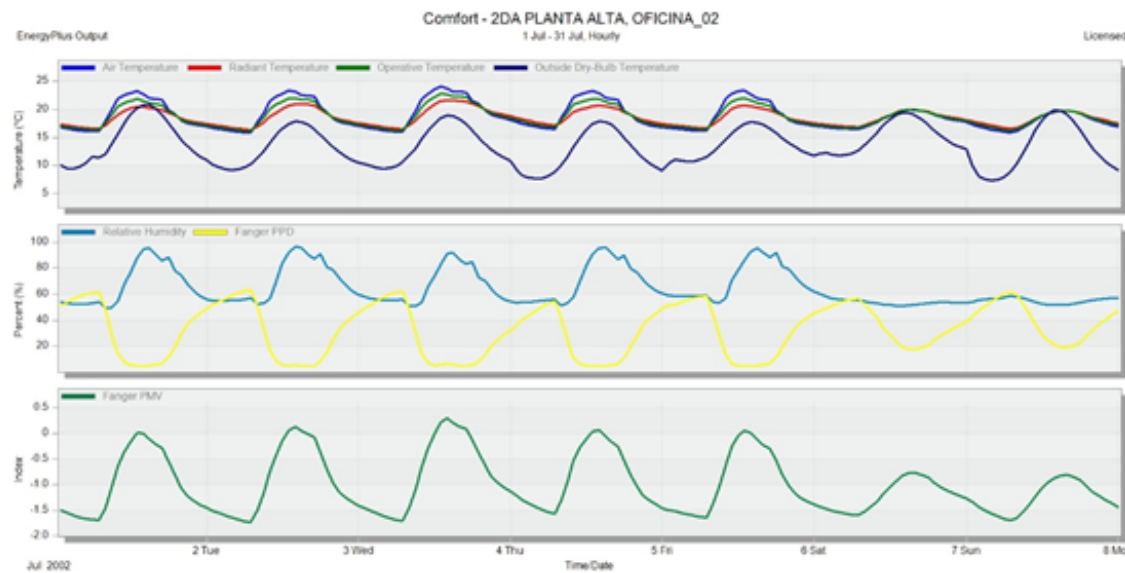
Fuente: *Elaboración Propia*

Análisis de Confort

En el periodo de ocupación de lunes a viernes se puede identificar que existe una ligera mejora en el índice PMV con valores cercanos a 0, en el periodo de ocupación del edificio. Sin embargo, existen días donde la temperatura en diferentes horas del día es inferior a los 20 grados lo que podría causar un ligero discomfort, el mismo que se ve reflejado en valores de -0.4 en el indicador PMV.



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

ZONA 3 APLICACION

Estrategias implantadas

Orientación de fachada
OF_02

Protección de fachadas
PF_03

Elección de elementos arquitectónicos
EA_01
EA_03
EA_05
EA_07

Renovación de aire
RA_01

Comprobación de resultados
CR_01



Vista exterior

Memoria descriptiva de intervención

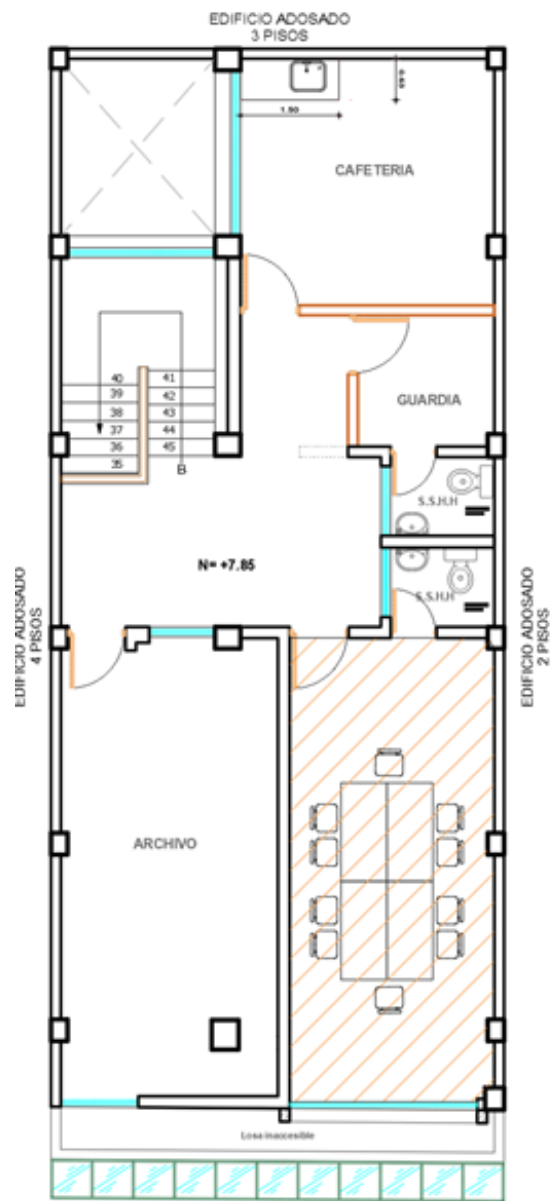
Se aplica la estrategia OF_02 al igual que en el resto de zonas, correspondiente a mejorar la orientación de la ventana para la mayor captación de ganancias solares, realizando un giro de 8 grados en relación Sur-Oeste, para que se posicione en la franja de orientación recomendada por la estrategia.

