



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

**EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN EN LA AMAZONÍA DEL ECUADOR.
PROPUESTA ARQUITECTÓNICA DE UN CENTRO DE
INTERPRETACIÓN CULTURAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

AUTOR: ROMEL ALEXANDER MOROCHO PAQUI

DIRECTOR: MSc. ARQ. JEFFERSON TORRES QUEZADA

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN EN LA AMAZONÍA DEL ECUADOR. PROPUESTA
ARQUITECTÓNICA DE UN CENTRO DE INTERPRETACIÓN
CULTURAL

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

AUTOR: ROMEL ALEXANDER MOROCHO PAQUI

DIRECTOR: MSc. ARQ. JEFFERSON TORRES QUEZADA

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Romel Alexander Morocho Paqui portador de la cédula de ciudadanía N° 1950032340. Declaro ser el autor de la obra: “El impacto ambiental de los materiales de construcción en la Amazonía del Ecuador. Propuesta arquitectónica de un centro de interpretación cultural”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 01 de septiembre de 2022

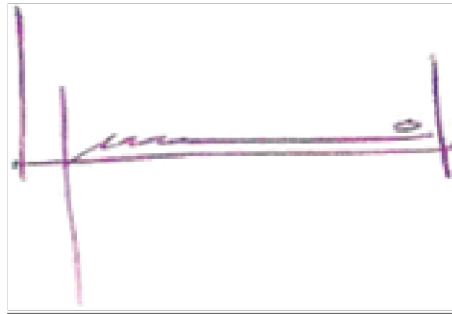


F:
Romel Alexander Morocho Paqui
1950032340

Certificación

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de ARQUITECTO con el título: "EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION EN LA AMAZONIA DEL ECUADOR. PROPUESTA ARQUITECTONICA DE UN CENTRO DE INTERPRETACION CULTURAL" ha sido elaborado por el Sr. **Romel Alexander Morocho Paqui**, mismo que ha sido realizado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

A handwritten signature in purple ink, enclosed in a thin black rectangular border. The signature is stylized and appears to read 'Jefferson Torres Quezada'.

ARQ. JEFFERSON TORRES QUEZADA

Dedicatoria

Este proyecto de grado se lo dedico primeramente a Dios por haberme acompañado en mi ciclo de estudio y permitido terminar con mi carrera profesional, dándome sabiduría y salud para poder lograr mi meta planteada. Este logro también se lo dedico a mi hija Kayli Sofia Morocho quien ha sido mi principal motivación y el empuje para seguir firme hacia adelante, a mis padres Manuel y Laudina que fueron parte fundamental y siempre estaban apoyándome económica y emocionalmente a lograr el sueño anhelado, a mis hermanas y hermanos quienes han estado conmigo incondicionalmente apoyándome en todo momento.

Agradecimientos

Agradezco infinitamente al Gobierno Nacional de la República del Ecuador que a través de la Senescyt me otorgaron una beca que me permitió comenzar y culminar mis estudios en este prestigioso centro de educación superior, también mi reconocimiento inmenso a todos los docentes que me acompañaron en el proceso de formación profesional, de manera especial a mi tutor de tesis; Arq. Jefferson Torres Q. A toda mi familia, que me apoyó a lo largo de toda mi carrera. Por último, a todas las personas que han sido parte de este proceso, en especial a mis amigos: Marco, Karla y Daniel quienes estuvieron conmigo apoyándome de muchas maneras en el desarrollo de este proyecto.

Resumen

La industria de la construcción ha generado gran impacto ambiental conllevado por la fabricación y el uso materiales de construcción. Progresivamente se han implementado en el mercado nuevos productos sintéticos, que emplean grandes cantidades de energía para su elaboración. Con frecuencia estos materiales tienen la intención de “modernizar” la arquitectura, no obstante, muchas veces estas inserciones buscan solventar caprichos estéticos de usuarios o constructores.

En el primer capítulo se realiza una investigación bibliográfica de manera global y posteriormente a nivel del territorio. En este contexto, el Ecuador ha adoptado sistemas constructivos importados, sin fundamento térmico y mucho menos ambiental, como consecuencia se han perdido las construcciones vernáculas y tradicionales que se caracterizan dentro de cada región del país.

En el segundo capítulo se realiza un análisis de los sistemas constructivos en la Amazonía desde el año 1980 hasta el año 2020, los resultados permiten conocer la cantidad de Energía Incorporada que se ha utilizado en este periodo de tiempo. Esta zona también ha sufrido el proceso de globalización en los procesos de construcción, por tal motivo se ha estimado diseñar un Centro de Interpretación Cultural apuntando a la reducción de Energía Incorporada.

Posteriormente, en el capítulo 3 se realiza un análisis del lugar donde se implanta la propuesta. Finalmente, en el último capítulo se presenta una propuesta arquitectónica sustentada en tres aspectos principales; funcional, formal y tecnológico. Además, a través del cálculo estadístico de Energía Incorporada se obtiene el ante-proyecto con un impacto ambiental 80 % menor a una construcción normal.

Palabras clave: energía incorporada, confort térmico, materiales de construcción

Abstract

The construction industry has resulted in significant environmental impact due to the manufacture and use of construction materials. New synthetic products, which use large amounts of energy for production, have been progressively implemented in the market. Frequently, these materials are intended to "modernize" the architecture. Nonetheless, these insertions often seek to solve the aesthetic whims of users or builders.

In the first chapter, literature research is conducted globally and then at the territorial level. Ecuador has adopted imported construction systems with no thermal and much less environmental basis in this context. Consequently, the vernacular and traditional constructions that characterize each region of the country have been lost.

In the second chapter, an analysis of the construction systems in the Amazon region from 1980 to 2020 is made. The results allow knowing the amount of embodied energy utilized in this period. This area has also suffered the process of globalization in the construction processes, so it has been estimated to design a Cultural Interpretation Center aiming at the reduction of Embodied Energy.

Subsequently, in chapter 3, an analysis of the place where the proposal is implemented is made. Finally, the last chapter presents an architectural proposal based on three main aspects: functional, formal, and technological. In addition, through the statistical calculation of Embodied Energy, the preliminary project is obtained with an environmental impact 80% lower than regular construction.

Keywords: embodied energy, thermal comfort, construction materials

Índice de Contenidos

Declaración	I
Certificación	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Resumen	V
Abstract	VI
Índice de Contenidos	VII
Lista de Figuras	X
Lista de Tablas	XVII
Introducción	1
Problemática	3
Objetivos	5
Justificación	6
Metodología	7
1. EL CAMPO DE LA CONSTRUCCIÓN COMO CENTRO DE DESARROLLO MUNDIAL	8
1.1. Contexto de la construcción a nivel mundial	8
1.1.1. Contexto de la construcción en América Latina	10
1.1.2. Contexto de la construcción en el Ecuador	11
1.2. Arquitectura sostenible y sus fundamentos	13

1.3.	Eficiencia energética	20
1.3.1.	Eficiencia energética en el Ecuador	25
1.3.2.	Eficiencia energética en la Amazonía	27
1.4.	Materiales	29
1.4.1.	Materiales en el Ecuador	30
1.4.2.	Materiales en la Amazonía	31
1.4.3.	Materiales y su energía incorporada	32
1.5.	Resumen del capítulo	34
2.	EL CAMBIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y LA ENERGÍA INCORPORADA EN LA AMAZONÍA	35
2.1.	Perspectiva de la evolución de la energía incorporada a nivel del Ecuador	35
2.2.	Cambio de los sistemas constructivos en la Amazonía	39
2.3.	Evolución de la Energía Incorporada en las edificaciones de la Amazonia	41
2.3.1.	Análisis por componentes	41
2.3.2.	Análisis total de las viviendas (P1-P2-P3-P4)	79
2.3.3.	Resultado del capítulo	83
3.	CONTEXTO FÍSICO Y MORFOLÓGICO DEL LUGAR	85
3.1.	Análisis del lugar	85
3.1.1.	General	87
3.1.2.	Cultural	92
3.1.3.	Urbano	100
3.2.	Análisis climático de la ciudad de Yacuambi	107
3.3.	Análisis de los materiales de la zona	112
3.4.	Análisis del sitio de intervención	117
3.5.	Resumen del capítulo	121
4.	PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	122
4.1.	Programa arquitectónico	123
4.2.	Criterios de confort término y criterios de energía incorporada	124
4.3.	Propuesta funcional	126
4.4.	Propuesta formal	134
4.5.	Propuesta tecnológica	142
4.6.	Resultados de la Energía Incorporada de la Propuesta	147

Conclusiones	154
Recomendaciones	156
Referencias bibliográficas	157
Referencias	157
Anexos	162

Lista de Figuras

1.1. Fábricas en la era de la industrialización de los años 60	8
1.2. Estudio comparativo de seis materiales de construcción con mayor demanda en América Latina	11
1.3. Viviendas vernáculas tradicionales	12
1.4. Viviendas vernáculas tradicionales en la Amazonía	13
1.5. Mayores emisores de gases de efecto invernadero en el mundo	14
1.6. Producción de energía alternativa a escala global	17
1.7. Crecimiento de la capacidad de energía eólica en los principales países del mundo	17
1.8. Capacidad de energía solar en los 10 principales países del mundo	18
1.9. Consumo energético a escala global por sectores	20
1.10. Confort térmico recomendado	24
1.11. Confort térmico en función de la temperatura del aire y la velocidad del aire	25
1.12. Consumo energético por sector en el Ecuador	26
1.13. Índice de energía eléctrica por región	28
1.14. Consumo eléctrico por provincia en la región amazónica	28
1.15. Consumo eléctrico en la región amazónica	29
1.16. Materiales con mayor demanda en el Ecuador	30
1.17. Materiales con mayor demanda en la Amazonía Ecuatoriana	32
2.1. Análisis de la estructura, envolvente y acabados de cuatro periodos de estudio en Cuenca-Ecuador	36
2.2. Gráfico comparativo de la estructura, envolvente y acabados de los cuatro periodos de estudio en Cuenca-Ecuador	37

2.3. Análisis de la envolvente de las construcciones en el Ecuador en los años 1990-2010	37
2.4. Análisis de los pisos de las construcciones en el Ecuador en los años 1990-2010	38
2.5. Análisis de las cubiertas de las construcciones en el Ecuador en los años 1990-2010	38
2.6. Análisis de las construcciones en la Amazonía ecuatoriana (1990-2010) . . .	40
2.7. Análisis del cambio de materiales de construcción en la Amazonía	40
2.8. Macrolocalización del cantón Yacuambi	42
2.9. 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la casa Montaña	42
2.10. a) Planos de planta baja. b) Planos de planta alta. c) Sección constructiva	43
2.11. Casa Montaña	44
2.12. Análisis de la Energía incorporada de los tres elementos principales en la Casa Montaña	45
2.13. Análisis de los componentes de la estructura	46
2.14. (1) Peso del material. (2) Energía incorporada por unidad de peso	46
2.15. Energía incorporada total por material	47
2.16. Elementos de envolvente en la casa Montaña	48
2.17. (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso	48
2.18. Energía incorporada total de la envolvente	49
2.19. Elementos de los acabados en la Casa Montaña	50
2.20. Peso del materia y Energía Incorporada (EI) por unidad de peso	50
2.21. Energía Incorporada por cada material dentro de la componente de acabados	51
2.22. Macrolocalización del cantón Yacuambi	52
2.23. 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la casa Seas . .	52
2.24. a) Planos de planta baja. b) Planos de planta alta. c) Sección constructiva	53
2.25. Casa Seas	54
2.26. Análisis de la Energía Incorporada en la Casa Seas	55
2.27. Análisis de la EI en los elementos de la estructura	56
2.28. 1) Peso del material. (2) Energía incorporada por unidad de peso	56
2.29. Energía incorporada total por cada material en la estructura	57

2.30. (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso	58
2.31. (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso	58
2.32. Energía incorporada final de la envolvente	59
2.33. Elementos de los acabados	60
2.34. Peso del material y Energía Incorporada de los acabados	60
2.35. Energía incorporada final de la componente acabados	61
2.36. Macrolocalización del cantón Yacuambi	62
2.37. 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la casa Seas . .	62
2.38. a) Planos de planta baja. b) Planos de planta alta. c) Sección constructiva	63
2.39. Casa Morocho	64
2.40. Análisis de la Energía Incorporada en la Casa Seas	65
2.41. Análisis de la EI en los elementos de la estructura	65
2.42. (1) Peso del material. (2) Energía incorporada por unidad de peso	66
2.43. Energía incorporada total por cada material en la estructura	66
2.44. Elementos dentro de la componente	67
2.45. (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso	67
2.46. Energía incorporada final de la envolvente	68
2.47. Elementos de los acabados y el porcentaje de incidencia dentro de la edifi- cación	69
2.48. a) Peso del material y b) EI por unidad de peso dentro de los acabados . .	69
2.49. Energía incorporada final de la envolvente	70
2.50. Macrolocalización del cantón Yacuambi	71
2.51. 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la Casa Poma .	71
2.52. a) Planos arquitectónicos de la Casa Poma b) Sección constructiva	72
2.53. Casa Poma	73
2.54. Análisis de la Energía Incorporada en el periodo 3	74
2.55. Elementos de la estructura	74
2.56. (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso	75
2.57. Energía incorporada de cada material dentro de la componente de estructura	75

2.58. Elementos de la Envolvente	76
2.59. (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso	76
2.60. Energía incorporada final de la envolvente	77
2.61. Elementos analizados dentro de la componente de los acabados	78
2.62. a) Peso del material, b) Energía Incorporada por unidad de peso	78
2.63. Energía incorporada final de los acabados	79
2.64. Análisis comparativo de la estructura en los periodos P1-P2-P3-P4	80
2.65. Análisis comparativo de la envolvente en los periodos P1-P2-P3-P4	81
2.66. Análisis comparativo de los acabados en los periodos P1-P2-P3-P4	82
2.67. Análisis comparativo general de las edificaciones en los periodos: P1-P2- P3-P4	82
3.1. Cabecera cantonal de Yacuambi	85
3.2. Primera imagen de la cabecera cantonal de Yacuambi	86
3.3. Ubicación del cantón Yacuambi	87
3.4. Principales actividades económicas en el cantón Yacuambi	90
3.5. Cultura Shuar en el cantón Yacuambi	93
3.6. Símbolo del tigre	93
3.7. Símbolo de la serpiente	94
3.8. Símbolo del lagarto	94
3.9. Símbolo del caracol	95
3.10. Significado del Dios Arutam	95
3.11. Vivienda del pueblo Shuar	96
3.12. Saraguros del cantón Yacuambi	97
3.13. Chakana (cruz andina)	98
3.14. Tayta Inty y Mama Killa (Sol y Luna)	98
3.15. Vivienda del pueblo Saraguro	99
3.16. Pueblo mestizo en el cantón Yacuambi	100
3.17. Topografía general en la cabecera cantonal de Yacuambi	101
3.18. Vías y accesibilidad en el cantón Yacuambi	102

3.19. Agua potable y alcantarillado sanitario en el cantón Yacuambi	103
3.20. Infraestructura pública del cantón Yacuambi	104
3.21. Uso de suelo en el cantón Yacuambi	105
3.22. Flujo peatonal en el cantón Yacuambi	106
3.23. Análisis mensual de la temperatura del cantón Yacuambi	107
3.24. Análisis anual de la humedad relativa en el cantón Yacuambi	109
3.25. Análisis de la dirección de los vientos en el cantón Yacuambi	109
3.26. Análisis anual de las precipitaciones en el cantón Yacuambi	110
3.27. Ábaco Psicométrico del cantón Yacuambi	112
3.28. Explotación de madera en la Amazonía	113
3.29. Fábrica Torres en el cantón Yacuambi	114
3.30. Tipos de ladrillo más producidos en la fábrica de ladrillos Torres	114
3.31. Áridos pétreos y minerales en la provincia de Zamora Chinchipe	115
3.32. Muestra de feldespató	116
3.33. Ficha catastral del predio	117
3.34. Flujos peatonales en el sitio de intervención	118
3.35. Tipo de vías en el sitio de intervención	118
3.36. Sitio de intervención y sección longitudinal A-A' del terreno	119
3.37. Entorno inmediato	120
4.1. Estrategias para el confort térmico.	125
4.2. Trayectoria solar y orientación.	125
4.3. Materiales de construcción implementados	126
4.4. Puntos estratégicos	127
4.5. Idea rectora de la circulación	127
4.6. Franja de protección, visuales y nodos dentro de la propuesta arquitectónica	128
4.7. Emplazamiento general del proyecto	129
4.8. Emplazamiento general del proyecto.	130
4.9. Planta arquitectónica del bloque 1 de exposición permanente.	131

4.10. Planta arquitectónica del bloque 2 de exposición temporal	132
4.11. Planta baja del mirador y zona de exposición gastronómica	133
4.12. Planta arquitectónica del mirador	134
4.13. Propuesta formal del proyecto	135
4.14. Diseño de pavimentos	135
4.15. Diseño de acceso principal	136
4.16. Vista de la plaza y área de exposiciones	136
4.17. Vista aérea en sentido sur-norte del C.I.C del cantón Yacuambi	137
4.18. Vista frontal del museo de exposición permanente desde el auditorio al aire libre	138
4.19. Vista aérea en sentido norte-sur.	139
4.20. Vista panorámica desde el mirador	140
4.21. Perspectiva interna del área de exposición permanente	141
4.22. Perspectiva interna del área de exposición temporal desde el vestíbulo principal	141
4.23. Alzando frontal del área de exposición permanente.	142
4.24. Sección transversal	142
4.25. Sección longitudinal y alzado del proyecto	143
4.26. Sección constructiva con muro de contención.	144
4.27. Anclaje mediante placa tipo “U”.	144
4.28. Sección constructiva de los bloques A y B.	145
4.29. Anclaje mediante placa tipo cuchilla.	145
4.30. Anclaje de madera y hormigón.	146
4.31. Detalle arquitectónico del espejo de agua.	146
4.32. Análisis de la EI del C.I.C Yacuambi.	147
4.33. Análisis de la EI en los elementos de la estructura.	148
4.34. Peso del material y EI por unidad de peso.	148
4.35. Energía incorporada total por cada material en la estructura.	149
4.36. Elementos dentro de la componente	149

4.37. Peso del material y EI por unidad de peso.	150
4.38. Energía incorporada final de la envolvente.	150
4.39. Elementos de los acabados y el porcentaje de incidencia dentro de la edificación.	151
4.40. a) Peso del material y b) EI por unidad de peso dentro de los acabados. . .	151
4.41. Energía incorporada final de la envolvente.	152
4.42. Análisis comparativo general de las edificaciones en los periodos: P1-P2-P3-P4 y el C.I.C del cantón Yacuambi.	153

Lista de Tablas

1.1. Países con mayor demanda de construcción en el año 2013.	9
1.2. Cantidad de materiales producido en toneladas en América latina.	10
1.3. Técnicas de uso eficiente del agua.	16
1.4. Análisis del ciclo de vida de los materiales de construcción.	19
1.5. Consumo energético y emisiones de CO ₂ en el campo de la construcción de los principales países y regiones del mundo.	21
1.6. Normativas internacionales vigentes.	22
1.7. Componentes para evaluar la eficiencia energética.	22
1.8. Demanda energética actual y proyección al futuro.	27
1.9. Energía incorporada y emisiones de CO ₂ en materiales principales de construcción.	33
2.1. Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Montaña.	51
2.2. Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Seas.	61
2.3. Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Morocho.	70
2.4. Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Poma.	79
3.1. Delimitación del cantón Yacuambi.	88
3.2. Demografía del cantón Yacuambi.	88
3.3. Autoidentificación según cultura y costumbres.	89
3.4. Población por grupos de edad	89
3.5. Principales sectores generadores de empleo en el cantón Yacuambi	91
3.6. Cuadro de humedad relativa anual del cantón Yacuambi.	108
3.7. Descripción de la insolación: difusa, directa u global en Zamora Ch.	111
3.8. Descripción de la fauna natural en el cantón Yacuambi.	113

3.9. Cuadro de medidas del ladrillo.	115
4.1. Programación y áreas del C.I.C. del cantón Yacuambi.	124

Introducción

La energía consumida a nivel mundial dentro del campo de la construcción va aumentando paulatinamente, estadísticamente cada año se incrementa el 1.5 %. El sector de la construcción es responsable de mover un 10 % de los recursos económicos a escala global. De este porcentaje, el 90 % es destinado al sector residencial. Además, es el encargado de movilizar la mitad de todos los recursos naturales en el planeta. Por lo tanto, se pone en duda la sostenibilidad de esta actividad por su alto impacto en el ambiente. Por otro lado, el sector industrial es el principal consumidor de energía en la producción de material y emisiones de carbono ([Castells, 2012](#)).

Dentro de América latina, las primeras construcciones tienen origen en Perú, un país que tiene más historia debido a un sinnúmero de asentamientos y pueblo milenarios que emergieron dentro de este territorio, una de las ciudades más grandes construidas en piedra y barro llamada Chan Chan y la Ciudad de Caral, ambas civilizaciones en sus construcciones muestran un estudio minucioso de los materiales previo a la elaboración de sus viviendas, tenían un amplio conocimiento sobre la materia prima alcanzada desde esa época se aplicaba a manera aislante térmico para contrarrestar el clima frío de los páramos andinos ([Castillo Cisneros, 2016](#)).

El sector ecuatoriano de la edificación ha mostrado significativos adelantos en los últimos años y ha impactado elocuentemente al progreso nacional, es preciso hacer énfasis a las construcciones considerando desde dos puntos de vista disímiles, por una parte, en la zona rural las villas poseen una arquitectura más limpia y sostenible, por otro lado, en el sector urbano no sucede lo mismo, las edificaciones poseen alto nivel de energía incorporada, desde el surgimiento de la tecnología del hormigón armado, construcciones a base de piedra de cantera, canto rodado, vidrio, metal, entre otros, proveyendo una arquitectura con un peligroso impacto ambiental ([Ortega Zuñiga, 2017](#)).

Se debería cambiar la ideología de esperar a que exista una emergencia causada por eventos naturales para tomar acciones, es necesario incorporar la sostenibilidad como una forma de prevención a las diferentes dificultades que se pueden presentar; un claro ejemplo son los desastres causados por la naturaleza. Por otra parte, se debe incorporar soluciones ante estos fenómenos para de esta forma hacer frente a los inconvenientes que se pueden presentar dentro del campo constructivo. ([Ortega Zuñiga, 2017](#)).