La zona 3, la cual está destinada para el uso de sala de reuniones, se opta por reforzar el muro lateral derecho, la cual está en contacto con el exterior mediante un muro adicional de ladrillo panelon con la finalidad de establecer los parámetros que corresponden a la estrategia PF_03, llamado muro de inercia, el mismo que ayudará a mejorar la transmitancia térmica en esta pared en contacto con el exterior y de la misma manera el confort dentro del espacio

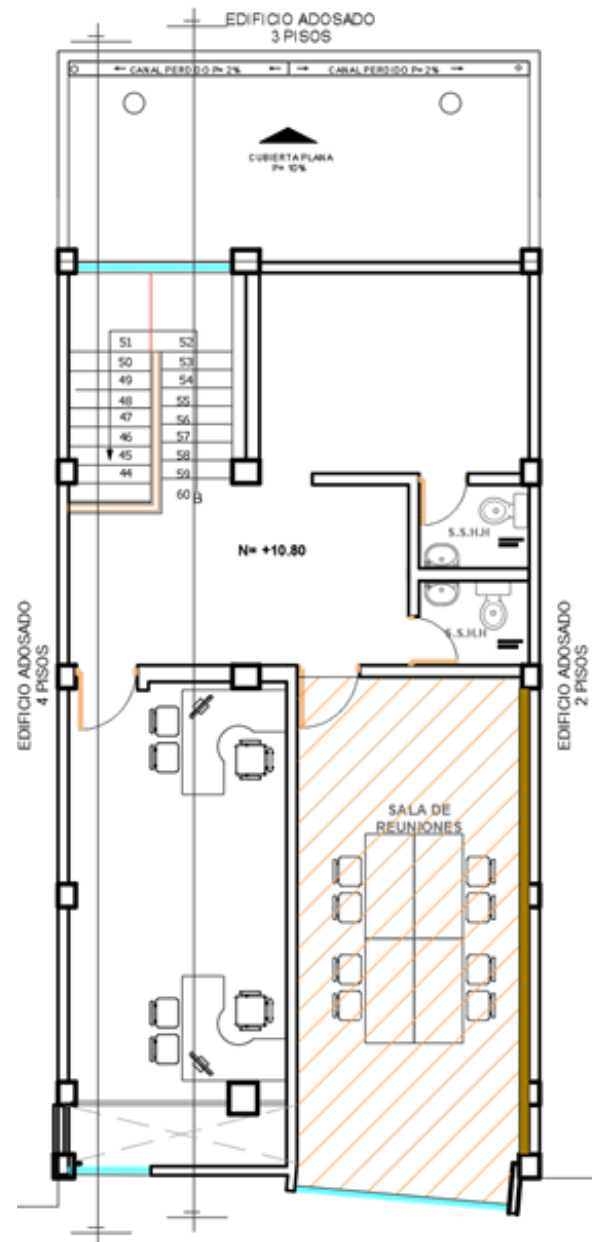
Para las estrategias de elección de elementos arquitectónicos se toma la decisión de adicionar el revestimiento de teja a la cubierta de fibrocemento existente de acuerdo a la estrategia EA_01, refuerzo de aislación térmica en pared frontal por medio de la estrategia EA_03.

Para aumentar los valores de aislación térmica al igual que en el resto de zonas se realiza el cambio de ventanería por un sistema de doble vidrio con cámara de aire de acuerdo a lo expuesto en la estrategia EA_05 y finalmente se realiza el cambio de revestimiento de pisos laminado por las estrategia EA_07 piso de madera de eucalipto conformado por tira de madera cámara de aire y losa existente.

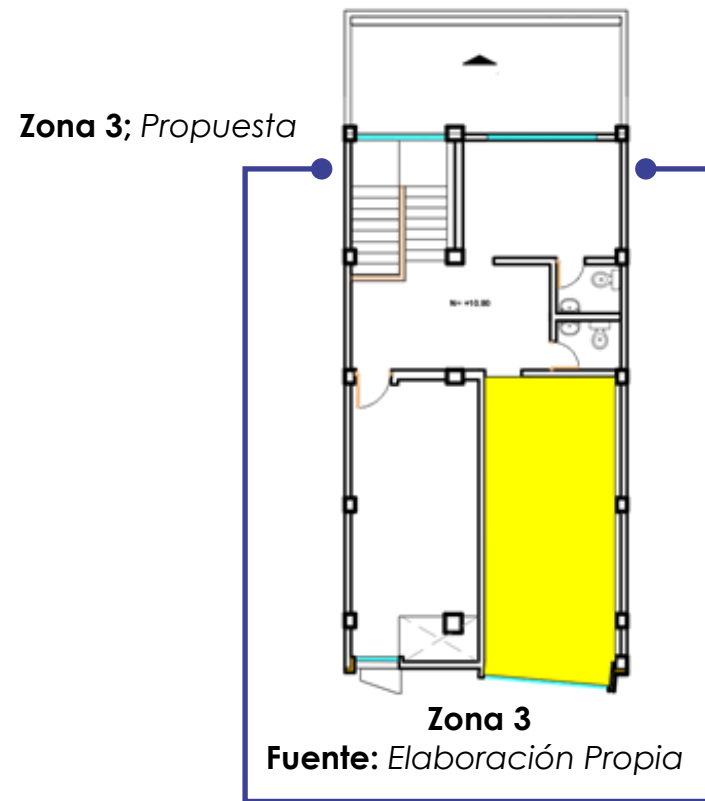
Se realiza la aplicación de comprobación de resultados mediante el software Designe Builder, CR_01