El tema de la sostenibilidad es la base fundamental para el desarrollo del trabajo de titulación que ha sido estructurado por capítulos que parten desde las conceptualizaciones hasta llegar a un resultado, de esta manera se pretende relacionar la construcción, el medio ambiente y la ecología con la visión de brindar un estilo de vida mejor para las personas que habitan en las edificaciones ([Cabrera Jara et al., 2016](#)). En lo conceptual, trata

resolver los problemas ambientales, sociales, económicos y técnicos, en otros términos, para lograr un proyecto arquitectónico limpio, autosustentable y de bajo impacto ambiental. Es necesario también considerar, los eventos naturales como: tormentas, deslaves, sismos y terremotos son un punto importante a resolver debido a que el Ecuador está ubicado dentro del anillo de fuego por lo que las actividades sísmicas son recurrentes (Lecca Díaz y Prado Canahuire, 2019).

Se plantea realizar el diseño estratégico un proyecto para un centro de interpretación intercultural para el cantón Yacuambi, este proyecto se basa en dos aspectos fundamentales, selección de materiales y confort térmico de los usuarios, además se busca generar una solución constructiva basada en la reducción de energía incorporada en los elementos empleados dentro de una edificación.

Finalmente, los resultados conseguidos dentro del trabajo serán evidenciados en el capítulo de conclusiones y recomendaciones donde se arrojarán los resultados obtenidos en base a la evaluación de los materiales y técnicas constructivas implementados en el proyecto, aquellos que se adapten mejor a la región con clima y ubicación geográfica propia, de esta manera se plantea obtener un anteproyecto impulsado por una arquitectura basada en los principios de ecología con bajo impacto ambiental.

Problemática

El hombre ha buscado siempre un lugar donde refugiarse, desde sus inicios ha construido espacios donde se pueda proteger de los agentes externos, además de convertirse en un espacio donde puede reposar con plena seguridad ante las inclemencias del tiempo. Cuando se habla de construcción ecológica y sustentable se hace referencia a los diferentes métodos que permitan aprovechar los materiales y medios que existen en la zona tratando de minimizar el impacto negativo durante el proceso de edificación, reducir costos de construcción y mantenimiento.

En la actualidad la sociedad ha procurado establecer una conexión directa con la naturaleza, con la intención de establecer un vínculo que permita disminuir las problemática medioambiental. Los procesos constructivos están relacionados directamente con la innovación tecnológica y la relación persona-naturaleza, existiendo la tendencia a un uso indiscriminado de los recursos naturales generando desechos arquitectónicos, lo cual incide de manera negativa en la relación del ser humano con su propia existencia.

El incremento del consumo de energía va creciendo de forma ascendente cada año, el sector de la vivienda (residencial) es el área que más ocupa energía. La utilización de sistemas activos como: calefacción e iluminación provocan una alta demanda de recursos energéticos dentro de una vivienda. Un mal diseño de la edificación en cuanto a la orientación, vientos, topografía, entre otros., hacen que una residencia demande de sistemas y aparatos para mantener un confort térmico deseado (Conti *et al.*, 2016).

En este contexto, existen estudios del uso de energía en todos los países que se han distribuido en dos grupos: países desarrollados y subdesarrollados. En el primer caso, el aumento anual de energía será de 3.2% y en el segundo caso un incremento del 1.1%, como consecuencia se puede pronostican altos niveles de contaminación producidos en las naciones más desarrolladas (Conti *et al.*, 2016).

La cantidad de energía que se utiliza dentro de las industrias para la producción de materiales generan emisiones de carbono en cantidades estratosféricas. En consecuencia, la responsabilidad principal cae sobre las grandes empresas industriales y de la edificación. A partir de esto, nace la necesidad de generar políticas con el fin de reducir los impactos ambientales. En cuanto a la arquitectura, se plantea la necesidad de crear un modelo de construcción resiliente, de manera que contrario a la contaminación, se puedan a través de la edificación devolver los recursos que fueron tomados de la naturaleza (Baquero y Quezada, 2016).

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La llegada de la era industrial se genera un acelerado desarrollo de las ciudades, esto provocó un incremento en la demanda de la mano de obra. Este boom generó que las poblaciones asentadas en las zonas rurales empiecen a abandonar sus campos y emigrar a las grandes ciudades. Como consecuencia, las construcciones vernáculas en los campos se van perdiendo y entrando en un estado de degradación con el paso del tiempo. Por otro lado, en las ciudades empiezan a surgir los nuevos asentamientos en los suburbios, edificaciones sin identidad ni esencia empiezan a dar forma a las ciudades generando urbes sin identidad arquitectónica.

La aparición de nuevas construcciones hace que se pierda el uso de materiales autóctonos y tradicionales para dar paso al producto industrial. Lo vernáculo, es decir, lo auténtico, es un símbolo de identidad dentro de un territorio. Es la respuesta a la arquitectura, con énfasis en el respeto y uso racional de los recursos naturales, dicho de otra forma, es una solución a la actual tendencia que se ha globalizado y ha provocado grandes niveles de contaminación dentro de una edificación.

El análisis de energía incorporada en el sector residencial se realizará en la región amazónica, que se encuentra ubicada geográficamente en toda la zona este del Ecuador, en una posición estratégica por la actividad petrolera y minera, asimismo, se plantea el objetivo de generar un proyecto arquitectónico dentro de esta región, garantizando una eficiencia energética y buen uso de los materiales (Gonzalez y Javier, 2004). A través del análisis de Energía Incorporada realizado en los casos de estudio se podrá excluir ciertos materiales usados de manera habitual que se han generalizado a nivel global, que generan contaminación de manera acelerada, provocando exclusión de otras soluciones arquitectónicas más sostenibles y económicas, acorde al lugar y la zona.

En consecuencia, al implementar un nuevo sistema de construcción se podría responder a la necesidad de una vivienda digna a más habitantes en la Amazonía, donde el 42.1% no cuenta con una vivienda propia (INEC, 2017). De esta manera se garantizaría la sostenibilidad con una arquitectura ecológica, bioclimática y resiliente, aportando al desarrollo de la región sur del país. En este sentido, es necesario realizar una articulación real entre la arquitectura y el desarrollo de una nación, haciendo un enfoque puntual hacia nuevos sistemas constructivos accesibles a todos los niveles sociales.

Objetivos

GENERAL

- Diseñar a nivel de anteproyecto un centro de interpretación cultural en la ciudad de Yacuambi, enfocado en la reducción del impacto ambiental de los materiales y el discomfort térmico de los usuarios.

ESPECÍFICOS

- Realizar una investigación sobre los diferentes materiales y sistemas constructivos a nivel mundial y las estrategias enfocadas a reducir la energía incorporada de las edificaciones.
- Analizar los tres sistemas constructivos más utilizados en las últimas décadas en el caso de estudio para clasificar cuantitativamente los materiales y componentes en base a sus niveles de energía incorporada.
- Definir y analizar el sitio previo a la implantación de la propuesta arquitectónica con énfasis en las características medioambientales de la ciudad de estudio para plantear estrategias bioclimáticas.
- Generar un anteproyecto arquitectónico de un centro de interpretación cultural que se proponga como una alternativa de construcción basada en los lineamientos cuantitativos definidos previamente para reducir la energía incorporada y el discomfort térmico.

Justificación

El campo de la construcción a nivel global es responsable de absorber las materias primas del mundo en un 40 %, esto equivale a 3000 millones de toneladas por año, 70 % en recursos madereros, 17 % de agua potable, 17 % de tierra cultivable y un 20 % de energía mundial es usada dentro del proceso de edificación. La corteza terrestre posee un 74 % de materia prima y entre el 65 y 70 % son materiales adecuados para ser implementados en construcción, además de tener baja energía incorporada en el proceso de transformación (Rivera Torres, 2012).

Esta técnica del uso del suelo proviene desde la antigüedad y se ha venido arrastrando hasta la actualidad, perfeccionando cada uno de estos sistemas constructivos en cada época, en los últimos años se ha disminuido de manera drástica las construcciones de tierra. A nivel mundial el 30 % de la población (1500 millones de personas) habitan en este tipo de construcciones, el 50 % rural y 20 % urbana de la población viven en edificaciones de tierra, representando una cantidad lo suficientemente grande para buscar alternativas de construcción dentro de estos asentamientos (Rivera Torres, 2012).

La contaminación que hoy en día producen las grandes empresas ha obligado al hombre a buscar productos para la construcción provenientes del medio ambiente, materiales como; tierra, madera, piedra, entre otras; contrastan el efecto contaminante, puesto que los materiales no contienen sustancias tóxicas, además, poseen una escasa o casi nula demanda de energía en su producción y transporte, puede ser reciclada casi en su totalidad volviendo a ser parte de la naturaleza. Las ventajas de materiales como la tierra es la abundancia de materia prima sobre la corteza terrestre.

Con este principio se han desarrollado herramientas para evaluar las cargas ambientales provocadas por los diversos materiales de construcción industrializados que ocupan gran cantidad de energía para su producción, se determina y cuantifica por la cantidad de combustible utilizado, incluido las emisiones de CO₂ que se liberan de manera directa al medio ambiente. Lo que se busca es proponer una reducción de contaminación a la naturaleza, así como la disminución de consumo de materiales industrializados que a largo plazo provocaran efectos negativos irreversibles (Guzmán y Iñiguez, 2016).

Tomando como base las estimaciones consideradas anteriormente, existe la necesidad de generar proyectos arquitectónicos con niveles de consumo de energía inferiores a los actuales enfocados principalmente en sus materiales, sistema constructivo empleado, el mantenimiento y consumo de energía para su funcionamiento, además, cuando la vida útil de la edificación haya llegado la energía consumida pueda ser devuelta al estado natural en la naturaleza.

Metodología

El desarrollo de este trabajo es de carácter investigativo-práctico, el cual se dividirá en cuatro partes. La primera parte de esta metodología, la cual responde al primer objetivo, hace referencia a las conceptualizaciones básicas e indicadores sobre los materiales y la cantidad de energía utilizada en su fabricación. Además, la recopilación bibliográfica, por una parte, se enfocará en las estrategias para reducir el impacto ambiental de los materiales en climas similares. Por otra parte, se realizará un estudio de la energía incorporada de los materiales producidos de manera industrial y artesanal, para obtener una síntesis con materiales menos contaminantes que servirá posteriormente para la elaboración del anteproyecto.

En la segunda parte, se analizará cuatro sistemas constructivos que se hayan realizado dentro de las 4 últimas décadas comprendidas entre los años 1980-2020 en la región amazónica. Para la obtención de datos se tomará como referencia fuentes oficiales brindados por el gobierno nacional en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y visitas in situ para los casos de estudio. La parte investigativa está basada directamente en el estudio de los materiales para la construcción implementados dentro de ese periodo de tiempo, de tal forma que al final se puede hacer un análisis y estimación de la cantidad de EI (Energía Incorporada) en los elementos utilizados dentro de la edificación y los componentes de estructura, envolvente y acabados de estas últimas décadas.

En la tercera parte, se definirá y analizará el sitio donde se implantará el anteproyecto, donde además de analizar las características urbanas, culturales, económicas y sociales, se evaluará de manera profunda las características ambientales de la ciudad como: soleamiento, temperatura, humedad, precipitaciones y vientos para poder generar estrategias bioclimáticas que funcionen de manera óptima en la propuesta arquitectónica.

Para responder al cuarto objetivo, en la última parte de la presente metodología se plantea realizar una propuesta arquitectónica de un Centro de Interpretación Cultural. Este proyecto se basa en dos aspectos fundamentales, selección de materiales, los cuales se definirán a través del análisis previo, y en segundo lugar se fundamentan en el confort térmico de los usuarios, así también generar una solución constructiva basada en los principios de una arquitectura sostenible en la región amazónica del Ecuador.

Por último, los resultados obtenidos dentro de todo el proceso del trabajo serán evidenciados en la valoración de los materiales implementados en la propuesta arquitectónica, donde se determine cuáles deberían usarse en la construcción, de esta manera se plantea impulsar una arquitectura basada en los principios de ecología contribuyendo con un nuevo sistema constructivo para la Amazonía.

EL CAMPO DE LA CONSTRUCCIÓN COMO CENTRO DE DESARROLLO MUNDIAL

El calentamiento global es un problema ambiental que genera una serie de inconvenientes complejos y se posiciona como un desafío social que requiere urgente solución, sobre todo para las industrias que generan en grandes cantidades emisiones de CO₂. Este tema ha ido tomando fuerza desde finales de siglo pasado. Actualmente, el campo de la construcción a nivel mundial se encuentra en constante progreso y es un motor de desarrollo en todos los países, asimismo, genera un aporte significado en la huella de carbono al planeta. Es por esta razón que el presente capítulo hace un análisis del panorama a nivel global y sectorial. Por último, se realiza un breve análisis de los materiales de construcción y el nivel de Energía Incorporada (EI) que utilizan en todo el proceso de industrialización.

1.1. Contexto de la construcción a nivel mundial

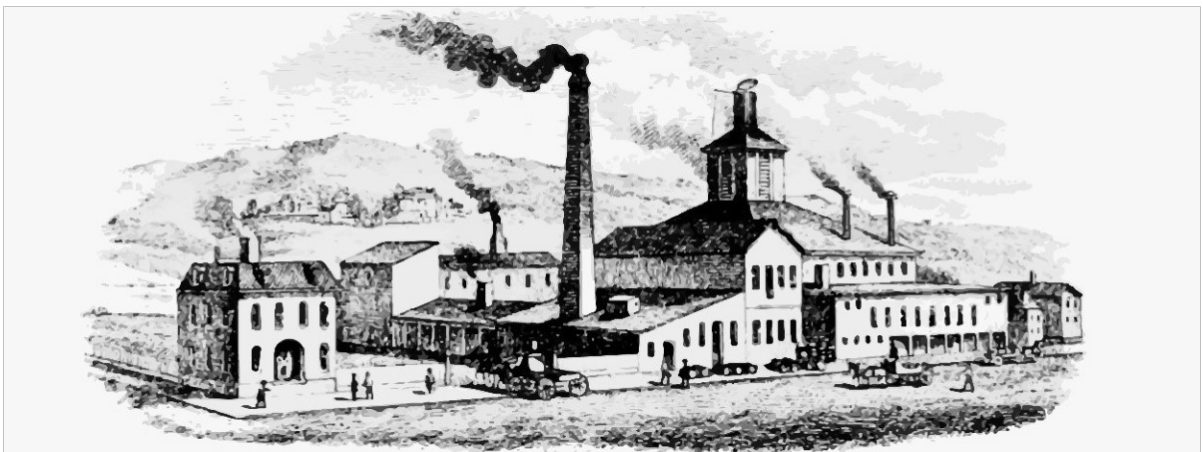


FIGURA 1.1: Fábricas en la era de la industrialización de los años 60. Fuente y elaboración: (Fernandez *et al.*, 2004).

La industrialización implicó un proceso globalizado a mediados del siglo XX; el descubrimiento de nuevos materiales y su forma de explotación desmesurada en todos los campos de producción florecieron en la denominada “nueva era” (Kabundi y Nadal De Simone, 2011). Es de conocimiento general que la contaminación principal es provocada por

las industrias vinculadas de manera directa o indirecta a la construcción, produciendo en el planeta alrededor de 19.2 mil millones de toneladas de CO2 anuales (Barragán y Terrados, 2017). Además, la utilización de líquidos fósiles extraídos de la biomasa como: petróleo, carbón, gas natural, entre otros, ha provocado una serie de secuelas negativas como la acumulación de gases de efecto invernadero, acidificación, daño de las capas superficiales y ozono troposférico, además de proporcionar grandes cantidades de residuos no reutilizables, trayendo como consecuencia recursos naturales degradados.

Según el estudio International Energy Agency (IEA, 2016), “En el año 2009 el mercado de la construcción a nivel mundial alcanzaba los USD 7.5 mil millones en inversión” (p.65). Los mercados más grandes de la construcción están asentados en las naciones más desarrolladas del mundo, cabe indicar que el 69% del gasto global relacionado al campo de la construcción fue ocupado por 10 países durante el año 2013 (ver tabla 1.1). Por otro lado, los países como España y Emiratos Árabes se consideran como el mercado inmobiliario en auge.

Tabla 1.1: Países con mayor demanda de construcción en el año 2013.

No.	País	Continente	Gasto Total en Construcción (mil millones de USD de 2010)	Porcentaje de crecimiento(%)
1	China	Asia	1787.00	35.00
2	EEUU	América	889.00	33.00
3	Japón	Asia	742.00	29.00
4	India	Asia	427.00	31.00
5	Alemania	Europa	312.00	33.00
6	Francia	Europa	304.00	33.00
7	Reino Unido	Europa	301.00	31.00
8	Indonesia	Asia	267.00	28.00
9	Brasil	América	218.00	26.00
10	Australia	Oceanía	217.00	21.00

Fuente: Elaboración propia con datos de: IHS Economics (datos de Global Construction Outlook).

El centro de desarrollo económico se ha mantenido en China durante los últimos treinta años, todo empieza en el año de 1978 cuando este país arranca una etapa de apertura económica en cuatro ámbitos: agricultura, defensa, tecnología e industria (Zhang et al., 2015). A partir de aquí, esta nación se abrió a nivel internacional, convirtiéndose en una potencia del primer mundo hasta la actualidad. Debido a la industrialización y expansión urbana acelerada, el suelo de territorio chino ha ido absorbiéndose por las grandes ciudades.

China y Estados Unidos lideran el mercado global (tabla 1.1) y se puede destacar la magnitud de proyectos y obras de infraestructura; entre los principales sectores que han sido intervenidos están: el sector energético, sector industrial, sector petrolero, y construcción residencial. Este último se analizará a escala global dentro del contexto de

la construcción en América Latina, de esta manera se podrá tener una idea de la cantidad de producción en todo el mundo.

1.1.1. Contexto de la construcción en América Latina

La tipología constructiva de la diversa América Latina ya tenía una esencia consolidada desde finales del siglo XIX (Braga, 2011). Posteriormente, los costos elevados del suelo urbano en combinación con las remuneraciones muy infravaloradas integran un grupo de componentes negativos que no permiten la competitividad con los países industrializados de Asia y Europa. En consecuencia, la construcción de infraestructura es inaccesible para la mayor parte de la población debido al alto costo de vida.

El sector constructivo no queda fuera de este panorama, se ha realizado una investigación para conocer la cantidad de producción que se genera dentro de este campo en específico. A continuación, se efectúa un análisis de los seis materiales de construcción con mayor demanda en América Latina y el impacto que generan en la naturaleza, mediante un análisis a través de la tabla 1.2, que subdivide en tres fases la fabricación de los diferentes materiales. Además, a través de un proceso cuantitativo se determina la cantidad de producción y el alcance del nivel de contaminación con CO₂ que es liberado hacia la atmósfera.

Tabla 1.2: Cantidad de materiales producido en toneladas en América latina.

Material	Extracción de materia prima (Tn)	Proceso de fabricación (Tn)	Producto final (Tn)	Porcentaje de crecimiento(%)
Cemento	234000.00	244000.00	220000.00	698000
Aluminio	4562.00	5653.00	3823.00	14038.00
Acero	81289.00	6265.00	55572.00	143126.00
Madera	172000.00	125000.00	142000.00	439000.00
Ladrillo	70435.00	84321.00	125000.00	279756.00

Fuente: Elaboración propia con datos de Morrow, et al. (2017) y Andrew (2018).

En América Latina el cemento lidera el mercado como el material más utilizado, además, dentro del análisis de la tabla 1.2, hasta el año 2017 el hormigón ha llegado a una cifra de 698.000 toneladas dentro de Hispanoamérica (Ansaldi y Giordano, 2012).

Bajo este estudio, el promedio global de emisiones de CO₂ es la siguiente: por cada tonelada de cemento producido se liberan alrededor de 0.9 Tn de CO₂ a la atmósfera, ocupando así el primer lugar dentro de los materiales que más contaminan.

Por otra parte, el aluminio dentro de este contexto tiene poco valor debido a su peso, con una cifra de 14.038 toneladas para el año 2005, siendo unos de los materiales con menos demanda; se considera que una de las causas principales de su baja demanda es por la ligereza de este producto. En el caso del acero, el nivel de demanda que posee es

considerado drástico en este territorio, similar a la escala global con 143.126 toneladas producidas, ganando mayor espacio dentro del campo de la construcción al ser una de sus principales características la versatilidad y resistencia.

La madera se presenta como un material muy utilizado en toda esta región debido a la abundancia en todo el territorio, con 439.000 toneladas de producción anual se presenta como el segundo material más empleado en la construcción. Además, es considerado uno de los materiales que menos contamina por el hecho de tener la capacidad de ser utilizado en su totalidad. Por último, el ladrillo, con una producción anual de 276.756 toneladas anuales, es el tercer material más utilizado en América Latina. Haciendo referencia a la contaminación generada, (Koroneos y Dompros, 2007) señalan que “por cada tonelada de ladrillo producido se genera 0.57 toneladas de CO2 que son directamente liberadas a la atmósfera” (p.35).

En la figura 1.2 se muestra un estudio comparativo entre los 6 materiales más utilizados en América Latina, donde uno de los materiales que más resalta en este análisis es el hormigón, con cerca de 700.000 toneladas de producción; el cual, a su vez, y de manera contrastante, también es el mayor productor de contaminación.

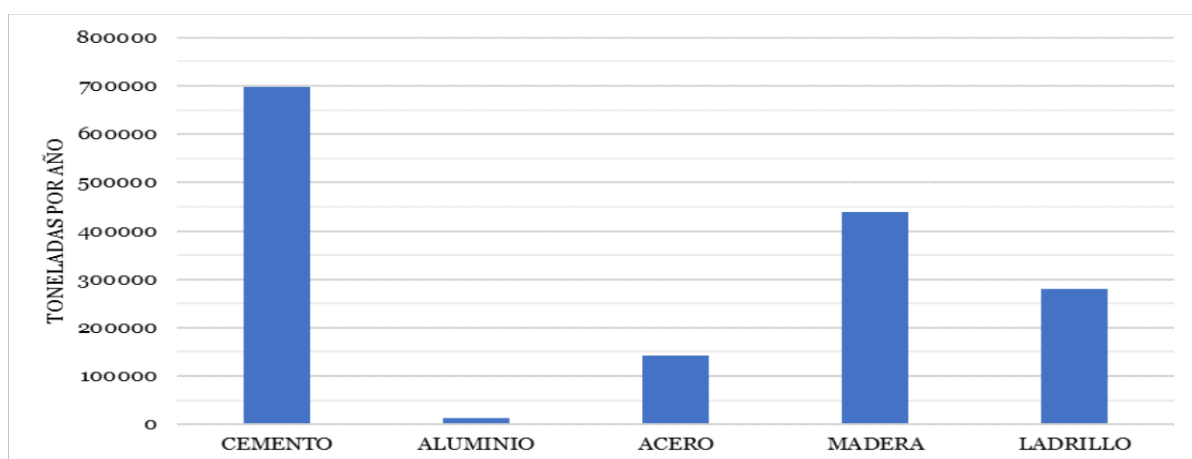


FIGURA 1.2: Estudio comparativo de seis materiales de construcción con mayor demanda en América Latina. Elaboración propia con datos de: (Koroneos y Dompros, 2007).