Estado Actual
Tercera Planta Alta
Fuente: COAC Jardín azuayo



Propuesta
Tercera Planta Alta
Fuente: Elaboración Propia



Vista 1, Zona 3
Fuente: *Elaboración Propia*

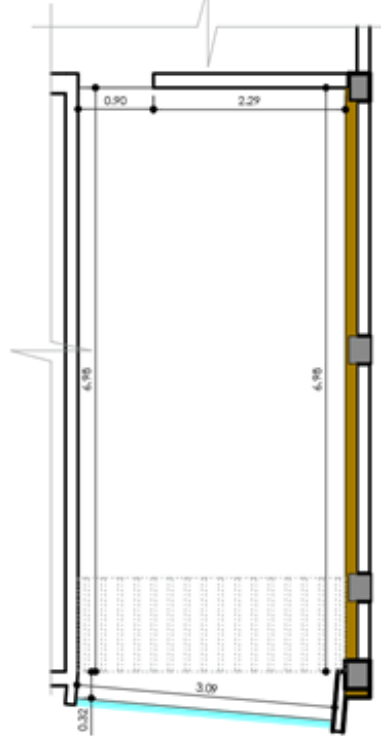


Vista 2, Zona 3
Fuente: *Elaboración Propia*

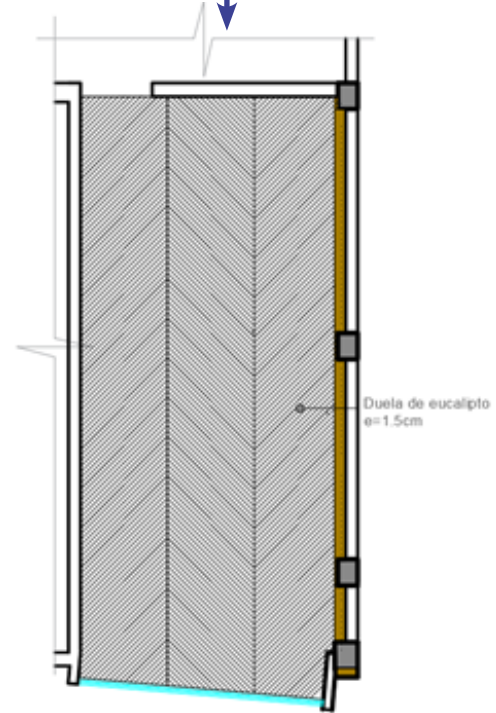


Vista 3 Zona 3
Fuente: *Elaboración Propia*

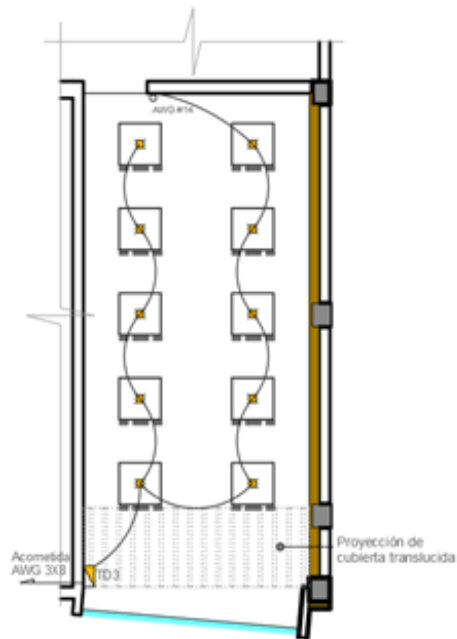
Zona 3 Planos y detalles



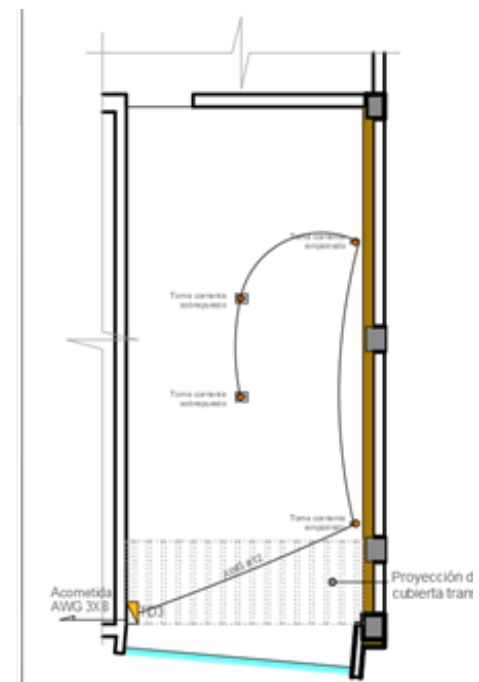
Planta Arquitectónica
Fuente: Elaboración Propia