La madera y el ladrillo ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente en el estudio de materiales con mayor demanda en América Latina, con una diferencia de aproximadamente 100 mil toneladas, mientras que, el acero es requerido en cantidades un tanto más pequeñas y el aluminio tiene una demanda casi nula dentro de este territorio.

1.1.2. Contexto de la construcción en el Ecuador

La situación actual dentro del área de la construcción en el Ecuador desde un punto de vista financiero, económico y tecnológico demuestran que tiene potencial de desarrollo, razón por la cual existe gran demanda de proveedores en el mercado. En el Ecuador, el sector de la construcción alcanzó un crecimiento anual medio de 6.8% a partir del año

2007, mientras que la contribución a la economía nacional alcanzó un 10 % del PIB total. La inversión total en la construcción durante el año 2013 alcanzó un máximo de 12.3 mil millones de dólares (Jaramillo, 2018).

El sector de la construcción forma parte de la principal estructura de una nación, pues es un elemento dinamizador de economía que mantiene una relación directa con los demás sectores al ser proveedor de toda la infraestructura. Además, genera una importante oferta de empleo dentro de proyectos en ejecución (Jaramillo, 2018).

En este contexto, con la llegada de la modernización en la construcción un gran porcentaje de la población han optado por cambiar materiales locales de sus viviendas por materiales de la industria global (Jaramillo, 2018). Los materiales que principalmente se han visto afectados por este proceso es: la cubierta de paja por láminas de zinc, la estructura de las viviendas de madera por el acero, la mampostería de caña guadua por hormigón y ladrillo.

Se vuelve prioritario establecer soluciones en cuanto a la utilización de materias primas para minimizar el impacto ambiental y costos en la ejecución. En la zona costera ecuatoriana se ha evidenciado el acelerado crecimiento de las urbes principales, provocando el fenómeno que se conoce como efecto de la migración campo-ciudad. Dentro de este contexto, las construcciones anteriormente han sido improvisadas y elaboradas con materiales de la zona, como consecuencia se ven construcciones no proyectadas y ciudades en constante crecimiento sin planificación (Jaramillo, 2018).

En este sentido, estas construcciones improvisadas son realizadas con el fin de limitar la inversión de recursos económicos. Asimismo, los materiales de construcción que son implementados pertenecen a la misma zona y, por lo general, son elementos muy ligeros. Es importante analizar la perennidad de las construcciones o la posibilidad de desmontar las viviendas por factores climáticos (inundaciones).



FIGURA 1.3: Viviendas vernáculas tradicionales. Fuente y elaboración: (Cabrera y Soria, 2014).

Las edificaciones que se ubican o asientan dentro de estas zonas se las denomina vernáculas por ser construidas con elementos constructivos rescatados de la zona. Estas viviendas aparecen gran porcentaje en las zonas rurales y en mínimos porcentajes en las áreas periféricas de las grandes ciudades, estas rescatan algunas particularidades (ver figura 1.3) como la implementación de fibras vegetales para las cubiertas y la subutilización de la planta baja de la vivienda para otros usos. En las zonas inundables la planta baja se usa para guardar lanchas o botes de pesca (Pedroza Pallares y Arena Paez, 2019).

Por otra parte, en un contexto similar al de la Costa se puede analizar la Amazonia ecuatoriana los cuales tienen principios similares. De la misma forma, la región amazónica

presenta varios principios de similitud con la forma de construir en la Costa, la tipología de las viviendas es palafítica (ver figura 1.4), pueden estar a nivel o elevadas del terreno (Pedroza Pallares y Arena Paez, 2019).



FIGURA 1.4: Viviendas vernáculas tradicionales en la Amazonía. Fuente y elaboración: (Cabrera y Soria, 2014)

Las primeras viviendas presentan plantas circulares y cuadradas, técnicamente es un factor positivo que minimiza los efectos frente a un fenómeno natural (sismos y terremotos). Los materiales y la estructura son bastante flexibles y pueden ceder cuando se presenten desastres naturales como sismos o terremotos (Pedroza Pallares y Arena Paez, 2019).

1.2. Arquitectura sostenible y sus fundamentos

La sostenibilidad y la arquitectura son dos palabras que no fueron relacionados hasta los años setenta. En el año 1968, se da la primera conferencia que aborda temas importantes como la preservación y optimización de los recursos que se encuentran en la corteza terrestres, este evento fue liderado por la ONU (Organización de las Naciones Unidas), al final del acontecimiento también se acordó concretar el encuentro mundial que se desarrollara años más tarde, en 1972 (Torres, 2020).

Efectivamente, en el año de 1972 se celebra la denominada conferencia de Estocolmo, cuyo propósito era el de guiar e inspirar a los países del mundo en la conservación del medio ambiente. A partir de esta conferencia, la ONU convocaba periódicamente a conferencias internacionales con el objetivo de buscar alternativas para disminuir la contaminación y conservar el medio ambiente (Saavedra, 2014). Posteriormente, en el año 2017 la Comisión Europea y la Agencia Holandesa del Medio Ambiente hacen público datos de los princi-

países en emitir gases de efecto invernadero (ver figura 1.5), donde China y EEUU encabezan el listado, representando el 40 % del total de emisiones a nivel mundial.

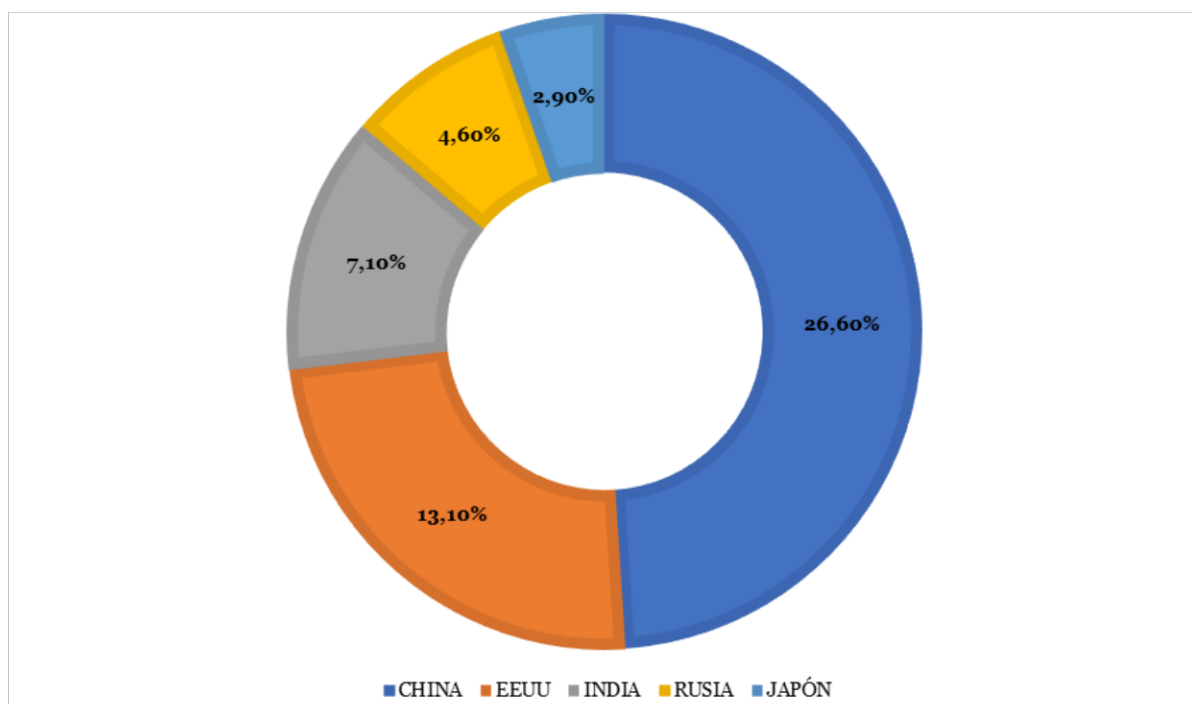


FIGURA 1.5: Mayores emisores de gases de efecto invernadero en el mundo. Elaboración propia con datos de: (Saavedra, 2014).

Si se analiza lo acontecido a finales de siglo pasado, los 5 países representan más del 50 % de las emisiones de CO₂ a nivel mundial (Martínez *et al.*, 2014). Las principales industrias de la construcción en el mundo se encuentran dentro de los países analizados en la figura 1.5. El gran propósito de la sostenibilidad parte del hecho que el mundo se está calentando, bajo este análisis todos los países tienen que participar aportando soluciones que ayuden reducir el calentamiento global. Dentro de este contexto, el campo de la construcción no ha sido compasiva al momento de realizar edificaciones.

Desde este ámbito, se debería cambiar el punto de vista de la arquitectura, entendida hasta ese entonces como una necesidad para la supervivencia del hombre. Además, de debe empezar a buscar soluciones a la expansión masiva del hombre en el planeta lo que causa el desequilibrio con el derecho a la vida. A partir de este análisis nace la necesidad del desarrollo y aplicación estrategias prácticas para formular alternativas que ayuden a disminuir el impacto que se emana de las prestezas dentro del sector constructivo.

(Bolaños-Silva *et al.*, 2019). Mencionan que: “Dichas estrategias deben apuntar directamente a la minimización de los impactos ambientales de la construcción, así como contribuir a la mejora y recuperación del medio ambiente” (p.235). Es necesario diseñar edificaciones e infraestructura con un solo propósito: que permita una mejor conservación de los recursos naturales, que se podrá utilizar de responsable y se optimicen al máximo los recursos naturales (Salomon y Silva Lora, 2009).

En este sentido, la arquitectura sostenible plantea como una estrategia la optimización del diseño en base al clima y el mejoramiento de las condiciones de vida es una tarea prioritaria para la población y la ciudad (O. J. P. Acosta *et al.*, 2019). El éxito de este término tiene como base tomar cuatro puntos principales: agua, energía alternativa, eficiencia energética y materiales, los mismos que se describirán a continuación:

Agua

El mundo está cubierto por el 70% de agua, dentro del cual, el 98% es netamente agua salada. Por otra parte, el 1.98% de agua dulce se encuentra en las zonas glaciares del planeta y tan solo el 0.014% es agua dulce distribuida en los lagos y ríos de todo el mundo. Se ha intentado potabilizar el agua salada, pero debido al alto costo de su proceso se encuentra muy limitado, por lo tanto, es necesario establecer nuevas políticas para el uso eficiente del agua y poder satisfacer la demanda en todo el globo terrestre (Bohorquez *et al.*, 2011).

La cantidad óptima que necesita el ser humano para satisfacer todas sus necesidades básicas tanto en consumo e higiene no debe sobrepasar los 100 litros de agua por día (Foster *et al.*, 2003). Por otro lado, la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) establece un rango de provisión de agua dentro de una vivienda que va desde los 250 hasta los 350 litros de agua por habitante al día (NEC, 2015). En consecuencia, se ve un notable contraste de las políticas del Ecuador en referencia a las recomendaciones de la OMS.

Hay ciertos parámetros a considerar, desde la concientización sobre el uso eficiente, el ahorro y conservación son algunos parámetros que ayudan a ahorrar un gran porcentaje de agua.

El uso eficiente beneficia a sus usuarios porque conlleva a la reducción de explotación en ríos y acuíferos. El presente trabajo de investigación establece la posibilidad de disminuir el consumo de agua potable dentro de las viviendas. No obstante, este proceso se realiza en consideración a las sugerencias de la OMS de manera que no se afecte el estilo de vida de cada persona. La tabla 1.3 muestra algunas técnicas para el uso eficiente del agua, así como la reincorporación del agua lluvia para usos secundarios.

Dentro de la tabla 1.3 se visualizan algunas técnicas que se pueden implementar para la optimización en el cuidado del agua, por lo que existen tres ámbitos principales desde donde se analiza este factor: residencial, administrativo e industrial. Existen técnicas como la recirculación que se pueden implementar dentro de los tres ámbitos, además del cambio de sistemas obsoletos por técnicas modernas que ayudan a optimizar el cuidado del agua.

Tabla 1.3: Técnicas de uso eficiente del agua.

Ámbito	Técnicas	Ejemplos
		Retretes de bajo consumo
		Regaderas
Residencial	Interior	Lavadoras
	Exterior	Detección de fugas
		Riego eficiente de jardines
		Uso de plantas nativas
		Sistemas de enfriamiento sostenible
Administrativo	Recirculación	Sistema optimizado de lavados
	Reducción de consumo	Riego eficiente
		Monitoreo de uso del agua
	Recirculación	Sistemas de enfriamiento
Industrial	Optimización de consumo	Uso eficiente del agua
	Tratamiento de aguas contaminadas	Reincorporación de aguas tratadas

Fuente: Elaboración propia con datos de Morrow et al. (2017) y Andrew (2018).

Energía alternativa

El segundo parámetro que se ha considerado dentro de la arquitectura sostenible es la energía alternativa. El panorama mundial se encuentra en un proceso de concientización, ya que los movimientos ambientalistas están promoviendo fuertes cambios jamás antes vistos. En el año de 1992 se realizó un encuentro mundial sobre el cambio climático promovido por la Organización de las Naciones Unidas, donde como resultado se logró el denominado “Protocolo de Kyoto” (Foster et al., 2003). La importancia de crear políticas que promuevan a la optimización de recursos fue uno de los principales temas discutidos, además de la disminución de gases de efecto invernadero como pilar fundamental de la conferencia (Concha Alban, 2007).

Otro factor es empezar a optar por la generación de energía de fuentes no convencionales, por lo cual, varios países deciden tomar acciones para desarrollar proyectos sustentados en la producción de energía alternativa. Esta energía se presenta como un recurso natural inagotable que se disipa a través de ciclos naturales ya que su regeneración es incesante. En la figura 1.6, se observa el porcentaje de consumo energético de los diferentes tipos de energía alternativa más utilizados en todo el mundo durante el 2014.

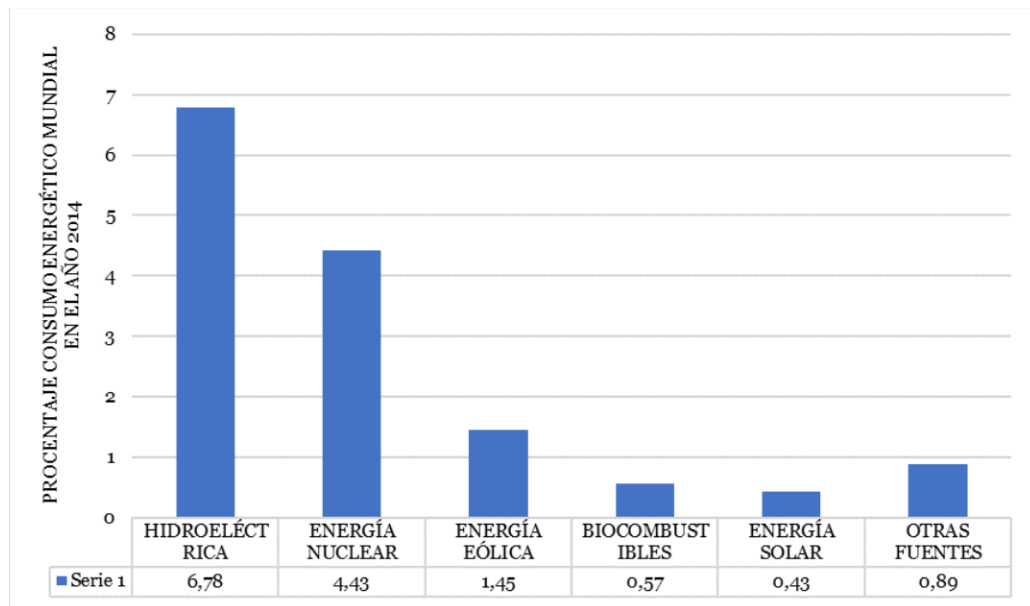


FIGURA 1.6: Producción de energía alternativa a escala global. Elaboración propia con datos de: (Saavedra, 2014).

El nivel de consumo de fuentes energética es distinto en cada lugar del mundo, de hecho, existen países con grandes apuestas a estas energías como: hidroeléctrica, nuclear, eólica, biocombustibles, solar, entre otros. La energía eólica es la tercera energía alternativa con más demanda y en un análisis comparativo en el año 2014 se puede observar la capacidad de producción de energía en MW en cada país. En la figura 1.7 se muestra un listado de los principales países en desarrollar energía eólica y su capacidad en MW (Megavatios).

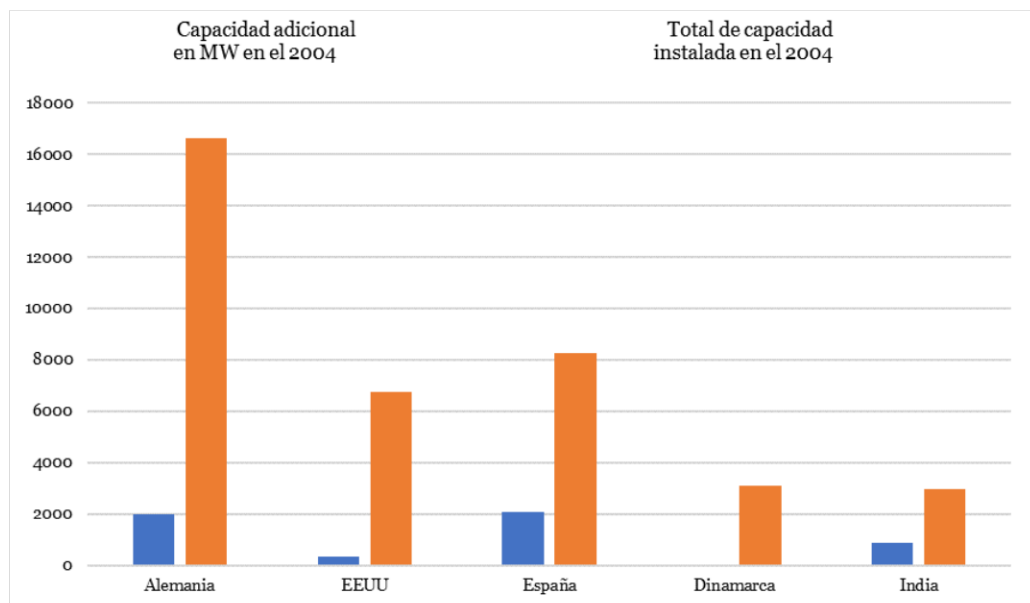


FIGURA 1.7: Crecimiento de la capacidad de energía eólica en los principales países del mundo. Elaboración propia con datos de: (Kaygusuz et al., 2007).

Alemania, España y Estados Unidos se consolidan como los tres principales productores mundiales de energía eólica, además, las políticas en desarrollo de energía natural basada en fuentes no convencionales han ayudado a fortalecer el crecimiento de la capacidad energética. Por otra parte, en países en vías de desarrollo, la tecnología aún no ha madurado lo suficiente para lograr competir frente a las fuentes energéticas convencionales (Concha Alban, 2007).

Asimismo, la energía solar es la sexta energía alternativa dentro de este análisis, en este contexto, en la figura 1.8, se observar la capacidad de producción de energía en MW en los cinco principales países. Los tres primeros lugares son ocupados por Alemania, España y Japón, considerados los tres principales productores mundiales de energía solar con una suma en conjunto de 26.200 MW de producción anual de energía solar. Además, estos países han implementado fuertes políticas para el desarrollo de energía basada en fuentes no convencionales que han ayudado a fortalecer su capacidad energética.

Dentro de este contexto, Francia e India ocupan los últimos lugares con una producción anual de 550 MW de energía solar (ver figura 1.8). En contraste, dentro de este listado selecto de países productores de energía proveniente del sol, no aparece ningún país latinoamericano, por lo tanto, es necesario que las naciones empiecen a crear políticas que fortalezcan la producción de fuentes de energía no convencionales (Concha Alban, 2007).

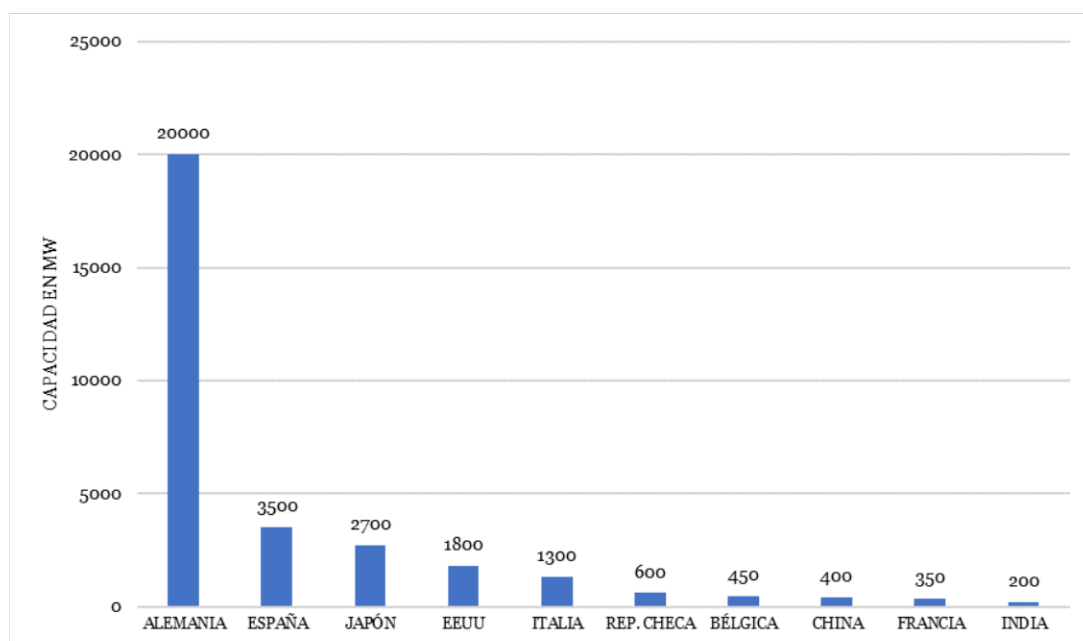


FIGURA 1.8: Capacidad de energía solar en los 10 principales países del mundo. Elaboración propia con datos de: (Kaygusuz et al., 2007).

Eficiencia energética

En la actualidad el mundo depende del 80% de energía que es proveniente de fuentes no renovables. En una estimación realizada por (Kaygusuz et al., 2007). Hace referencia

que: en los próximos 25 años se incrementará hasta un 50 % la demanda global de energía. Uno de los objetivos principales que tiene la eficiencia energética dentro del campo de la construcción es la protección ambiental a través de la optimización de energía que se tiene en la naturaleza además de crear políticas para optimización de recursos (ONU, 2008).