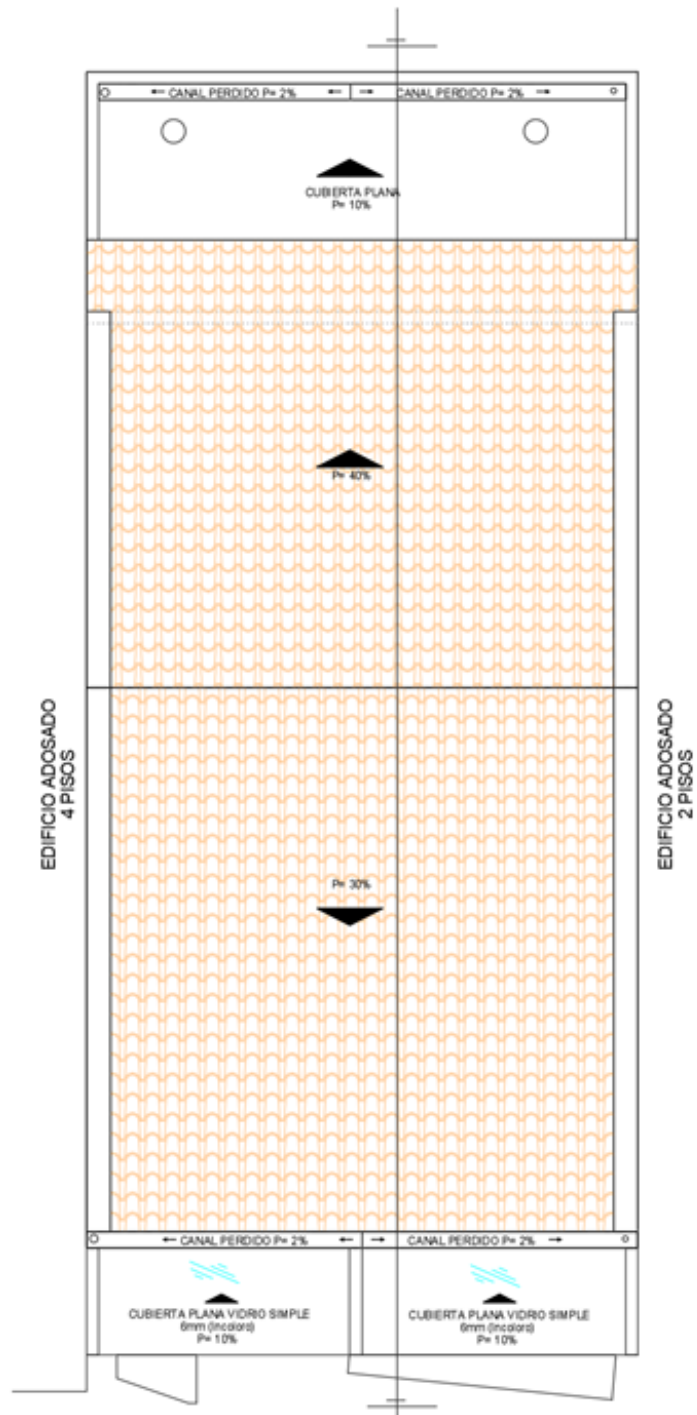
Planta Pisos,
Fuente: Elaboración Propia



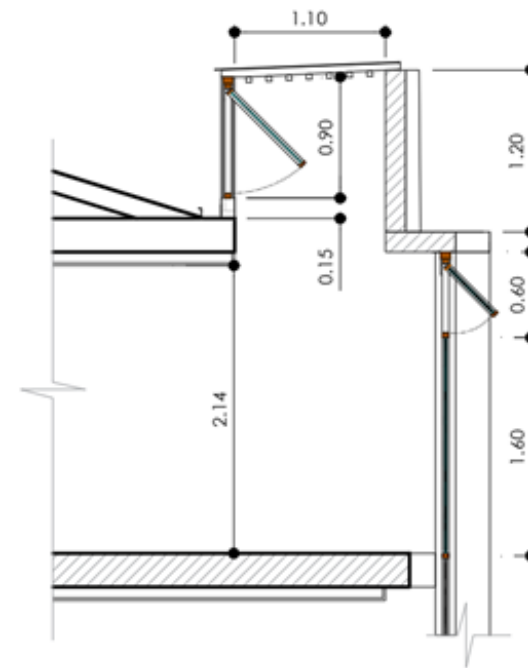
Planta Iluminación
Fuente: Elaboración Propia



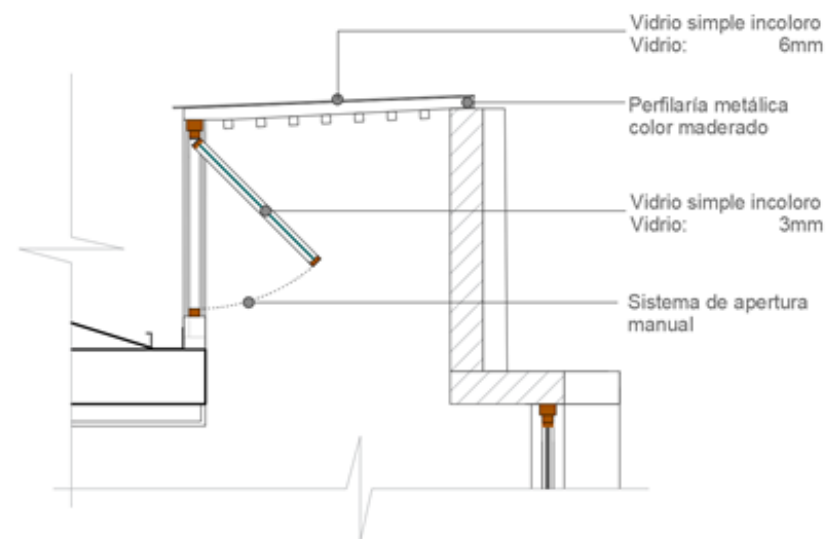
Planta Tomacorrientes
Fuente: Elaboración Propia