Según (IEA, 2016): “En las edificaciones cada año se consume el 1.5 % de la energía total del mundo. Por lo tanto, el consumo se estima que aumentara un 48 % entre 2012 y 2040” (p.18). En este sentido, las construcciones tienen la obligación de implementar cambios que ayuden a reducir el gasto energético. Este apartado se abordará de manera más determinada posteriormente.

Materiales

Los materiales de construcción provienen de diferentes elementos compuestos del sistema biótico y abiótico, dentro de un proceso constructivo atribuyen un aporte notable al incremento de contaminación (Concha Alban, 2007). Según Carrasco 2018: “El 50 % de las materias primas se emplea en la construcción y menos de la mitad se recicla tras la demolición” (p. 10). Dicho esto, se puede comprobar que el problema no está solamente en el consumo de los recursos naturales, sino dentro del proceso de explotación, transporte y producción de cada material, ya que existe un nivel de contaminación que genera impacto ambiental (ver tabla 1.4).

La elección de materiales ecológicos es una de las alternativas principales al momento de construir, no obstante, la importancia radica en su utilización para lograr que un edificio sea autosustentable y duradero. Algunos de los factores importantes a considerar son: el clima, la hidrografía y los ecosistemas del entorno de manera que se pueda aprovechar al máximo el espacio y evitar que las construcciones terminen siendo obsoletas antes de completar su vida útil.

Tabla 1.4: Análisis del ciclo de vida de los materiales de construcción.

Entrada	Proceso	Salida
Materia prima	Extracción de materias primas	Emisiones atmosféricas
	Energía	Aguas residuales
	Producción	Desechos sólidos
	Distribución	Subproductos
	Uso/Mantenimiento	Energía (calor, vibraciones, etc.)
	Fin de vida útil	

Fuente: Elaboración propia con datos de Yuste (2011).

El presente trabajo de titulación se enfocará principalmente en estos dos últimos principios de la arquitectura sostenible: la eficiencia energética y los materiales. Es necesario tener en cuenta, por una parte, la protección de los recursos naturales a través del consumo eficiente y de la misma forma, por medio de actividades específicas que impactan en la vida diaria. La eficiencia energética hace referencia de manera directa al confort térmico, acústico y lumínico dentro de una edificación sin sacrificar las actividades diarias de los seres humanos.

Por otro lado, la naturaleza brinda gran variedad de materiales de construcción de forma natural en la corteza terrestre, pero también existen materiales obtenidos a través de procesos industrializados. Este último ha sido sobreexplotado en los últimos años y como consecuencia se han presentado problemas como la escasez de recursos naturales y la continua demanda de vivienda, es por esto que aparece la necesidad de buscar nuevos materiales y tecnologías para la construcción.

1.3. Eficiencia energética

La energía es la base para el desarrollo de los países y constituye uno de los pilares fundamentales en el poder económico de cada nación. Cabe destacar que solo el 3% de la superficie terrestre es ocupada por el ser humano, no obstante, el nivel de emisiones de carbono emitido a la atmósfera llega hasta un 75%. Antagónicamente, el aprovechamiento de la energía es muy bajo, ya que del 100% de la energía que se extrae del planeta solo el 37% es energía útil. En este contexto, la cadena de procesos que transforman la materia en energía hace que se pierda el 63% de energía (ONU, 2008).

En este sentido, el consumo energético a nivel mundial se distribuye por sectores: transporte, industria, minería, comercial, residencial y público. En la figura 1.9 se hace un análisis del nivel de consumo energético por cada componente.

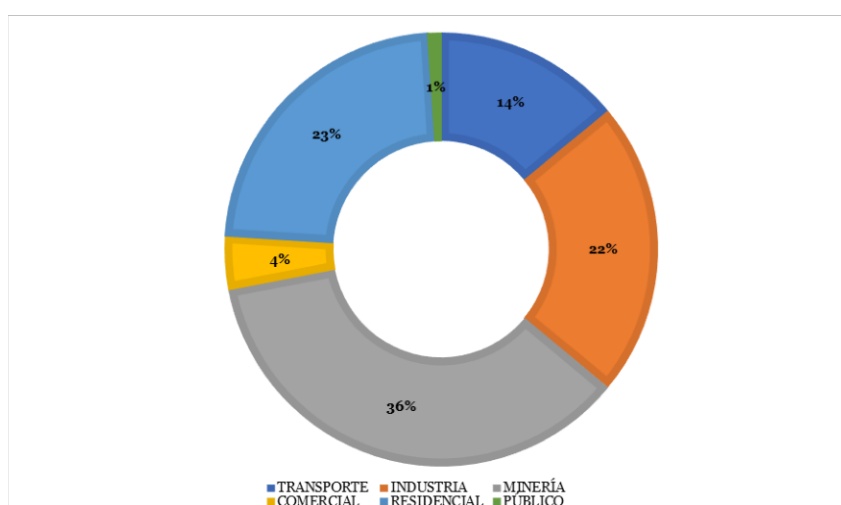


FIGURA 1.9: Consumo energético a escala global por sectores. Elaboración propia con datos de: (Kaygusuz et al., 2007).

La minería es el principal consumidor de energía con el 36 %, seguido del sector residencial con el 23 %, este último será objeto de análisis en la presente investigación. La tabla 1.5 muestra el porcentaje de consumo energético en las edificaciones de los principales países del mundo, también se observa el alcance de las emisiones de CO₂ en donde Estados Unidos, la Unión Europea y China ocupan los primeros lugares siendo los países que más energía consumen dentro del campo de la construcción.

Tabla 1.5: Consumo energético y emisiones de CO₂ en el campo de la construcción de los principales países y regiones del mundo.

País/Región	Consumo energético (%)	Emisiones de CO₂ en edificaciones (%)
Estados Unidos	40	40-48
Unión Europea	40-42	35-40
China	33	-
Holanda	34	-
Irán	35	-
Turquía	36	32
Grecia	30	40
México	19	-
Reino Unido	39	21.4
Serbia	50	20

Fuente: Elaboración propia con datos de: Shaikh et al., 2014.

Varios países han visto la necesidad de crear normativas que evalúen la eficiencia energética en las edificaciones considerando los estándares internacionales (Concha Alban, 2007). Dentro de estas normas se evalúa principalmente el cálculo de energía, su pérdida, la autogeneración con fuentes renovables, entre otros (Concha Alban, 2007). A continuación, se muestran en la tabla 1.6 las principales normas EN e ISO sobre eficiencia energética.

Las normas mencionadas buscan lograr un balance entre el consumo eficiente de energía, el confort y la calidad de vida. Además de ello, uno de los puntos clave es que en este tipo de construcciones se maneja un alto grado de responsabilidad con el medio ambiente mediante el uso de materiales de menor impacto negativo, logrando esta manera la sostenibilidad y sustentabilidad con el mismo. Con la aparición de estos conceptos, se presentan estándares, para su cumplimiento, los cuales, en ciertos casos presentan mayor incidencia que otros. En este contexto, dentro de una edificación existe una serie de requerimientos técnicos que se deben considerar para poder analizar el desempeño energético de una construcción.

Tabla 1.6: Normativas internacionales vigentes.

NORMAS EN	NORMAS ISO
EN ISO 13790:2011. Basada en la norma ISO 13790:2008	ISO 13790:2008. Eficiencia energética de los edificios – Cálculo del consumo de energía para la calefacción y refrigeración del espacio
EN 15232-2007. Eficiencia energética de los edificios - Impacto de Automatización de Edificios, Controles y gestión de edificios.	ISO 13153. Marco del proceso de diseño para el ahorro de energía en la vivienda unifamiliar y pequeños edificios comerciales.
EN15316-1-2007. Sistemas de calefacción en edificaciones - Método para el cálculo de los requisitos de energía y de la eficiencia del sistema	ISO 18292:2011. Eficiencia energética de los sistemas de ventanas para edificios residenciales – Procedimiento de cálculo.
EN 15217:2007. Rendimiento energético de los edificios. Métodos para expresar el rendimiento energético y la certificación energética de los edificios	ISO 12655:2013. Eficiencia energética de los edificios - Presentación del consumo de energía medido de edificios.
EN 15193-1. Requerimientos de energía para la iluminación	ISO16343:2013. Eficiencia energética de los edificios - Métodos para expresar el rendimiento energético y para la certificación energética de los edificios.

Fuente: Elaboración propia con datos de: Hogeling Dijk (2007); Normalización (2009); Olesen De Carli (2011).

La eficiencia energética está estrechamente relacionada de una u otra manera a nuestra vida cotidiana ya que el uso máximo de los diferentes tipos de energía nos permite tener un ambiente acogedor que va de acuerdo con la variación climática, sin excluir aspectos importantes para la construcción de viviendas que presten los servicios mencionados. La tabla 1.7 muestra los elementos clave para la optimización del consumo energético dentro de un proyecto, las cuales se han organizado en dos categorías de acuerdo al nivel de importancia.

Tabla 1.7: Componentes para evaluar la eficiencia energética.

Categoría 1	Categoría 2
Envoltente térmica (confort térmico)	
Confort lumínico	Sistema de calefacción
Confort acústico	Electrodomésticos
Equipos de climatización	Emisiones de CO ₂
Materiales de construcción	

Fuente: Elaboración propia con datos de Aldossary et al. (2015).

Estos componentes que se ven en la tabla ayudan en gran manera a disminuir el consumo energético. El sistema de ventilación, calefacción y enfriamiento, es uno de los sistemas que tiene una elevada utilización de energía por tal motivo, es necesario tomar en cuenta las necesidades del ser humano en este caso, partiendo desde las percepciones

sensoriales, considerando que cada una depende de cómo el individuo aprecia la realidad y su entorno, para de esta manera realizar el diseño de espacios que satisfacen exclusivamente sus necesidades, siendo este uno de los puntos de partida para lograr la eficiencia energética. Además, tener como prioridad el diseño de un proyecto considerando todas las componentes explicadas en la tabla 1.7.

La eficiencia energética se puede abordar a partir de sus tres principales componentes. En este sentido, si analizamos el confort lumínico se puede decir que, es evidente la necesidad de un buen manejo de la luz natural en las edificaciones, el consumo de energía juega un papel esencial en el objetivo de lograr condiciones de confort lumínico-visual de sus habitantes. El confort lumínico debe tener una orientación minuciosa y sólida en brindar iluminación que permita cumplir con las expectativas y lograr poner en marcha las tareas del individuo; y de manera general también a ofrecer la condición lumínica que se necesita, para de esta manera contribuir a la salubridad en el campo psíquico de los usuarios, al brindar un ambiente de acuerdo a sus requerimientos.

Asimismo, en el confort acústico, los parámetros usualmente utilizados no se aplican como en los demás componentes, es decir como en el tema visual y sonoro. Muchos de los valores están ligados de manera exclusiva a la percepción de cada individuo, determinando de esta manera que, el confort acústico depende solamente del nivel sonoro o de la inexistencia del ruido. Cabe recalcar que este tipo de confort también juega un papel muy importante por su alta complejidad por la diferencia peculiar de percepción del sonido de cada persona.

Al realizar un análisis de la magnitud con la que cada persona percibe el sonido, su medición es muy clara debido que se puede evidenciar el malestar que provoca el ruido excesivo. El ruido, se diferencia en una jerarquía de tres: Sonidos fuertes: aquellos que van de los 95 a los 100 dB, sonidos medios: aquellos que van entre 50-90 dB y sonidos leves que van por debajo de los 50 dB.

En el presente trabajo de titulación nos vamos a centrar en el confort térmico que se podría entender como un fenómeno que se da conocer principalmente por la sensación térmica, y la preferencia térmica que las persona tiene por los espacios arquitectónicos que habitan y donde dichas opiniones no sólo dependen de los aspectos personales del individuo como: biológicos, psicológicos y sociales; sino que, tienen influencia por el contexto inmediato donde se desenvuelven las actividades de rutina, es decir, de su ambiente natural, su ambiente construido y su ambiente social (García y Díaz, 2011).

El confort térmico es la sensación de satisfacción de los usuarios dentro de un hábitat (una edificación) con el ambiente térmico. Una de las funciones principales de las viviendas es proveer ambientes internos térmicamente confortables y habitables, para lograr esto es necesario entender las necesidades del ser humano y las condiciones básicas que definen el confort. A continuación, se definen los principales factores que inciden dentro de una edificación.

Temperatura del aire

La temperatura del aire permite determinar la cantidad de calor que el cuerpo libera al aire, principalmente por convección. Así mismo, es el principal factor para poder calificar el confort térmico en un espacio determinado, siempre y cuando la humedad, la velocidad del aire y el calor no influyan demasiado en un ambiente interior. Para el confort también es importante considerar el descenso de temperatura por altitud o viceversa lo que técnicamente se conoce como el gradiente térmico vertical. De tal manera que una temperatura ambiental satisfactoria puede compensarse, mediante ajustes de uno o más de los otros factores ambientales que se mencionan más adelante.

Humedad relativa

Básicamente se puede definir como la cantidad de agua presente en un cuerpo o elemento. A partir de esto, en una edificación lo más recomendable para para la salud humana es una humedad relativa del aire entre los 30 a 40 % como mínimo y 60 a 70 % como máximo (Blender, 2015). En la figura 1.10 se puede evidenciar el rango de confort en función de la humedad relativa y temperatura del aire interior.

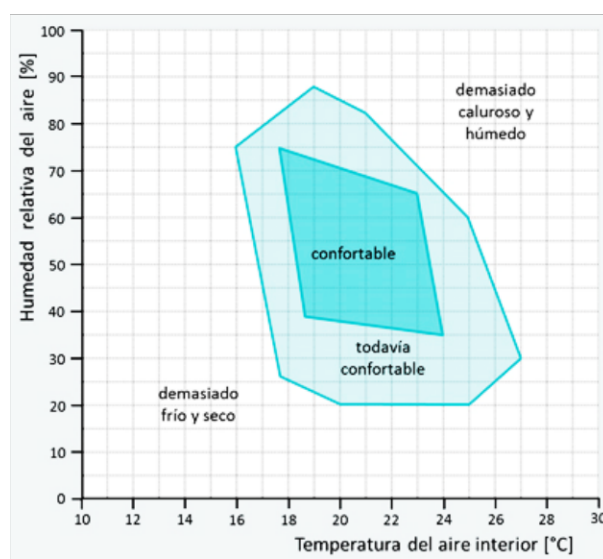


FIGURA 1.10: Confort térmico recomendado. Fuente y elaboración: (Blender, 2015).

Movimientos de aire

En este apartado se analiza el nivel de pérdida en la temperatura interna de una edificación que se puede dar por dos factores principales: la evaporación o por el efecto de convección. Dentro de los parámetros recomendados en cuanto a velocidad de aire es recomendado mantenerse en un rango de 0,1-0.2 m/s ya que estos no se perciben y son agradables. En este contexto, cuando las corrientes de aire son lo suficientemente rápidas tienen la capacidad de enfriar un cuerpo de manera excesiva, esto traería como

consecuencia una temperatura interna no agradable por lo que se presentaría el desconfort térmico dentro de una edificación. Por otro lado, la temperatura ambiente debe estar dentro de un rango promedio que va desde los 18 oC hasta los 26 oC (Blender, 2015).

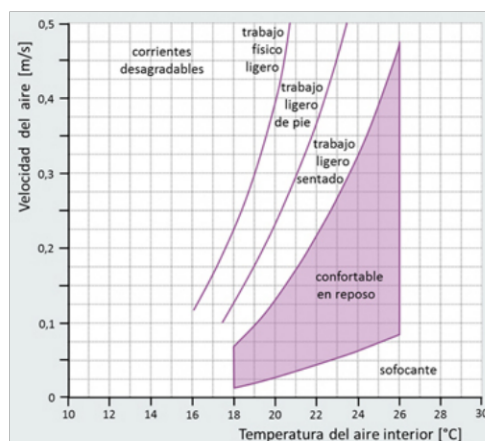


FIGURA 1.11: Confort térmico en función de la temperatura del aire y la velocidad del aire. Fuente y elaboración: (Blender, 2015).

Temperatura radiante

La temperatura radiante media hace referencia a la cantidad de calor que se emite en forma de radiación por todos los elementos que se encuentran en el entorno de una edificación. Para conocer el valor de esta componente se realiza un cálculo de todas las superficies que emitan calor dentro de un espacio (pisos, paredes, techos, entre otros), luego se realiza un cálculo para obtener una temperatura radiante media.

La temperatura radiante es un parámetro que se obtiene de manera específica dentro de una zona específica debido a las características físicas del sitio. Por último, es fundamental conocer su valor debido a los usos que se pueden derivar a partir de ello dentro del análisis de una edificación en los índices de confort térmico (Blender, 2015).

1.3.1. Eficiencia energética en el Ecuador

En 2014, el Ecuador tuvo una demanda energética del 74.1 % que provino directamente de fuentes fósiles, donde el 14.2 % de la energía consumida en el país fue en forma de diésel y el consumo de gasolinas representó el 21.5 % del total de la energía demandada, mientras que el 1.8 % del consumo correspondió a electricidad. El transporte basado en el uso de diésel y gasolina (combustibles fósiles) fue la mayor demanda al representar un 45.4 % del total, según el Balance Energético Nacional 2020.

Ecuador es un país con un gran potencial de energías renovables y limpias, esto se debe a sus climas y características topográficas diversas, estas características no han sido aprovechadas debido a que no existía la inversión suficiente para realizar el estudio y la

construcción de proyectos para la generación de energías renovables y limpias. Esta falta de inversión obligó a que Ecuador se convirtiera en un país dependiente del petróleo, pues al ser esta su principal fuente de energía, quedó vulnerable, ya que esto ocasionó que no se tenga una perspectiva de buscar nuevas fuentes de generación de energía.

El cambio de matriz energética en el país ha sido un proceso que propone reemplazar la energía tradicional por energía renovable, que sea sustentable y obtenida de manera limpia de la naturaleza. En este contexto, se desarrollan proyectos para obtener energía: hidroeléctrica, solar, eólica, biomasa y geotérmica. Estas energías serán las principales alternativas sostenibles a largo plazo (García y Díaz, 2011). En este sentido, el 39.02% de la demanda total de energía del país es consumida por el sector residencial. En la figura 1.12 se muestra el nivel de gasto por MW dentro del sector residencial, comercial e industrial, alumbrado público y otros.

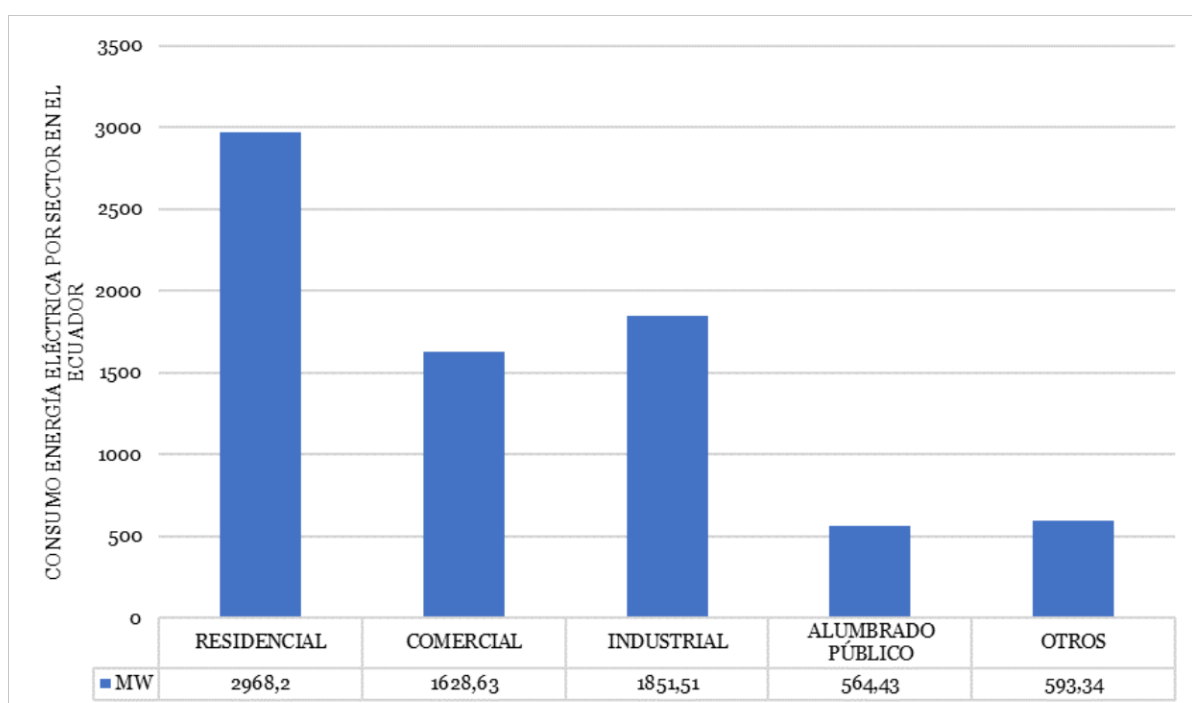


FIGURA 1.12: Consumo energético por sector en el Ecuador. Elaboración propia con datos de: (Eras y Barragán, 2013).

La geografía ecuatoriana consta de cuatro regiones: Costa, Sierra, Amazonía y Región Insular. Cada región tiene un clima diferente, como consecuencia, cada sector presenta diferentes necesidades y demandas para acondicionamiento térmico y confort. Por una parte, la demanda actual es baja en comparación con países desarrollados de la región, sin embargo, en el futuro será indispensable mejorar la calidad de vida y hábitat en la población.

Actualmente se cuenta con limitados datos sobre la matriz de demanda en el sector residencial, y los valores promedio obtenidos en la gráfica 1.12 permiten realizar un análisis cualitativo para identificar de manera precisa los contrastes entre regiones climáticas y

sectores socioeconómicos.

La tabla 1.8 analiza los factores principales que determinan la demanda actual y las proyecciones en el futuro. Se ha verificado dentro de este análisis los principales factores que influyen en la demanda energética dentro de una construcción, al momento de elegir los materiales de construcción se enfocan en elementos industriales que tienen alto nivel de consumo de energía. Otro factor destacado es no aprovechar al máximo el clima de sitio de la edificación, este es un punto muy importante ya que permite diseñar ambientes óptimos para lograr tener un confort térmico y lumínico; como consecuencia esto ayuda a la reducción de electrodomésticos y artefactos innecesarios.

Tabla 1.8: Demanda energética actual y proyección al futuro.