Planta Cubierta
Fuente: Elaboración Propia



Corte, Detalle Zona 3
Fuente: Elaboración Propia

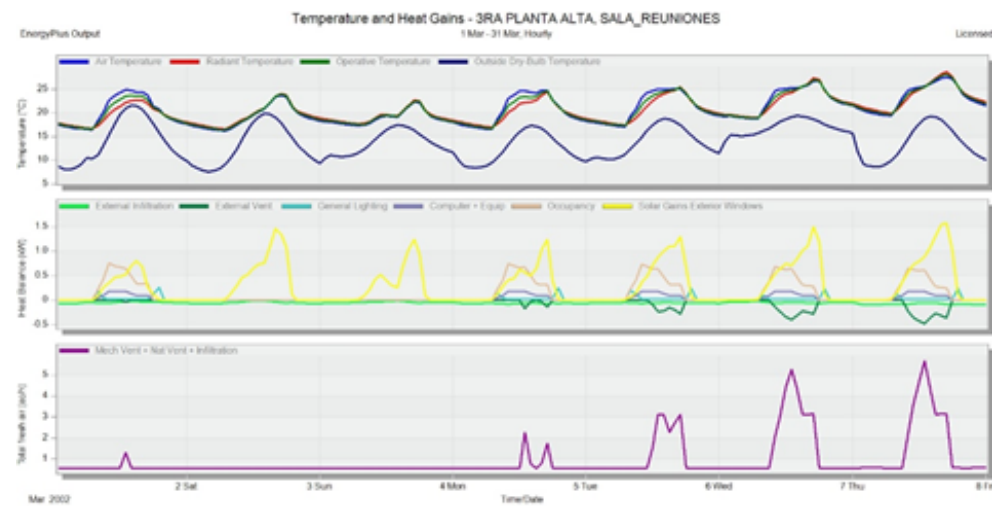


Detalle Cubierta de vidrio y sistema de ventilación, estrategia RA_01
Fuente: Elaboración Propia