Clima cálido húmedo	
Vivienda del sector con recursos económicos bajos	
Estado actual	Proyección a futuro
Sin refrigeración artificial	Limitada penetración de equipos Split
Sin instalación de agua caliente	Crecimiento en demanda de duchas eléctricas
Limitados electrodomésticos, heladeras, etc.	Crecimiento de número de electrodomésticos
Vivienda del sector de clase social media-alta	
Estado actual	Proyección a futuro
Con refrigeración artificial, sin saturación	Crecimiento del uso de equipos Split
Con instalación de agua caliente eléctrica	Crecimiento del volumen de agua y saturación
Mayor tenencia de electrodomésticos	Crecimiento del número de electrodomésticos
Clima templado-templado frío	
Vivienda del sector con recursos económicos bajos	
Estado actual	Proyección a futuro
Sin acondicionamiento térmico (calefacción)	Posible necesidad y crecimiento en zonas altas
Limitada saturación de calentadores de agua	Crecimiento de demanda de duchas eléctricas
Electrodomésticos, heladeras, tv, etc.	Crecimiento de número de artefactos y potencia
Vivienda del sector de clase social media-alta	
Estado actual	Proyección a futuro
Limitada demanda de calefacción o refrigeración	Aumento por tendencias constructivas y vidrio
Importante demanda para agua caliente	Mayor demanda en artefactos y expectativas
Electrodoméstico (mayor demanda)	Crecimiento de número de artefactos y potencia

Fuente: Elaboración propia con datos de: Aldossary et al. (2015).

1.3.2. Eficiencia energética en la Amazonía

La Amazonía Ecuatoriana, al igual que el resto del país, se ha mantenido con la matriz energética generada por hidroeléctricas, y a través de ellas se ha logrado cubrir la demanda en un 90 % dentro del territorio amazónico. Aunque, solo el 2.77 % de la energía total se quede en esta región (ver figura 1.13), es la Amazonía Ecuatoriana la principal proveedora de recursos naturales renovables y no renovables para el estado (Barragán y Terrados, 2017).

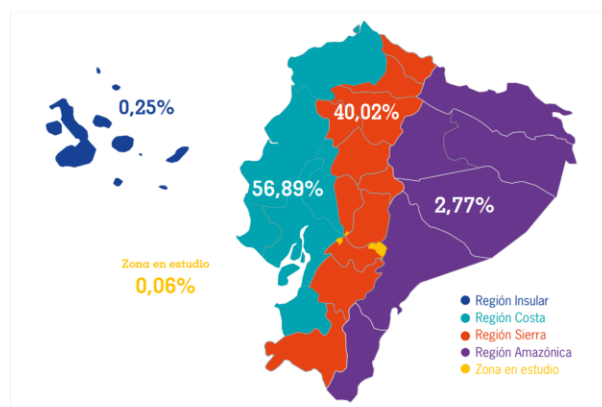


FIGURA 1.13: Índice de energía eléctrica por región. Elaboración propia con datos de: (CELEC EP, 2016)

La Amazonia es la región que menos energía eléctrica consume a nivel del país (con excepción de Galápagos), al ser zonas de menor población y dispersión territorial. En este sentido, si se realiza un análisis cuantitativo por provincia amazónica en relación al consumo de energía, se puede denotar que Sucumbios consume un total de 8.16MW anual, mientras que Zamora Chinchipe consume 0.33MW por año, esta última es la provincia amazónica que menos energía eléctrica consume (ver figura 1.14).

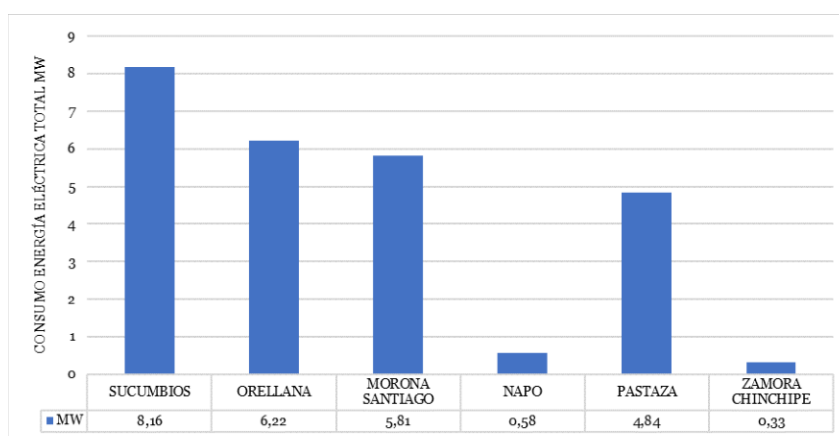


FIGURA 1.14: Consumo eléctrico por provincia en la región amazónica. Elaboración propia con datos de: (CELEC EP, 2016).

Debe señalarse que los datos analizados son en base al consumo de energía eléctrica durante el año 2016, sin embargo, no existe información sobre eficiencia energética dentro de esta región (David Baena y Quiroz, 2016). En este sentido, (Nicholls y Altieri, 2019) manifiestan que: “Algunas de las principales dificultades en la Amazonía podrían ser superadas en gran medida con nuevos sistemas de energía alternativa” (p.94). En la figura 1.15 se muestra el aporte anual del sector residencial de la Amazonía en referencia al consumo eléctrico dentro de sus seis provincias.

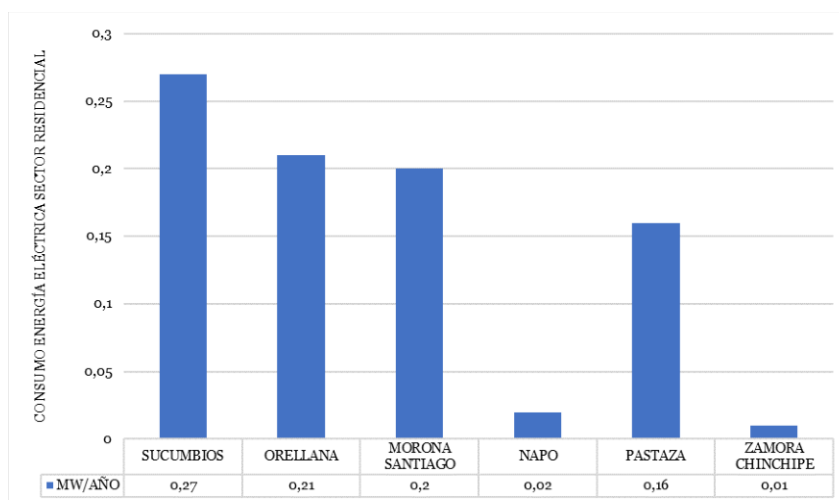


FIGURA 1.15: Consumo eléctrico en la región amazónica. Elaboración propia con datos de: (CELEC EP, 2016)

Como una solución ante este panorama, los elementos constructivos serán analizados más adelante de manera que permitan conocer qué tipo de materiales ayudan a disminuir las cargas térmicas y acústicas, así como optimizar la carga lumínica para obtener mayor iluminación natural y una disminución de iluminación artificial. La ventaja de un buen diseño permite alcanzar confort en el interior de una infraestructura de forma natural.

Durante el invierno, en un clima templado-húmedo típico de la Amazonía Ecuatoriana, es útil aprovechar las corrientes de viento, esto permite la ozonización natural del ambiente interior de una edificación, sin necesidad de ser empleados sistemas de calefacción. Es necesario buscar diseños solares pasivos de manera que se aproveche la luz solar para generar energía propia evitando utilizar otros sistemas mecánicos.

1.4. Materiales

Los materiales de construcción se emplean en grandes cantidades dentro de un proyecto en ejecución, existe una gran variedad de productos en cuanto a calidad, características y durabilidad. A continuación, se realiza un análisis de los seis materiales de construcción más utilizados a escala global y su energía incorporada generada dentro de todo el ciclo de vida.

El cemento dentro de análisis de su ciclo de vida (ACV); extracción, fabricación y posterior uso del producto, por un lado, están las emisiones de CO₂ que genera (de las cuales se habló anteriormente) además de la energía incorporada (EI) que produce dentro de su ciclo de vida. El hormigón tiene una EI de 0.6 MJ/Kg, es decir, por cada kilogramo de hormigón empleado en la construcción se producen 0.6 megajulios, que es nada más que la unidad de medida de la energía empleada en su producción (Torres, 2020).

Por otro lado, está el aluminio, dentro de análisis del ACV, la EI que genera dentro de

todo el proceso de producción y uso del producto. La EI es de 410 MJ/kg, es decir, por cada kilogramo de aluminio producido se generan 410 megajulios que se puede traducir como la cantidad de energía que se necesitó para producir este material (Torres, 2020).

Asimismo, el acero es considerado el segundo material más utilizado a escala global, en el análisis del ACV. La EI es de 35 MJ/kg, es decir, por cada kilogramo de acero producido se generan 35 megajulios. Por consiguiente, el policloruro de vinilo (PVC) aparece como uno de los materiales más novedosos para principios del siglo XXI, siendo considerado uno de los materiales que más contamina, pero que también tiene la capacidad de reciclar los sus desechos para fabricarlos nuevamente. La relación entre producción y contaminación es la siguiente: por cada tonelada de PVC producida se libera 2.2 toneladas de CO₂ (Torres, 2020).

El ladrillo es uno de los principales materiales utilizados dentro de la amazonía, existiendo fábricas artesanales que lo producen para el mercado interno. Respecto a la energía incorporada, el ladrillo tiene un valor de 1.33 MJ/Kg, siendo uno de los materiales mas bondadosos con el medio ambiente, ya que la energía que se utiliza para la fabricación de este material es muy reducida en comparación con otros materiales industrializados.

1.4.1. Materiales en el Ecuador

Los datos estadísticos del INEC muestran información de los materiales de construcción más usados en las viviendas del Ecuador. El análisis se hizo en un periodo de 4 años desde el 2013 hasta el 2017 (ver figura 1.16). Finalmente, estos materiales conllevan un proceso de fabricación que genera grandes cantidades de CO₂.

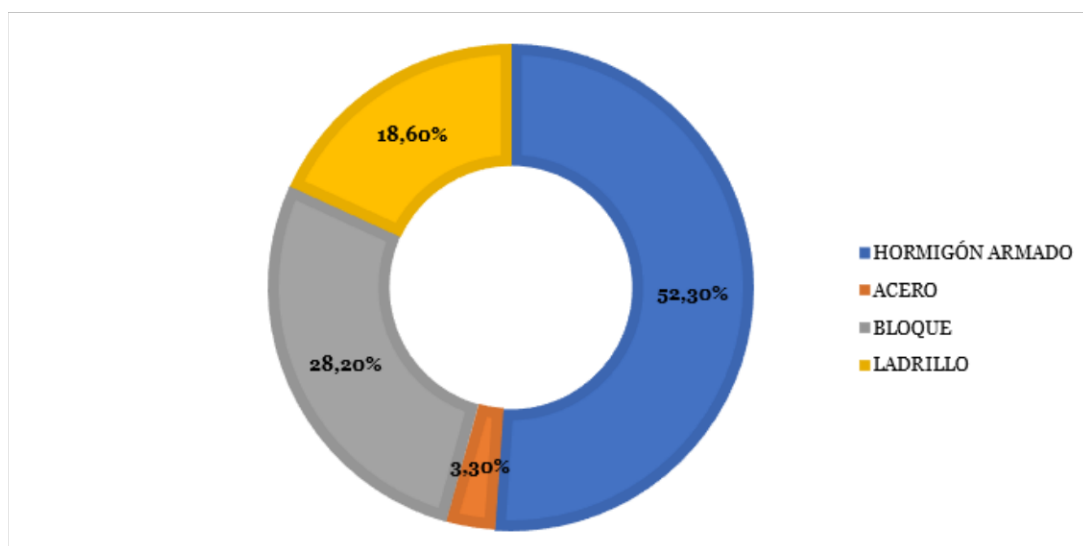


FIGURA 1.16: Materiales con mayor demanda en el Ecuador. Elaboración propia con datos de: (INEC, 2017).

El Hormigón armado es considerado el material más utilizado dentro de este territorio. Se ubica como el principal elemento constructivo debido al volumen empleado en los

proyectos constructivos. Como consecuencia negativa causa el mayor impacto ambiental debido al nivel de contaminación que causa todo su proceso de producción (Barragán y Terrados, 2017). Asimismo, el bloque aparece como uno de los materiales más novedosos para principio del siglo XXI. En la gráfica 1.16 se puede ver que existe una demanda del 28.2% de este material comprendido el periodo del año 2006 al 2016. Dentro de la producción, las empresas registradas en el país que producen este material oscilan de 372 a 458 que proveen materiales principales e insumos para la fabricación de bloques y adoquines.

El ladrillo es uno de los materiales tradicionales dentro de la Sierra y Oriente, se ha construido desde la antigüedad con este elemento. Se presenta como una alternativa dentro del campo de la construcción ocupando el tercer lugar de los materiales con mayor demanda a escala nacional. Dentro del análisis nacional durante el año 2017 existen 1169 empresas dedicadas a elaborar ladrillo en el mundo en todas las presentaciones. En cuanto a la contaminación generada, por cada tonelada de ladrillo producido se genera 0.27 toneladas de CO₂ que son directamente liberadas a la atmósfera (Koroneos y Dompros, 2007).

Por último, el acero es considerado el cuarto material más utilizado a escala nacional y considerado el material más novedoso a finales del siglo pasado, la combinación de hierro-cemento ha logrado el boom de la construcción en altura y proyectos de gran cómo refinerías y centrales hidroeléctricas dentro del país. En la actualidad existe una tasa de crecimiento anual del 18.5% (Koroneos y Dompros, 2007).

1.4.2. Materiales en la Amazonía

Dentro del territorio amazónico aún se mantienen varias técnicas de construcción ancestrales en combinación con materiales modernos. El conocimiento de los materiales de construcción más utilizados se ve directamente relacionado a los elementos analizados a nivel nacional con la diferencia de un producto que sobresale en esta región. La madera se presenta como uno de los materiales más utilizados por sus propiedades mecánicas y la facilidad de obtención y procesamiento. En la figura 1.17 se puede evidenciar el porcentaje de utilización de los cuatro elementos que sobresalen en esta región.

Sin embargo, el hormigón armado sigue siendo el más predominante con un porcentaje de representación del 64.10% en esta región y se ubica como el principal elemento constructivo, dejando de lado los materiales autóctonos de la Amazonía a raíz de la globalización.

El ladrillo es otro de los materiales con mayor demanda, con un 48.10%. Dentro de la región amazónica existen 21 fábricas dedicadas a la explotación del ladrillo que representan el 5% de la producción total a nivel nacional y se presenta como una alternativa dentro del campo de la construcción al ser elaborado y procesado con materia prima del lugar.

Asimismo, la madera aparece como uno de los materiales más empleados dentro de este territorio, cabe resaltar que este elemento se encuentra en cantidad y con gran variedad

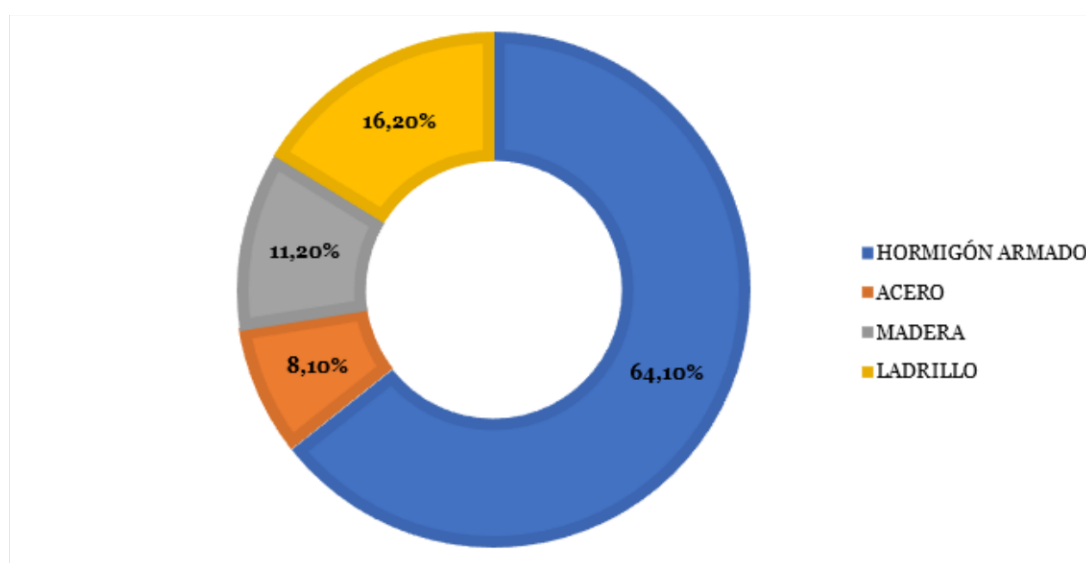


FIGURA 1.17: Materiales con mayor demanda en la Amazonía Ecuatoriana. Elaboración propia con datos de: (INEC, 2017).

dentro de esta región. Por último, el acero es considerado el cuarto material más utilizado y novedoso dentro de la región amazónica. El crecimiento en la demanda es similar a nivel nacional con una tasa de crecimiento del 18.5 % (Koroneos y Dompros, 2007).

Por otro lado, los materiales que se explotan dentro de esta zona son todas las rocas y minerales naturales que se emplean en la construcción de obras civiles como viviendas, puentes, edificios, entre otros. Existen canteras en la región amazónica para la explotación de los mismos; de igual manera, los ríos caudalosos acarrear en su lecho de río grandes volúmenes de grava, gravilla, arena fina y gruesa que es explotada y difícil de cuantificarla en toda esta región. Son materias primas que se pueden aprovechar de mejor manera por sus grandes bondades, además de generar un impacto ambiental bajo debido a que su energía incorporada es muy reducida.

1.4.3. Materiales y su energía incorporada

Todos los elementos que conforman el sistema constructivo de una vivienda emplean energía en todo su proceso de extracción, transporte, fabricación y uso final, a esta energía se ha denominado como Energía Incorporada (EI), hace referencia al nivel de consumo de energía que se ocupa para producir determinados bienes y servicios. Se puede decir que la energía se encuentra de manera directa dentro de un elemento debido a su proceso de industrialización, mientras que, existe la energía indirecta que se calcula en una estimación por cuestiones de extracción, transporte, procesamiento, entre otros. (Torres, 2020)

En la tabla 1.9 se observa como puede existir una variación de EI en cada material. Por ejemplo, un hormigón 1:2:4 tiene un peso específico de 2400 Kg/m³ y posee una energía incorporada de 1.5 MJ/Kg, es importante recalcar que este valor es hasta finales del siglo pasado, ya que en la actualidad por políticas medio ambientales ha bajado a 0.82MJ/Kg.

Por otro lado, el acero virgen tiene un peso específico de 7850 Kg/m³ y posee una energía incorporada de 37.48 MJ/Kg.

Tabla 1.9: Energía incorporada y emisiones de CO₂ en materiales principales de construcción.

Materiales	Valor EE (MJ/Kg)	País	EE condición de contorno	Peso específico (Kg/m ³)
Hormigón 1:2:4	1.15	Australia	C.G.	2400
Hormigón 1:2:4*	0.82	Inglaterra	C.G.	2400
Mortero de cemento 1:4	1.11	Inglaterra	C.G.	2001
Bloque hueco pómez	3.74	Ecuador	GG	1560
Piedra estructural	0.5	Inglaterra	C.G.	2700
Ladrillo macizo art.	1.33	Ecuador	GG	1800
Ladrillo hueco art.	1.33	Ecuador	GG	1800
Azulejo artesanal	3	Inglaterra	C.G.	1600
Baldosa vitrificada	6.2	Inglaterra	C.G.	1600
Suelo vitrificado cerámica	8	España	CS	4500
Gres porcelánico	25.5	España	CS	5000
Aluminio primario	224.1	Inglaterra	C.G.	2700
Aluminio (33 %) reciclado	155	Inglaterra	C.G.	2700
Acero (virgen)	37.48	Inglaterra	C.G.	7850
Acero (40 %) reciclado	24.84	Ecuador	C.G.	7850
Acero inoxidable	57.8	Inglaterra	C.G.	8000
Chapa galvanizada	48.36	Inglaterra	C.G.	8000
Vidrio virgen	40	Inglaterra	C.G.	7850
Fibrocemento	10.4	Inglaterra	C.G.	2500
Yeso artesanal (vegetal)	2.5	Inglaterra	C.G.	1500
Yeso	2.5	España	CS	1500
Panel de yeso cartón	7	España	CS	1750
Estructura de cartón yeso	7	España	CS	833
Pintura plástica	20	España	CS	7850
Piso de madera laminada	36.4	España	CS	1400
Hola de polietileno	110	Alemania	C.G.	650
Madera	1.5	Brasil	C.S	500
Aglomerado de chapa	23	Inglaterra	C.G.	670

Fuente: Elaboración propia con datos de: Torres, et al. (2022).

La EI no tiene el mismo valor en cada lugar, ya que existen variaciones en cada región de mundo. Por ello ha habido extensos esfuerzos en diferentes países durante las últimas décadas para la evaluación de la energía incorporada para conocer con exactitud los valores de los materiales de construcción. En el Ecuador existen muy pocos estudios al ser un país con cuatro regiones que tienen diferente clima. En el presente trabajo se analizarán los

materiales de construcción en 4 diferentes periodos en la Amazonia, para de esta manera tener datos más exactos de los valores de EI en esta zona.

Por último, los valores de EI de diversos estudios difieren ampliamente como consecuencia de las diferencias en la zona de estudio, ya que, materiales como la madera, piedra, ladrillo, entre otros, son elementos de origen natural que una vez implementados en la construcción no generan un impacto ambiental y energético significativo. No obstante, es necesario tener una base de conocimiento sobre las soluciones constructivas para que se pueda diseñar una propuesta con soluciones sostenibles y confort dentro de la edificación.

1.5. Resumen del capítulo

La industrialización ha sido un proceso que ha marcado el antes y después de la economía mundial, esto ha influido en el estado de desarrollo tecnológico de todos los sectores económicos. El sector constructivo no queda fuera de este panorama, se ha realizado una investigación para conocer la cantidad de producción que se genera dentro de este campo en específico, con lo cual, dentro del análisis de la construcción en América Latina se ha evidenciado que el impacto global ha influido en toda la región.

Se ha podido entender el significado de energía incorporada (EI) y la importancia que tiene todo el proceso de extracción, transporte, producción, entre otros, con la contaminación provocada a causa de ello. En el Ecuador, los materiales de construcción tradicionales han sido reemplazados por materiales como el cemento, hierro, entre otros.

En el estudio cuantitativo, para determinar la cantidad de producción y el nivel de contaminación con CO₂ que es liberado hacia la atmósfera, se ha evidenciado la gran cantidad de emisiones que ha causado el campo de la construcción dentro del país.

También se realizó un análisis de los materiales de construcción que se han utilizado en la Amazonía Ecuatoriana, donde en las construcciones autóctonas se puede evidenciar la utilización de materiales de la localidad con baja energía incorporada, como la piedra, madera natural, tierra, entre otros. En contraste, al inicio del siglo XXI se han modernizado con materiales industrializados.

EL CAMBIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y LA ENERGÍA INCORPORADA EN LA AMAZONIA

El presente capítulo hace un análisis del cambio de los sistemas constructivos en la Amazonía ecuatoriana, en donde se realiza una comparación entre los sistemas constructivos utilizados en diferentes épocas, esto permitirá determinar si se han generado o no cambios en el modo de construir en un periodo que empieza en los años 1980 hasta llegar al año 2020

Para este análisis, también se realizará el cálculo de energía incorporada en la región amazónica, para lo cual se ha elegido analizar cuatro viviendas construidas en diferentes periodos en el cantón Yacuambi. En la primera parte nos centramos en un análisis de campo, para lo cual se ha realizado un levantamiento planimétrico y fotográfico mediante visitas in situ a las viviendas que fueron consideradas objeto de análisis, esto nos ayudará determinar los materiales empleados en la ciudad de Yacuambi provincia de Zamora Chinchipe. En la segunda parte se realiza una recopilación de datos bibliográficos a través del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y han sido procesados a través del REDATAM. Por otro lado,

Dentro de la información levantada in situ, se realiza un análisis detallado de toda la vivienda que se divide por componentes: estructura, envolvente y acabado. En fin de esta evaluación es para conocer el volumen de obra y través de ellos determinar la cantidad y el tipo de materiales que se han usado en el proceso constructivo. Posteriormente esto nos permite conocer el valor de la Energía Incorporada y su valor por metro cuadrado dentro de cada vivienda. Finalmente se hace un análisis de los cuatro casos de estudio y una valoración estimada en años con referencia al nivel de energía utilizada dentro de cada edificación.

2.1. Perspectiva de la evolución de la energía incorporada a nivel del Ecuador

Es necesario recalcar que existen muy poca información enfocada a la energía incorporada en el Ecuador. En este contexto, el artículo “*The evolution of embodied energy in andean residential buildings. Methodology applied to Cuenca-Ecuador*” se enfoca en el

impacto ambiental de la integración de nuevas decisiones arquitectónicas referidas a materiales y sistemas constructivos en la región andina del Ecuador, específicamente en la ciudad de Cuenca. Además, se realiza una evaluación del cambio de Energía Incorporada de los edificios residenciales en las últimas décadas desde la perspectiva de las decisiones arquitectónicas (Torres Quezada *et al.*, 2022).

En este estudio los cálculos comienzan con la cuantificación del volumen total de los materiales utilizados en la Estructura, Envoltente y Acabados de un número determinado de edificios de la ciudad de Cuenca. Una vez obtenido este resultado, se multiplica el volumen total de cada material por su peso específico, tomado de la literatura de fabricación nacional y local para obtener los valores del peso total de cada material (Torres Quezada *et al.*, 2022).

En última instancia, el valor del peso total de cada material utilizado en cada componente se multiplica por su peso específico. Posteriormente, el peso específico se multiplica por el valor de la Energía Incorporada de cada elemento. Adicionalmente, los elementos constructivos de cada componente considerados para los cálculos se centran en la superficie total del edificio (Torres Quezada *et al.*, 2022).

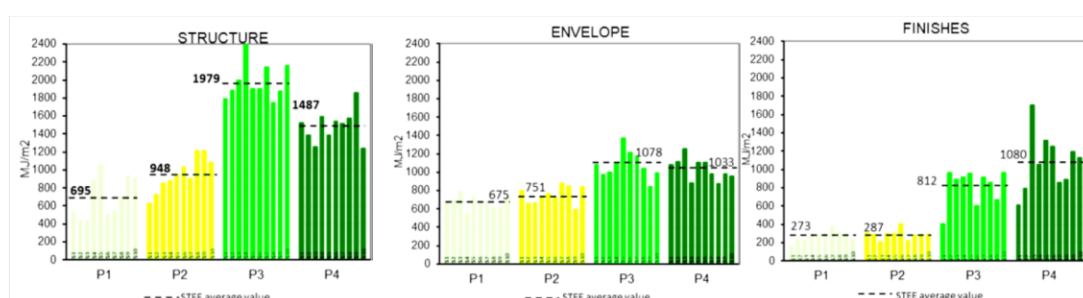


FIGURA 2.1: Análisis de la estructura, envoltente y acabados de cuatro periodos de estudio en Cuenca-Ecuador. Fuente y elaboración: (Torres Quezada *et al.*, 2022).

Los resultados obtenidos de los cálculos de EI (Energía Incorporada) se analizan en dos partes. Por un lado, se ha evaluado de forma independiente el cambio de cada componente a lo largo de los cuatro periodos (figura 2.1) donde se puede ver un crecimiento ascendente de la EI a lo largo de los cuatro periodos. En el periodo tres se puede ver una predominancia de la estructura, uno de los factores principales que influyó en este resultado fue el cambio de época y la dolarización.

Por último, se ha realizado un análisis de todo el EI de los edificios de cada época y comparado entre ellos como se ve en la figura 2.2. En este artículo se sustenta que los factores como: inserción de nuevos sistemas constructivos, la llegada de nuevos materiales y las tendencias arquitectónicas de los últimos tiempos generan un impacto negativo en la región además del notable incremento de Energía Incorporada en las nuevas edificaciones. (Torres Quezada *et al.*, 2022).

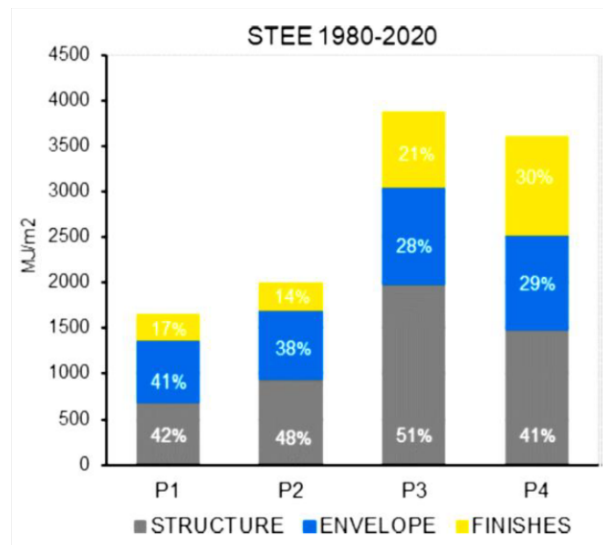


FIGURA 2.2: Gráfico comparativo de la estructura, envoltente y acabados de los cuatro periodos de estudio en Cuenca-Ecuador. Fuente y elaboración: (Torres Quezada et al., 2022).

Por otra parte, con datos del INEC 1990 se puede hacer una comparación de la evolución de los materiales del año 1990 al 2020. Para este análisis se tomó como referencia la envoltente, pisos y estructura de las edificaciones, esto permite tomar como referencia la información de las viviendas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador.

Envoltente

En la figura 2.3, para el año 1990 el hormigón representa el 57.72 % siendo el material más utilizado, en cambio, para el año 2010 los ladrillos y bloques representan el 68.89 % siendo estos dos elementos los más empleados en los ensamblajes de muros.

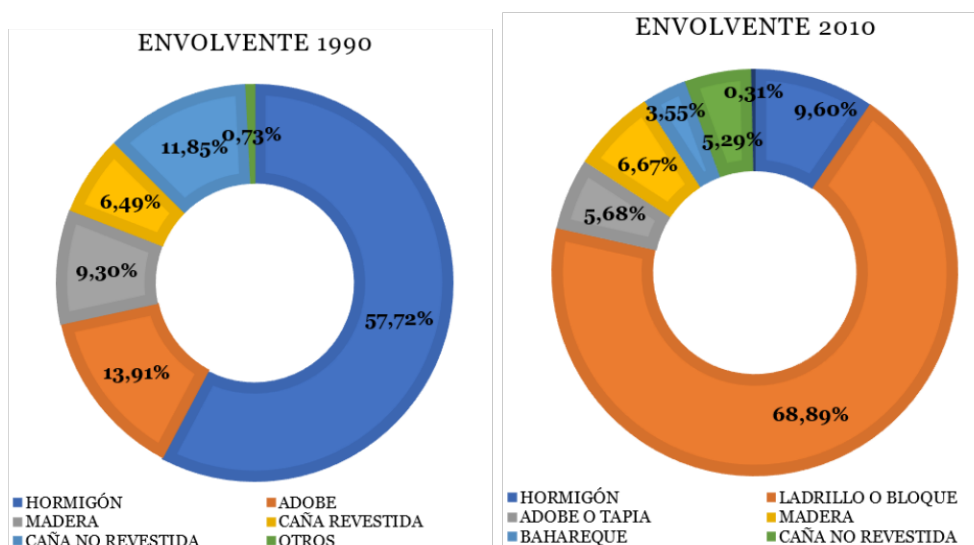


FIGURA 2.3: Análisis de la envoltente de las construcciones en el Ecuador en los años 1990-2010. Elaboración propia con datos de: (M. E. Acosta, 2009).

Pisos

En la figura 2.4, para el año 1990 el entablado o parquet predominaba en los pisos de las construcciones en el Ecuador con un 42.57 %, en segundo lugar, está el ladrillo o cemento con una 26.27 % seguido por la baldosa y el vinil con el 13.85 %. Por otro lado, la caña y la tierra son los materiales menos utilizados con 4.66 % y 12.01 % respectivamente, en el primer caso es muy común este tipo de construcciones en la Costa y Amazonía.

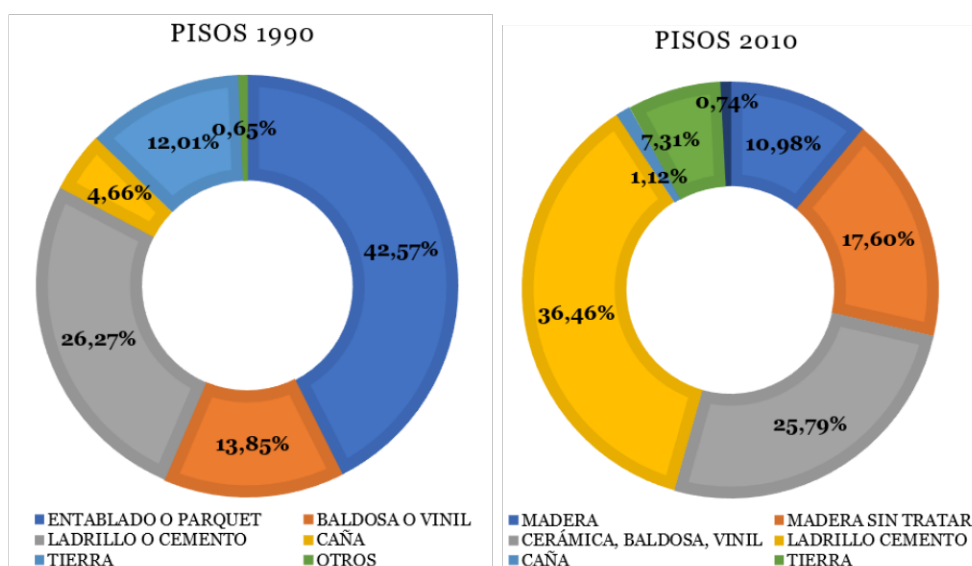


FIGURA 2.4: Análisis de los pisos de las construcciones en el Ecuador en los años 1990-2010. Elaboración propia con datos de: (M. E. Acosta, 2009).

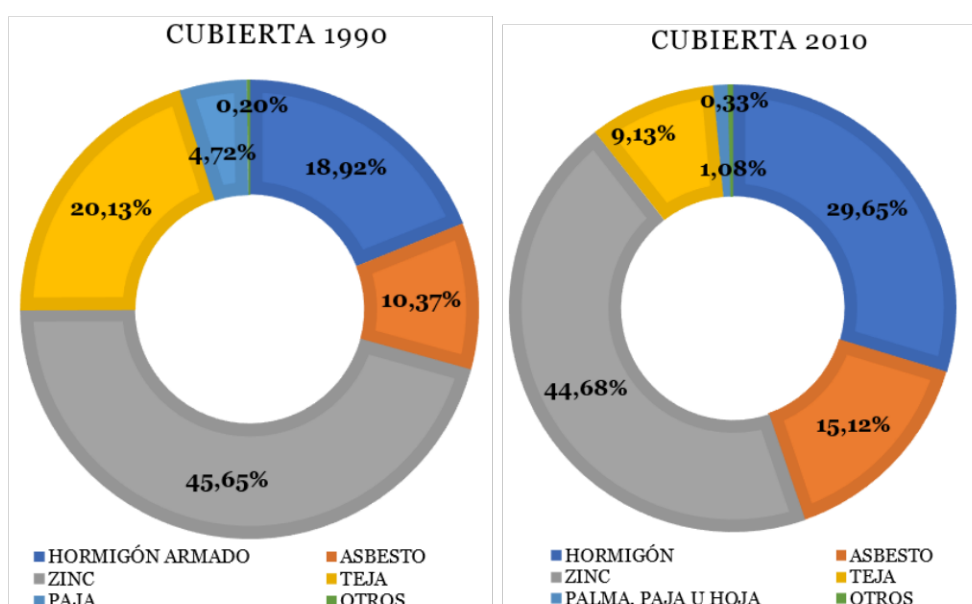


FIGURA 2.5: Análisis de las cubiertas de las construcciones en el Ecuador en los años 1990-2010. Elaboración propia con datos de: (M. E. Acosta, 2009).

En la figura 2.5, el zinc ha predominado hasta la actualidad, con un 44.68 % en el año 2010 tuvo una variación de aproximadamente el 1 % desde 1990. La teja es el segundo material más utilizado en el primer periodo, pero en el último censo se desplaza hasta el cuarto lugar con un 9.13 %. Por otro lado, paja y palma con los materiales que menos se utilizaron en ambas épocas siendo más común en la Amazonía.

En 2015, el 93 % de todas las construcciones tenían estructura de hormigón, del total de estructuras de hormigón el 88 % eran edificios residenciales marcando una tendencia por la demanda de materiales industrializados dentro de este periodo.

Para finalizar este apartado es necesario analizar el cambio de materiales que se dio dentro de este periodo (1990-2020) se han dejado de lado sistemas constructivos vernáculos y materiales de la zona para incorporar materia industrializada y con alta Energía Incorporada.

2.2. Cambio de los sistemas constructivos en la Amazonía

En esta zona ecuatoriana en un principio las construcciones eran autóctonas, los pueblos y nacionalidades que habitaban esta región realizaban edificaciones tomando lo que la naturaleza les proporcionaba. (Arcos y Alonso, 2020); manifiestan: “En todas partes hallan materiales para sus casas, que se componen de palos gruesos por pilares, de varas para la armazón del techo y de hojas de palma para cubrir la fábrica. Cada uno es carpintero y hace por sí mismo lo necesario hasta dejar su choza perfecta” (p. 67). Los sistemas constructivos en un principio fueron usando plantas circulares o rectangulares, con una planta libre en el interior donde se realizan todo tipo de actividades.

En la estructura (vigas y columnas) de las viviendas predomina a la madera, las cubiertas son en su mayoría de paja u hoja de palmera típica del oriente, las paredes se levantan con madera (tablas y tiras). En los años de transición hasta llegar a los años 80 la evolución arquitectónica se mantuvo, luego de este periodo fueron apareciendo nuevos sistemas de construcción con la llegada de los materiales globalizados (Armani, 2005).

El primer registro documentado sobre las características constructivas en toda la región amazónica aparece en el año de 1990. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) hace público los datos obtenidos a través del censo en aquel año. En base a anterior, se realiza un balance (ver figura 2.6) de los sistemas constructivos de los años 1990 y 2010 para analizar el porcentaje de materiales que fueron utilizados en dos diferentes épocas.

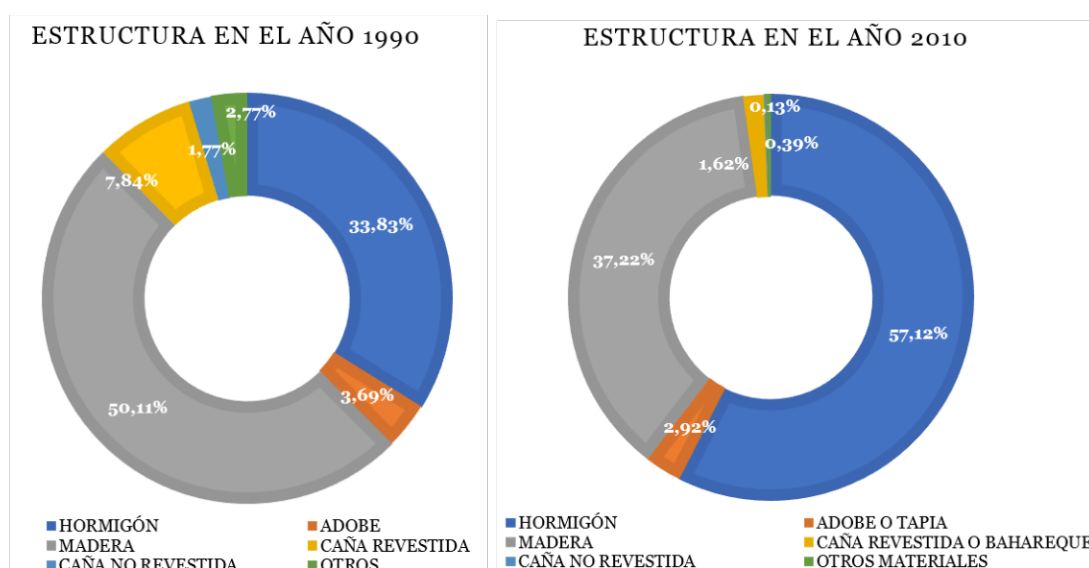


FIGURA 2.6: Análisis de las construcciones en la Amazonía ecuatoriana (1990-2010). Elaboración propia con datos de: (Beltrán, 2013).

De acuerdo con estos datos, la estructura de las viviendas en el año de 1990 muestra el predominio de la madera con un 50.11 %, seguido del hormigón con un 33.83 % y en tercer lugar la caña revestida con un 7.84 %. Se puede decir que, más del 50 % de las viviendas de la amazonia eran construidas con estructura de madera. Por otro lado, en el año 2010 el 57.12 % de las estructuras son de hormigón, seguidos por la madera con un 37.22 % y un 2.92 % para el adobe o tapia. Es decir, en dos décadas se realizó un cambio radical en los sistemas constructivos, en un principio predominaba la madera a nivel de la Amazonía, mientras que, en el último censo se cambian al hormigón casi un 60 % de la población.

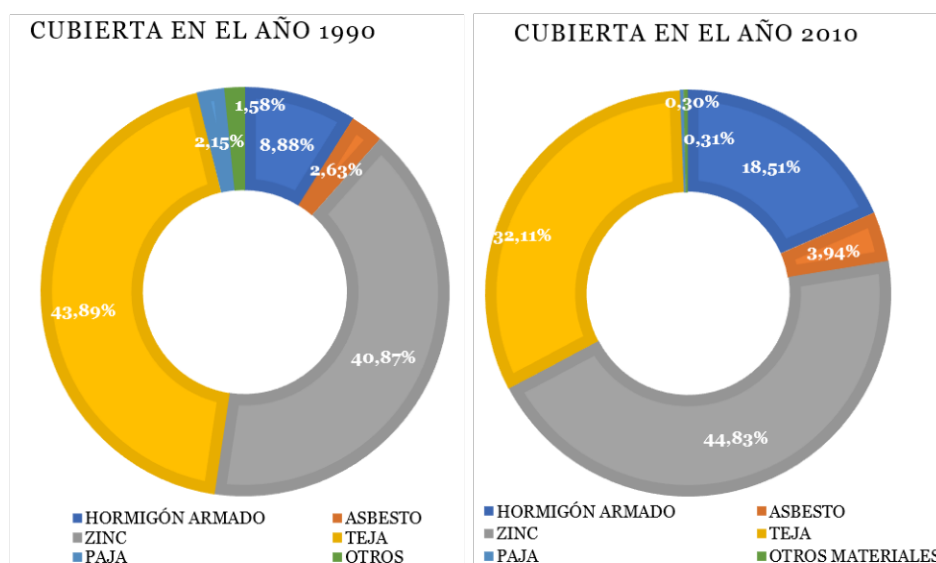


FIGURA 2.7: Análisis del cambio de materiales de construcción en la Amazonía. Elaboración propia con datos de: (Beltrán, 2013).

Las cubiertas también presentan un cambio notorio en ambas épocas (ver figura 2.7), en el año 1990 se muestra el predominio de la teja con un 43.89 %, seguido del zinc con un 40.87 % y en tercer lugar el hormigón armado con un 8.88 %. Por otro lado, en el año 2010 el 44.83 % de las cubiertas son de aleación de zinc (láminas de zinc), seguidos por la teja con un 32.11 % y un 18.51 % para el hormigón armado.

Una vivienda construida con materiales locales y utilizando el sistema tradicional puede llegar a consumir hasta 3.8 y 3.5 menos energía que una construcción con materiales de construcción de la actualidad (Macias *et al.*, 2017). Dicho esto, los resultados entre ambos sistemas están a la vista y significan reducción de energía en el primer caso y aumento de consumo energético en el segundo.

En consecuencia, a causa de la modernización las construcciones dejaron de ser vernáculas (construcciones de madera, paja, hoja de palmera) para ocupar materiales de construcción que llegaron por causa de la globalización como el cemento, el acero, aluminio, entre otros.

2.3. Evolución de la Energía Incorporada en las edificaciones de la Amazonia

Hasta la actualidad no existe un estudio que esté relacionado a la energía incorporada y el impacto que ha tenido la evolución de los materiales de construcción en las edificaciones dentro de la región amazónica. Es necesario tener una base técnica y científica sobre los lineamientos arquitectónicos y constructivos para futuras proyectos. Asimismo, deben estar orientados a la reducción de contaminación en todo el ciclo de vida de una edificación.

Para realizar un análisis de la evolución de la energía incorporada en las edificaciones de la Amazonía se ha tomado cuatro casos de estudio en el cantón Yacuambi, lugar donde más adelante se realizará la propuesta arquitectónica de un centro de interpretación cultural.

El análisis se realizará en viviendas de carácter residencial dentro de los periodos: 1980-1990 (Casa Montaña), 1991-2000 (Casa Seas), 2001-2010 (Casa Morocho) y 2011-2020 (Casa Poma). No se ha considerado analizar edificaciones de equipamiento público debido a que no existen los suficientes caso de estudio dentro del cantón. La información tomada a consideración es de acuerdo a los datos obtenidos por una visita de campo dentro de estas edificaciones y los datos obtenidos a través del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

2.3.1. Análisis por componentes

El proceso para determinar el impacto del cambio de sistemas constructivos en la EI de los edificios residenciales en la región amazónica del Ecuador comienza con la selección de los casos a analizar. Asimismo, se preseleccionó un conjunto de edificaciones a través de un proceso aleatorio que considera el año de construcción y la función que cumplen

(residencial); esta preselección fue adquirida de una base de datos del INEC y procesados por REDATAM. Los casos de estudio se explican en la siguiente sección.