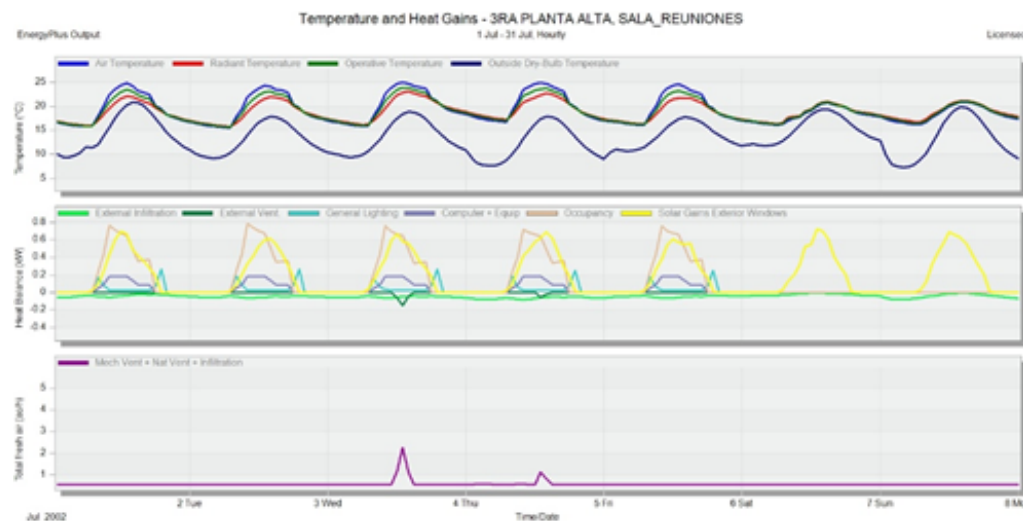
Zona 3_ Resultados

Análisis Térmico

Al comparar las temperaturas promedio obtenidas en este espacio en la etapa del diagnóstico y la propuesta se puede ver que existen temperaturas similares. Sin embargo, al analizar el espacio con las estrategias propuestas y considerar el comportamiento térmico en intervalos por horas, es posible concluir que existe menor variación de temperatura a lo largo del día teniendo así un ambiente interior más estable. Al igual que en los otros espacios las ganancias térmicas en el área acristalada han disminuido debido a la optimización de este material en la envolvente. A su vez, se identifica que la ventilación ayuda en las pérdidas térmicas necesarias cuando el espacio tiene una temperatura excesiva. En este caso alcanzando valores de -0.5kwh .