Descripción de vivienda periodo 1 (P1: 1980-1990)

Nombre de la vivienda: Casa Montaña

Año: 1989

Autor: Naún Montaña

Ubicación:

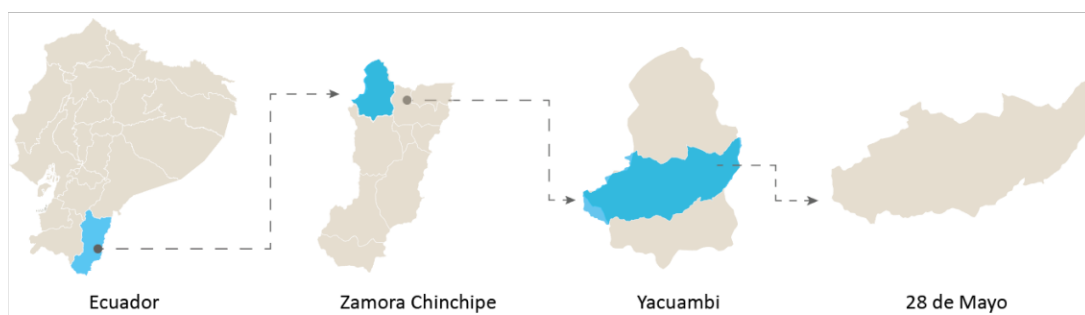


FIGURA 2.8: Macrolocalización del cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

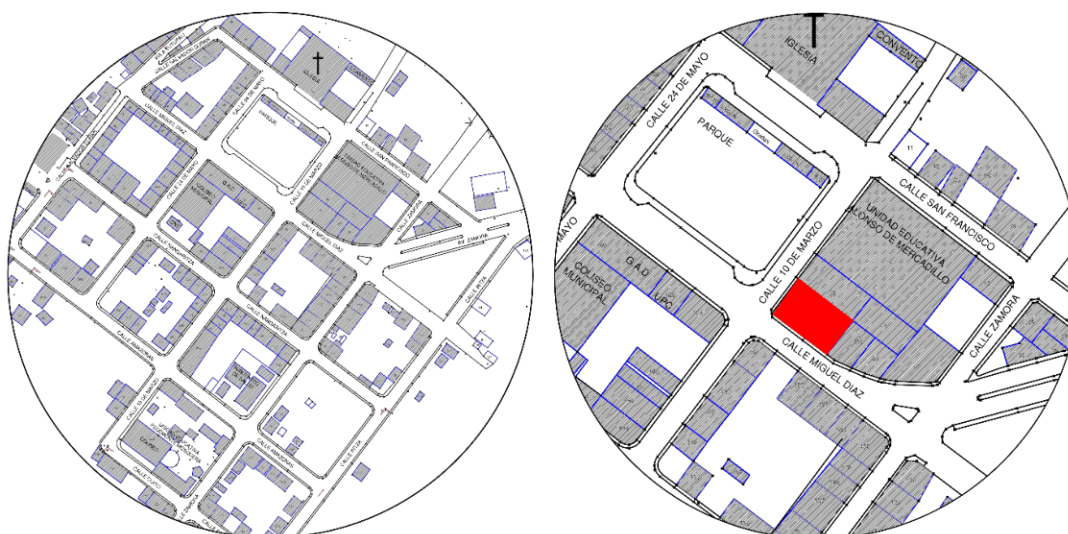


FIGURA 2.9: 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la casa Montaña. Fuente: Elaboración propia.

Para el primer periodo se ha tomado una vivienda construida en el año 1989, está compuesta por dos plantas, su área de construcción es de 132.88 m² (Figura 2.10). Los cimientos de la vivienda son de hormigón ciclópeo. Además, posee un sobrecimiento con las mismas características, sobre este elemento se asientan muros portantes de adobe en toda la primera planta.

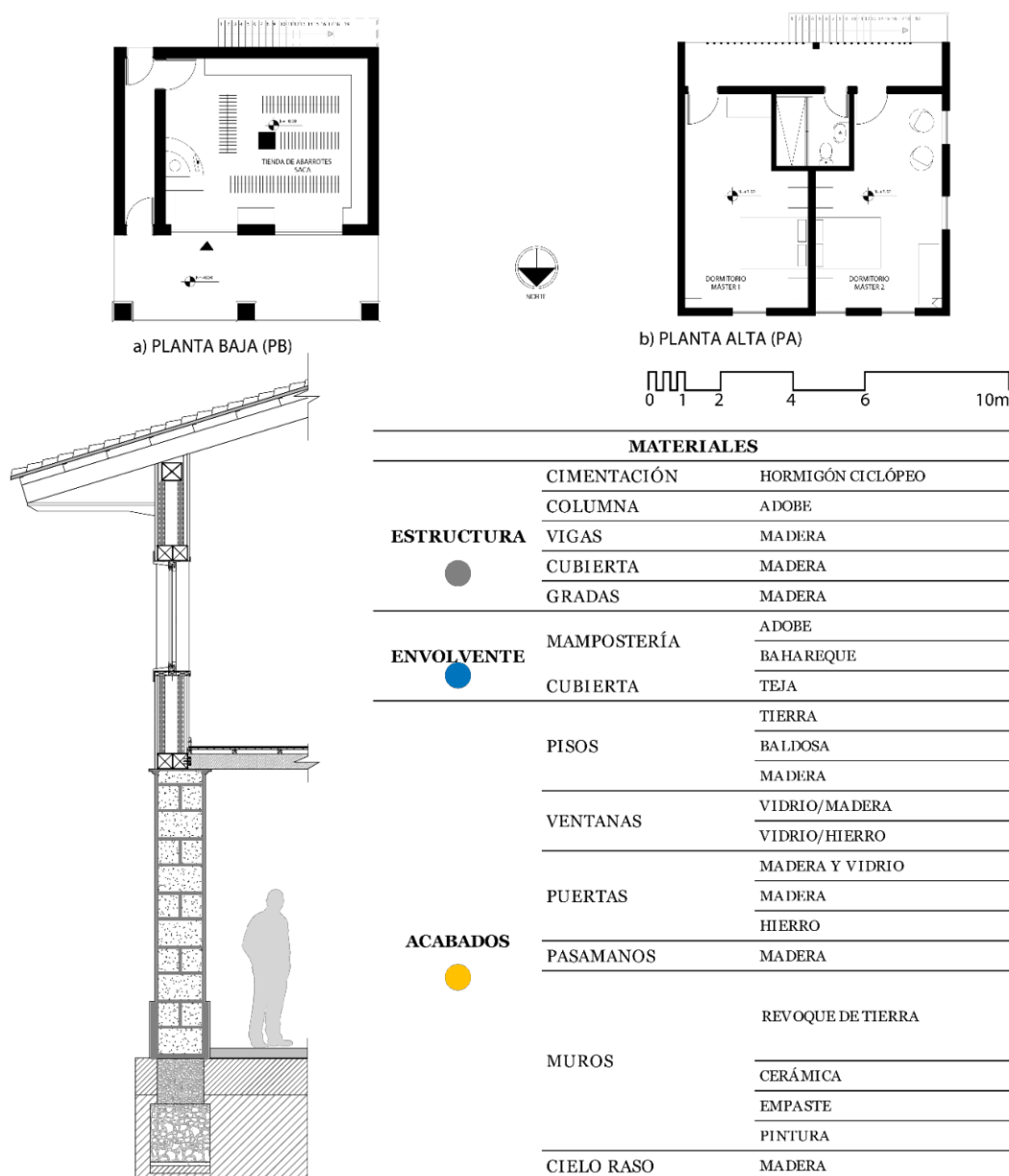


FIGURA 2.10: a) Planos de planta baja. b) Planos de planta alta. c) Sección constructiva. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la envolvente se puede encontrar dos materiales diferentes en dos zonas de la casa, por un lado, en la primera planta existe un sistema constructivo a base de muros portantes de adobe y columnas del mismo tipo. Por otro lado, en la planta alta toda la envolvente es a base de muros de bahareque (figura 2.10). La conexión entre pisos a través de una escalera de madera ubicada en la parte posterior de la vivienda.

En las ventanas el material predominante es el vidrio que se ha combinado con: hierro y

madera en diferentes espacios de la vivienda. En cuanto a acabados, en diferentes espacios se han distribuido tres tipos de materiales; cemento natural (primer piso), baldosa (en zonas húmedas) y madera (segundo piso).

Los pasamanos están ubicados en un solo espacio de la edificación, están en la parte posterior de la vivienda y son netamente de madera artesanal. Los muros tienen revoque de cemento con una capa de empastado y recubrimiento de pintura de agua en el segundo piso y parte del primero. En el primer piso tiene un 50 % de pintura esmalte y el otro 50 % de pintura de agua.

Análisis vivienda periodo 1 (P1: 1980-1990)

La vivienda está orientada en sentido norte-sur, su fachada principal está ubicada hacia el norte, en donde se ubica el acceso principal a la vivienda, como se observa en la figura 2.11, los materiales predominantes en fachada son el recubrimiento de pintura de agua y esmalte, ventanas de hierro/vidrio, puertas de hierro (primera planta), puerta de madera (planta alta) y la cubierta de teja artesanal con estructura de madera.



FIGURA 2.11: Casa Montaña. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del análisis de energía incorporada en la vivienda Montaña (ver Anexo 1), dentro de la estructura, envolvente y acabados se muestra (ver figura 2.11) la cantidad de Energía Incorporada (EI) que demandó esta vivienda, además se realiza un análisis detallado de estas tres componentes.

En la primera componente (ver figura 2.12), la envolvente obtiene una EI de 424 MJ/m², siendo la cantidad que más alta con una diferencia mínima frente a los otros dos

elementos analizados, uno de los factores que provocan que esta componente tenga una EI tan alta es por los gruesos muros de adobe en primera planta y los muros de bahareque en segunda planta. Además, tiene columnas de tierra que provocan que la edificación tenga un peso muy elevado. Por otro lado, la estructura tiene un EI 408 MJ/m² y los acabados una Energía Incorporada de 243 MJ/m². Los resultados son bastante similares entre cada componente, aunque se puede rescatar una predominancia de EI dentro de la envolvente.

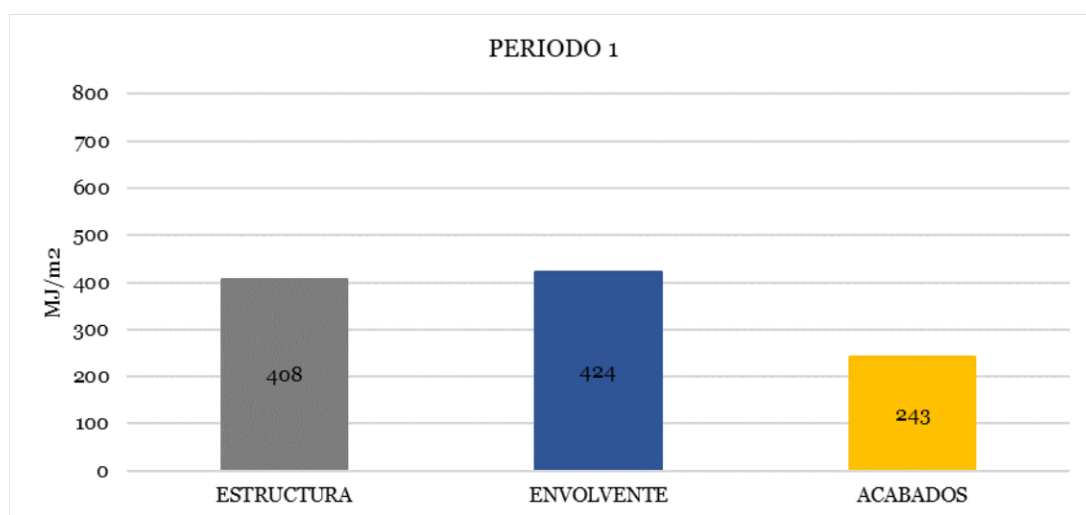


FIGURA 2.12: Análisis de la Energía incorporada de los tres elementos principales en la Casa Montaña. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de cada uno de los componentes que forman la vivienda se han analizado de manera detallada todos los elementos constructivos desde la cimentación hasta la cubierta de cada edificación en cuanto a los materiales y la cantidad de materiales que se ha empleado en la vivienda.

Estructura

Dentro de esta componente se encuentran todos los elementos estructurales como; cimentación, columnas, vigas y losas que permiten darle rigidez a la construcción. La estructura de la vivienda del periodo 1, está conformada por cimientos de hormigón armado. Las cadenas tienen una estructura similar a los cimientos y las columnas son de adobe y tierra. El entrepiso de la vivienda es con estructura de madera (vigas principales y secundarias) y el piso es de madera natural (tabla).

Por otro lado, en la planta alta se encuentra un sistema de paredes de bahareque, su estructura es principalmente de madera y arcilla, las ventanas son de vidrio con marcos de madera. La losa de planta baja tiene una capa de mejoramiento de tierra compactado de 20cm. Las gradas de acceso a la segunda planta están ubicadas en la parte posterior de la vivienda y son de madera. Además, los pasamanos son de madera y están anclados a través de clavos de madera.

La estructura de la cubierta es de madera, las vigas principales son de 10x10cm, las vigas secundarias con de 8x8cm y las tiras de soporte para las tejas son de 5x4cm, estos son los elementos con mayor peso en la vivienda. La cimentación de hormigón ciclópeo (figura 2.13) represente el 75 % de la EI de toda la vivienda debido al volumen de material.

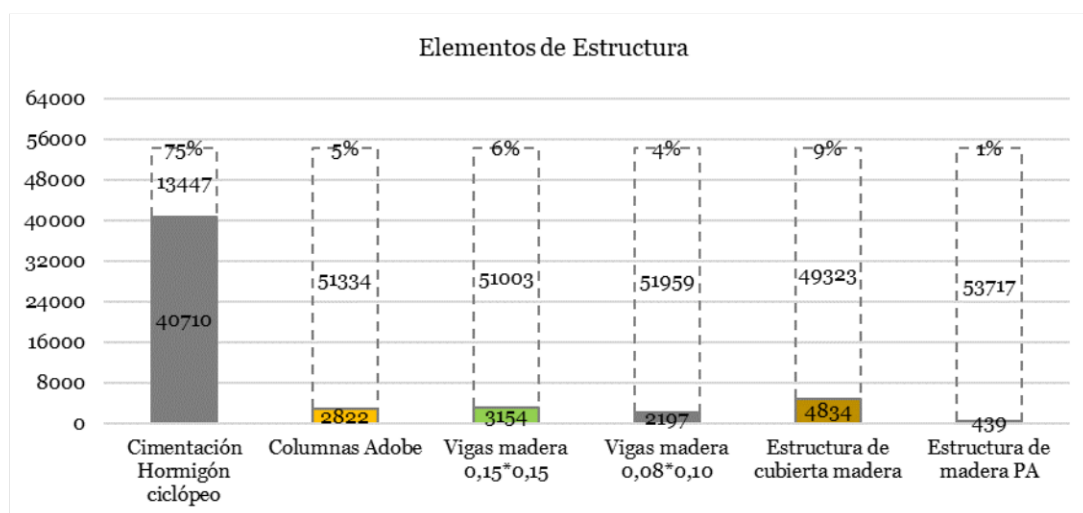


FIGURA 2.13: Análisis de los componentes de la estructura. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.13 se observa que el elemento de menos porcentaje de EI es la estructura de madera en la planta alta con el 1% (429 MJ). Las vigas de madera de 8x10cm (2197 MJ) tienen valores similares a las columnas de adobe (2822 MJ), En cambio, las vigas de madera de 15X15cm representan un 6% del total de la energía incorporada con 3154MJ. Según (Torres Quezada et al., 2022), hace referencia que: “Para comprender el impacto de estos elementos constructivos es necesario analiza las dos variables principales de cada elemento, el peso y energía por unidad de peso de cada uno de los materiales (p.76)”.

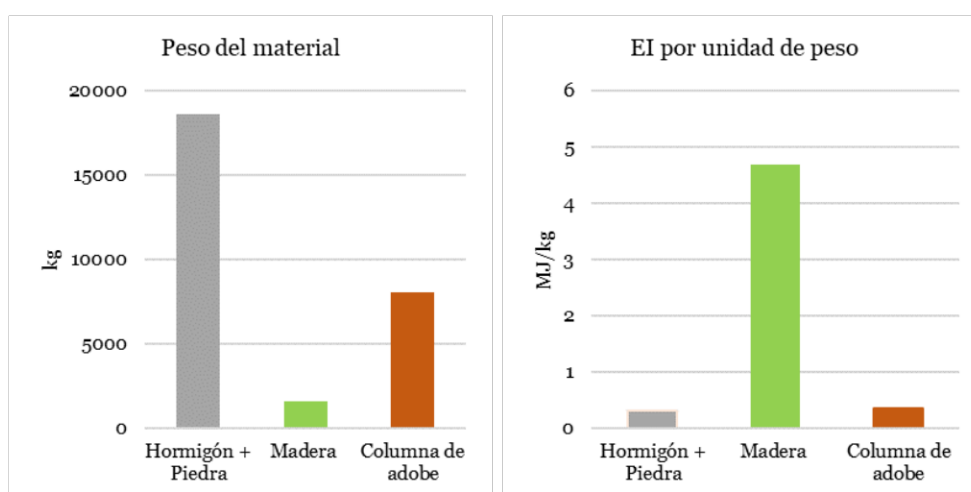


FIGURA 2.14: (1) Peso del material. (2) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los resultados, de acuerdo al peso del material, el hormigón + piedra hasta cinco veces superior dentro de este parámetro. En contraste, los valores dentro de la energía incorporada por unidad de peso son muy inferiores a materiales como la madera y las columnas de adobe de acuerdo al análisis en la figura 2.14.

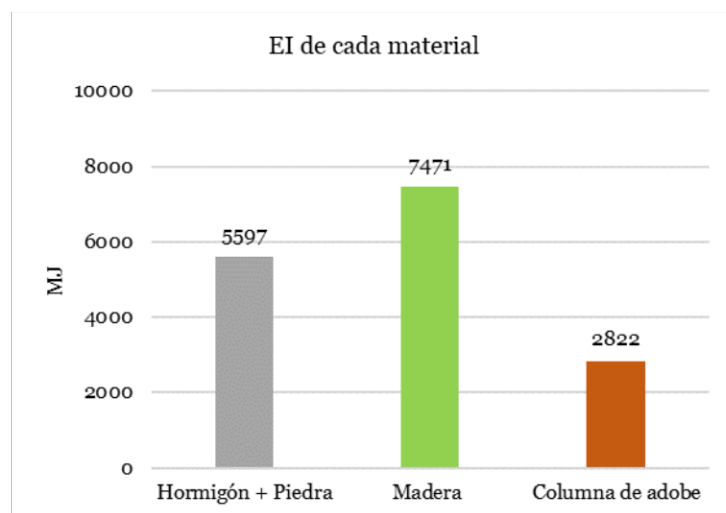


FIGURA 2.15: Energía incorporada total por material. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la figura 2.15, en el análisis de la EI de cada material, el hormigón ciclópeo tiene un total de 5597MJ/m², además es necesario considerar que el volumen de material es muy alto respecto a los demás materiales. La EI de la madera es la más alta con 74711 MJ/m², ocupando el primer lugar en cuanto a Energía Incorporada dentro de esta componente. Por su parte, las columnas de adobe tienen 2822 MJ /m², por lo tanto, tienen un impacto muy inferior al hormigón + piedra.

Envolvente

Dentro de esta componente se encuentran todos los elementos de la envolvente como; ventanas, acabados de cubierta y mampostería, estos elementos permiten crear ambientes internos y externos en una edificación. La envolvente de la vivienda del periodo 1, está configurada de la siguiente manera: los muros están divididos en dos tipos (paredes de adobe y bahareque), la cubierta está protegida por tejas de arcilla artesanal de la zona y las ventanas son en su mayoría de vidrio templado de 4mm con marcos de hierro.

Dentro de análisis en la figura 2.16, el elemento con más porcentaje de relevancia de Energía Incorporada dentro de la edificación en los elementos de la envolvente es el adobe con el 59%, seguido por bahareque 33% y por último la teja con un 8%. Es necesario recalcar que, en cuanto al volumen, ambos elementos de mampostería tienen valores muy elevados mientras que la teja artesanal es notablemente inferior.

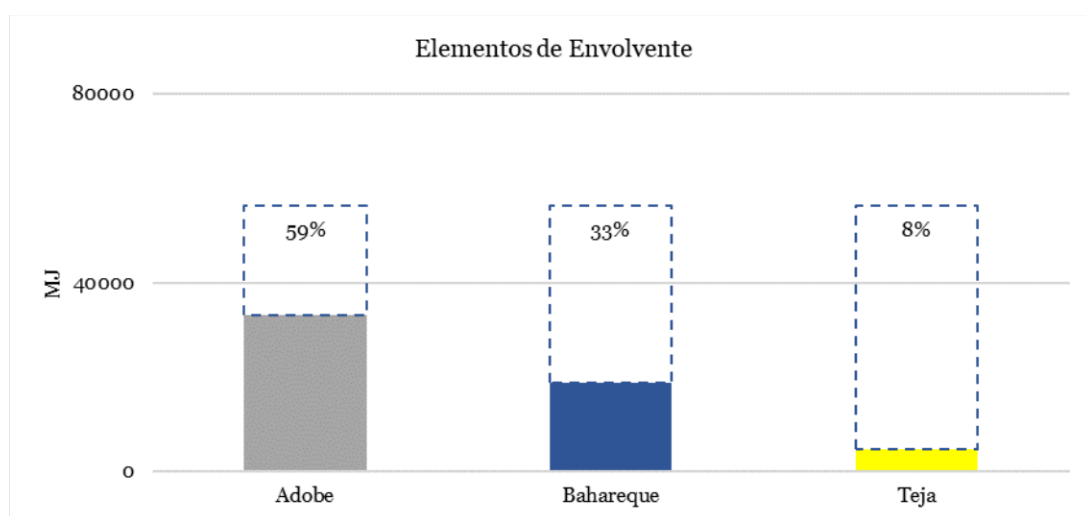


FIGURA 2.16: Elementos de envoltente en la casa Montaña. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al peso del material el adobe es muy superior frente a los demás materiales (por su peso), bahareque (muros de planta alta) ocupa el segundo lugar y la teja se ubican en tercer lugar respectivamente (figura 2.17).