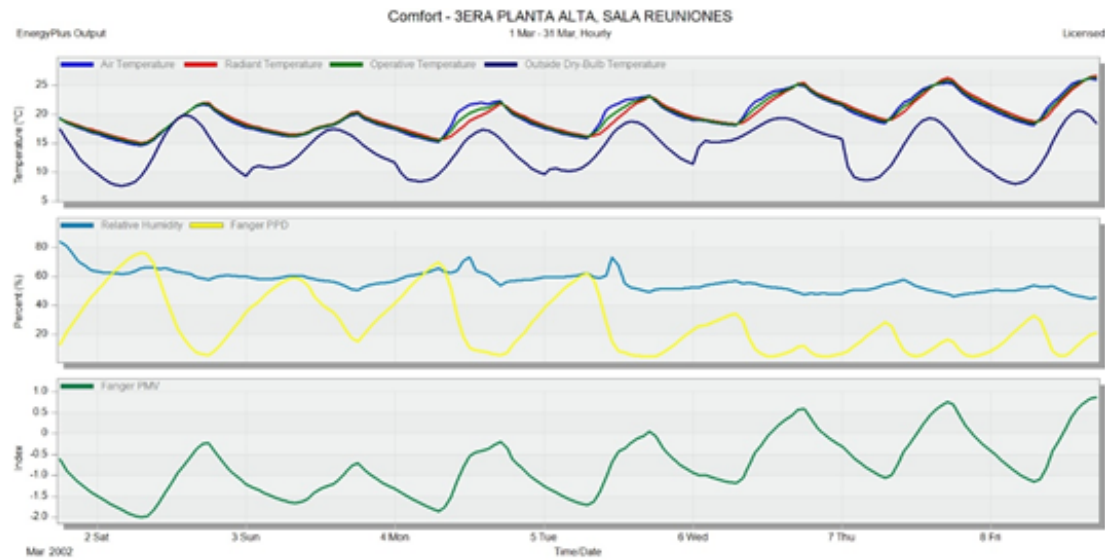
Fuente: *Elaboración Propia*



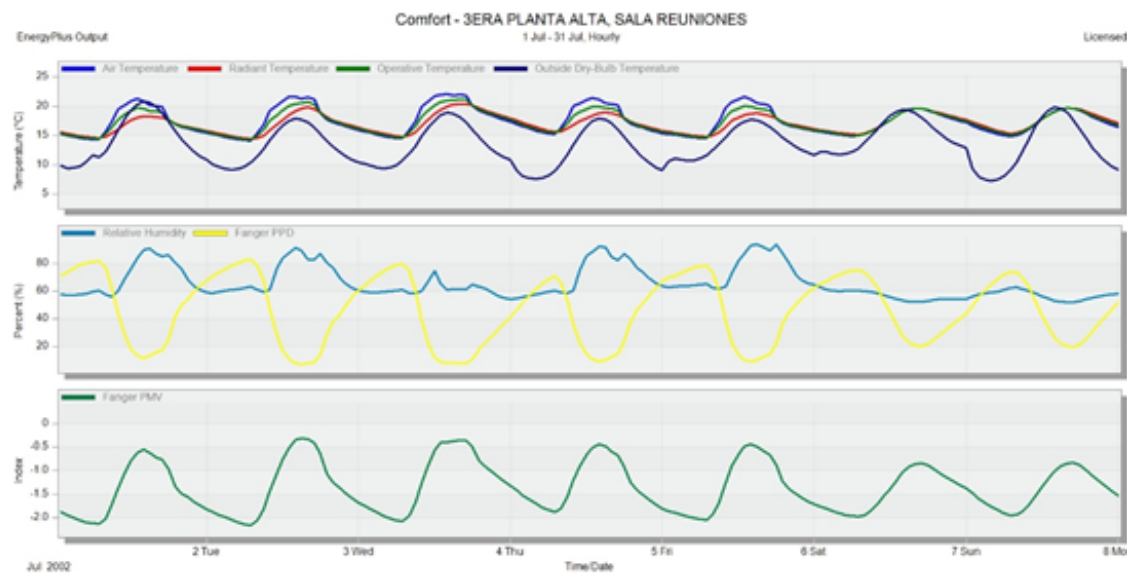
Fuente: *Elaboración Propia*

Análisis de Confort

Con el análisis de confort, que ha sido desarrollado mostrando resultados en intervalos por horas, se puede considerar que al existir menores variaciones de temperatura (en el periodo de ocupación del edificio), es posible identificar mayores periodos de confort a lo largo del día si comparamos a los valores en la simulación del edificio sin las estrategias.



Fuente: *Elaboración Propia*



Fuente: *Elaboración Propia*

“ **CONCLUSIONES** ”

El proceso investigativo que se ha elaborado en el presente proyecto ha presentado varias líneas de investigación que requieren una continuidad en su investigación ya que el confort térmico para espacios habitables según lo referido por la Teoría Fanger, puede llegar a valores ideales para evitar el menor porcentaje de insatisfechos en sus ocupantes y su sensación térmica llegue a ser la próxima a la estabilidad metabólica ideal, en periodos más largos ya que por las variantes climáticas externas y factores internos, estos valores no varíen en gran medida para la satisfacción térmica de los ocupantes.

Se evidencia una mejora de resultados de acuerdo al software Designe Builder, una vez ingresada la información tanto de materiales y realizada la modificación arquitectónica la cual ha mejora no solo el confort térmico del espacio sino también lo que respecta al confort lumínico y acústico de los espacios, lo cual evidencia que estrategias pasivas con enfoque sustentable convergen en una mejora integral de un espacio interior.

BIBLIOGRAFÍA

Arango Mendoza Juan José, Fernández Bastos María Andrea, Análisis energético de edificios industriales y empresariales, según lineamientos del sistema de certificación LEED a partir del uso de la herramienta AUTODESK ECOTECH ANALYSIS, 2013

Ayala S., Paola A.; Peña P., Miguel D, Análisis De La Inclusión Del Sistema De Liderazgo En Diseño Energético Y Ambiental, 2016

Becar E., Plan De Internacionalización De Idiem En Asesoría Para La Obtención De La Certificación En LEED En Perú, 2010

García Vinicio, Catalogo de imagen institucional COAC Jardín Azuayo, 2014

Godoy Muñoz Alonso, El confort térmico adaptivo; Aplicación en la edificación en España, 2012

Hernández Silveiro, Manejo sustentable del sitio en proyectos de arquitectura; criterios y estrategias de diseño, Quivera revista de estudios territoriales, México (2018)

Morales Adames Guillermo Alonso, García Álvarez María Consuelo, Problemas de confort Térmico en Edificios de Oficinas. Caso Estudio: Torre Colpatria en la Ciudad de Bogotá, 2012

Machuca Riveros Joseph, Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales, 2015

Macías J, Soriano G, Sanchez H y Canchingre, Assesment of solar reflectance of roofing assemblies of dwellings in Guayaquil, Ecuador, 2015

Morales L, Soto L., Evaluación del Confort Térmico y Lumínico en la Oficinas del Gobierno Provincial de Tungurahua, 2019

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 7730, Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar local (ISO 7730:2005, IDT), 2014

Organización de las Naciones Unidas (ONU), Oxford University, 1987

Prieto Alejandro, La apertura del Espacio de Trabajo, 2012

Rocha R, Construcciones sostenibles, materiales y certificaciones y LCA, 2012

Uribe Calderón Franz, Evaluación del Mejoramiento del Confort Térmico con la Incorporación de Materiales Sostenibles en Viviendas en Autoconstrucción en Bosa, Bogotá, Colombia, 2019

Zito Maximiliano, L ética del diseño sustentable, 2014

Autor:

Arq. Felipe Andrés Auquilla Gárate.

CUENCA-ECUADOR

2020