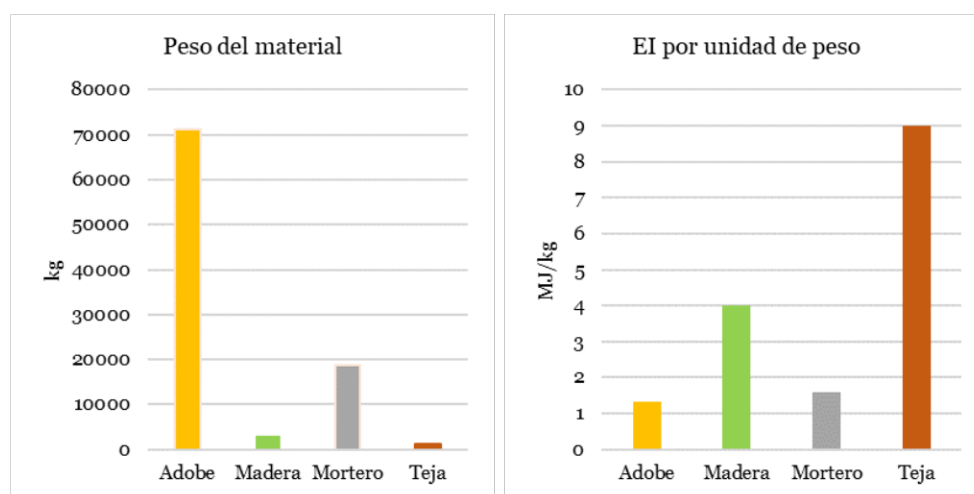


FIGURA 2.17: (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso. Elaboración propia con datos de (Torres Quezada et al., 2022).

En contraste, si se analiza al adobe, los valores dentro del peso del material son muy superior en comparación con demás elementos de esta categoría. La teja por su lado tiene el doble de energía incorporada frente a la madera, pero el del material ocupa el último lugar. Por su parte el mortero tiene valores directamente proporcionales en cuanto a peso del materia y EI por unidad de peso.

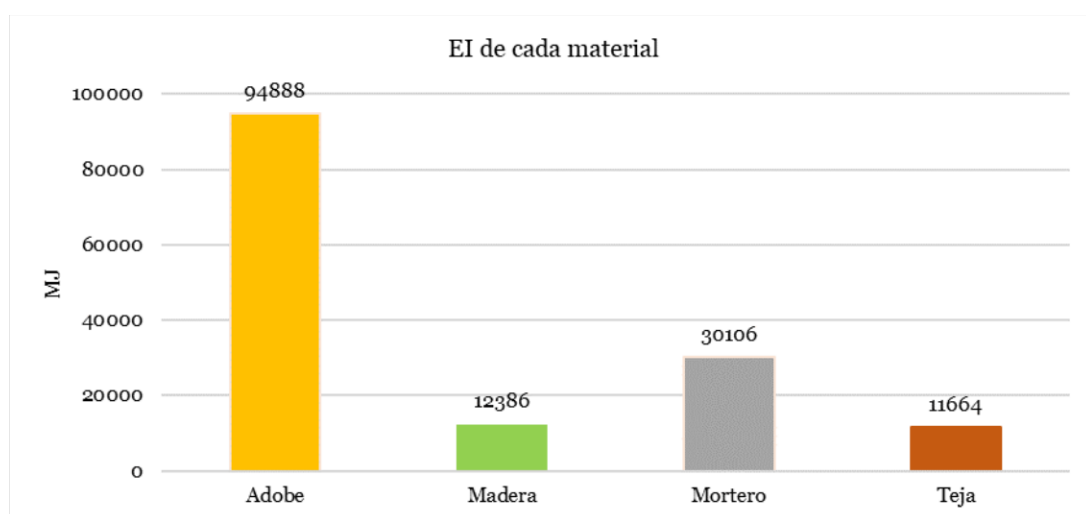


FIGURA 2.18: Energía incorporada total de la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de este análisis (figura 2.18), la envolvente del adobe tiene una incidencia de 94888 MJ, seguido por el mortero con 30106 MJ. Por otro lado, la EI de la teja y la madera son inferiores con 11664 MJ y 12386 MJ respectivamente.

La importancia de analizar este apartado radica en el peso de los materiales, es necesario diseñar proyectos con materiales de baja Energía Incorporada pero que no tengan mucho peso por que al final esto influye en el incremento de EI dentro de un proyecto.

Acabados

Este es el último componente analizado, los acabados se dividen en muros, pisos, puertas, pasamanos, cielo raso y mobiliario. Estos elementos permiten complementar los ambientes internos y externos en una edificación.

De manera general, el elemento con mayor incidencia dentro de esta componente es el cielo raso con el 20 % (figura 2.19), se encuentra distribuido en ambas plantas. El revoque es el siguiente material con mayor incidencia (19%) y se caracteriza por ser de tierra adosada en el adobe en primera planta y en el bahareque en planta alta.

La tierra es el siguiente material con mayor incidencia, con un 16% se encuentra distribuido en todos los muros de la vivienda (interior y exterior) de primera planta. La baldosa ocupa el cuarto lugar con un índice del 11 % y se encuentra principalmente en las zonas húmedas.

La pintura es uno de los materiales con menos incidencia, debido a la mínima cantidad empleada no se refleja un valor mínimo en la tabla, este elemento está en toda la fachada de la vivienda y también en la parte interna. La tabla de madera en los acabados es también notoria, se puede encontrar en los pisos, tiene un 10% de incidencia dentro de esta componente (figura 2.19).

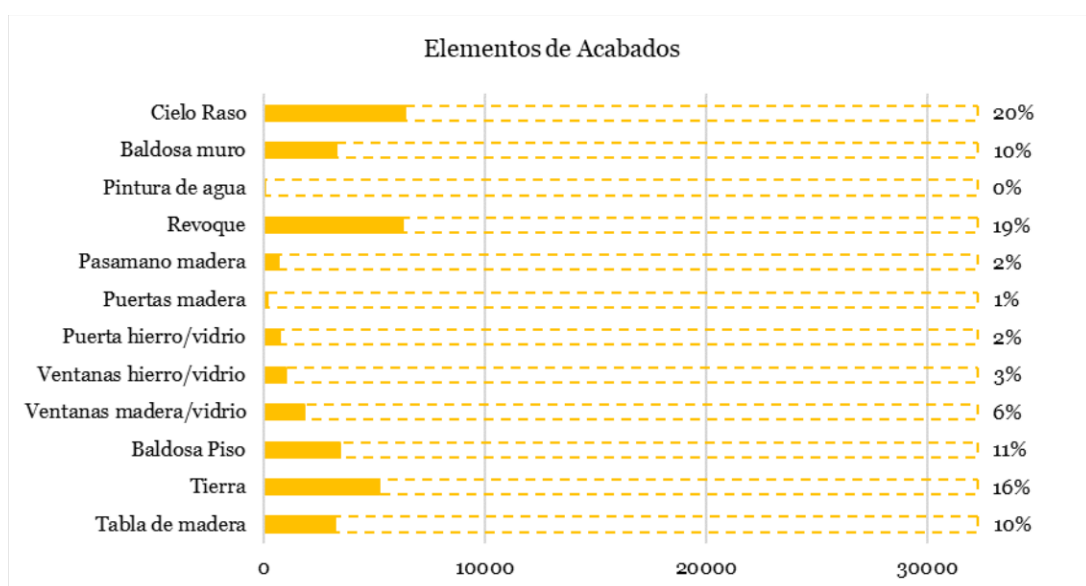


FIGURA 2.19: Elementos de los acabados en la Casa Montaña. Fuente: Elaboración propia.

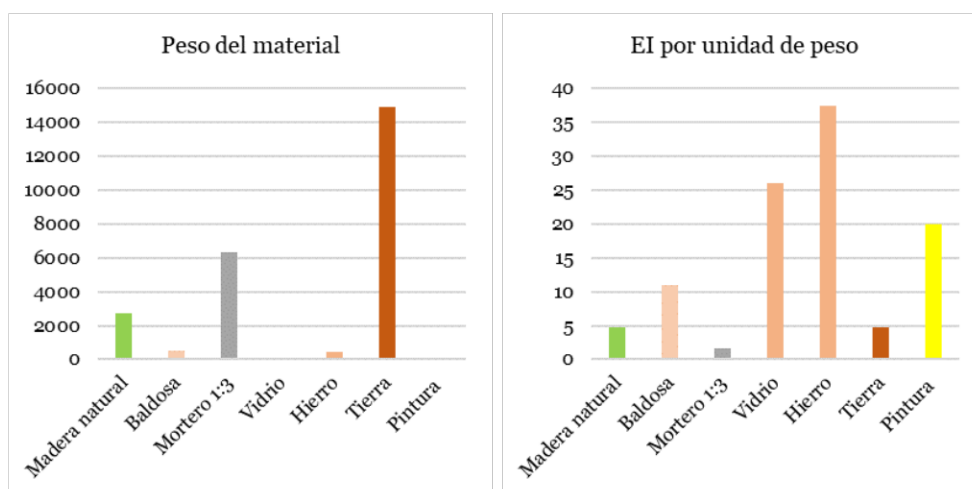


FIGURA 2.20: Peso del materia y Energía Incorporada (EI) por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de este análisis (figura 2.20), en primera instancia dentro del peso del material, la tierra es el más alto dentro de esta categoría, pero en la EI por unidad de peso es una de las más bajas. El mortero (dosificación 1:3) es el segundo valor más alto dentro de esta categoría. Por otro lado, el valor de este mismo elemento dentro de la energía incorporada por unidad de peso es el más bajo en comparación con demás elementos de esta categoría. El vidrio por su peso es muy inferior en comparación con los demás elementos, pero en la EI es el segundo material que más contamina.

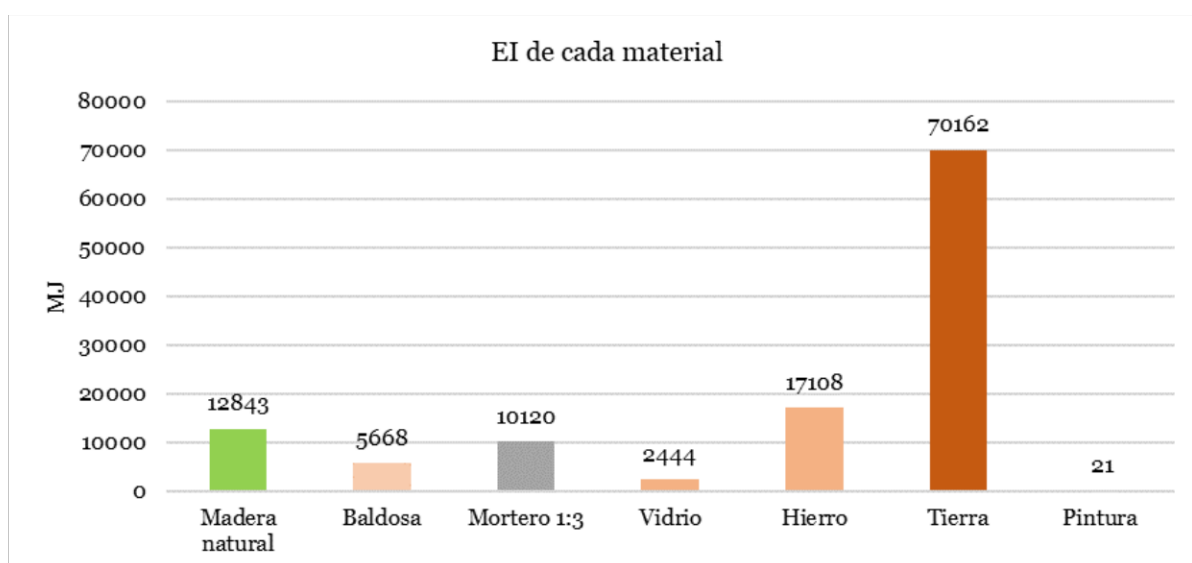


FIGURA 2.21: Energía Incorporada por cada material dentro de la componente de acabados. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.21, el componente con más porcentaje de relevancia en los acabados es la tierra con 70172 MJ/m², seguido por el hierro con un 17108 MJ/m², en tercer lugar, la madera natural con 12843 MJ/m².

Para finalizar, el mortero 1:3 tiene una EI de 10120 MJ/m², seguido por la baldosa con una cantidad de 5668 MJ/m². Es necesario recalcar el vidrio y la pintura son dos elementos que han sido utilizados en pequeñas cantidades, pero la EI es muy alta en ambos elementos.

Como resultado de los cálculos de energía incorporada en todos los componentes se obtuvo como resultado que la energía consumida en esta construcción fue de aproximadamente 25 años (ver Anexo 1). Además, se detalla en el cuadro resumen los principales valores de EI en toda la vivienda.

Tabla 2.1: Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Montaña.

Componente	Subcomponente	Peso (Kg)	MJ POR ELEMENTO	MJ TOTAL
ESTRUCTURA	Estructura	56175.5	53717	54156
	Gradas	93.5	439.45	
ENVOLVENTE	Mampostería	93256.5	51741.15	56278
	Acabado cubierta	1296	4536	
	Pisos	16485	11873.95	
	Ventanas	296.88	2809.7	
ACABADOS	Puertas	77.68	915.49	32255
	Pasamanos	143	672.10	
	Acabado muros	5992.39	9572.58	
	Cielo Raso	1364	6410.8	

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de vivienda periodo 2 (P2: 1991-2000)

Nombre de la vivienda: Casa Seas

Año: 1996

Autor: Alfonso Seas

Ubicación:

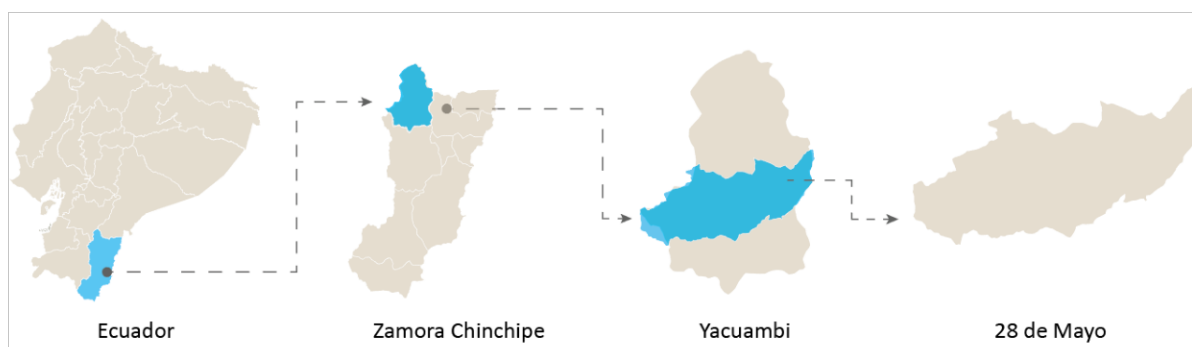


FIGURA 2.22: Macrolocalización del cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

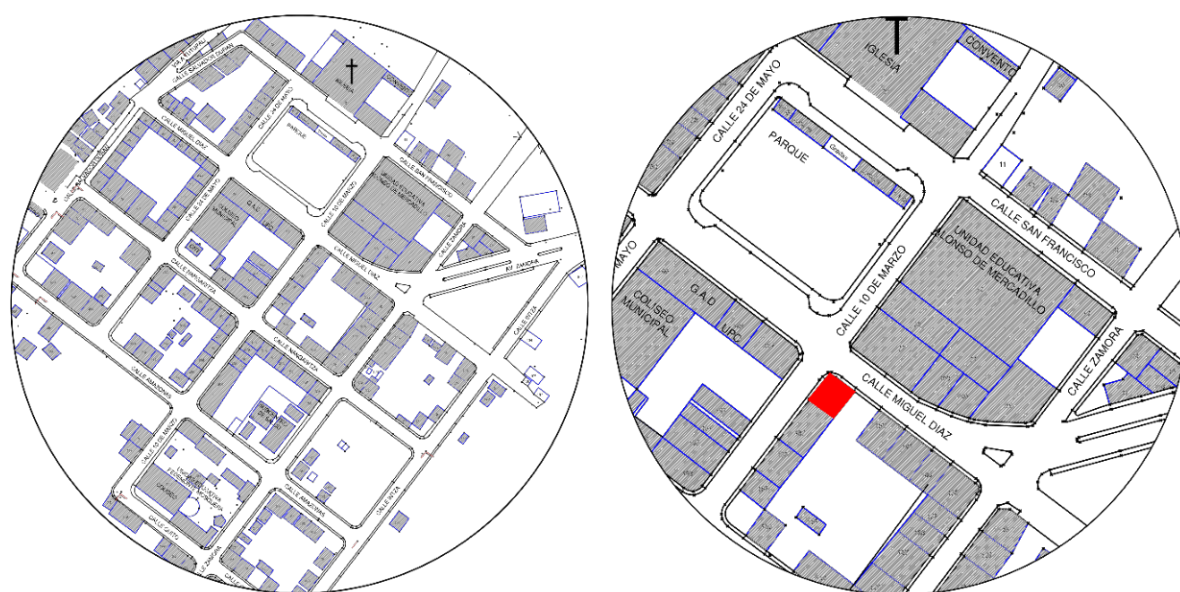


FIGURA 2.23: 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la casa Seas. Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo periodo se ha tomado una vivienda construida en el año 1996, la cual está compuesta por dos plantas más un tercer piso incompleto, su área de construcción es de 259.62 m². Los cimientos de la vivienda están compuestos zapatas aisladas con estructura de hormigón armado (ver figura 2.23). Las columnas son de hormigón armado en las dos primeras plantas y de madera en la tercera planta, las vigas tienen los mismos materiales en el entrepiso, pero en la tercera planta las vigas están embebidas en la losa. Las gradas de interconexión entre los niveles son con estructura de hormigón armado.

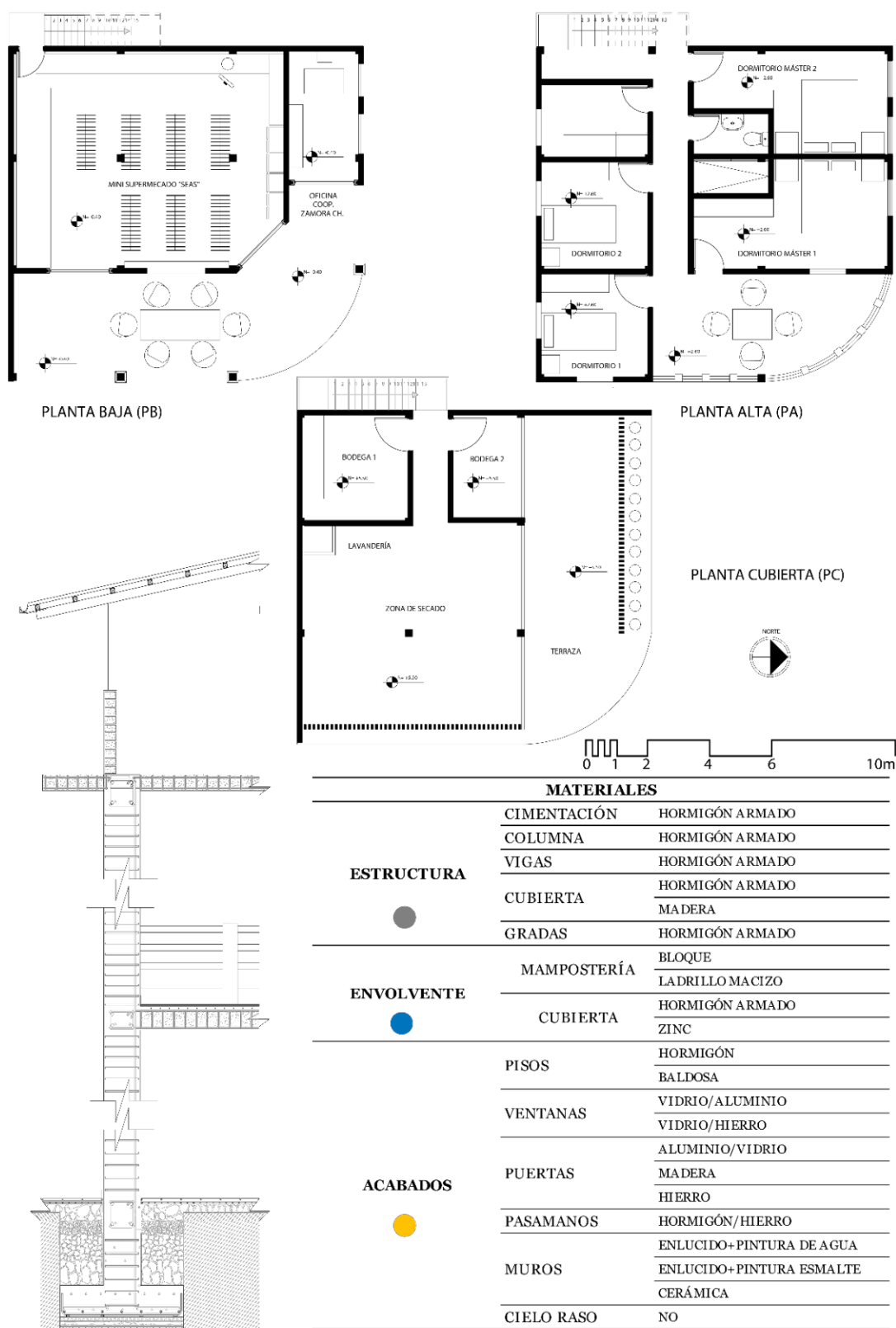


FIGURA 2.24: a) Planos de planta baja. b) Planos de planta alta. c) Sección constructiva. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la envolvente (figura 2.24), la mampostería de la vivienda está dividida por dos materiales diferentes; en primera planta los muros son de bloque y el ladrillo macizo se encuentra en la planta alta, la tercera planta está cerrada de manera improvisada con madera (tablas). Por otro lado, la cubierta está protegida por láminas de zinc ancladas a una estructura de madera.

Los acabados de la Casa Seas son muy básicas; los pisos en su mayoría son de hormigón natural y baldosa en las zonas húmedas, las ventanas están compuestas por una combinación de aluminio/vidrio en la zona interna y hierro/vidrio en la zona externa. Las puertas son enrollables de hierro en la primera planta, de madera en las habitaciones del segundo piso, en las zonas húmedas son de aluminio y vidrio.

El único pasamanos de la vivienda está en la intersección de las calles: Miguel Díaz y 10 de Marzo, tiene una forma curva y está conformada por barrotes de hormigón armado y barandillas de tubo de acero inoxidable de 3 (pulgadas) x2mm. Los muros son en mampostería de bloque y ladrillo (primera y segunda planta respectivamente) con una capa de enlucido y recubrimiento de pintura de agua en el segundo piso y parte del primero, mientras que el primer piso tiene zócalo de 0.90m de alto con pintura esmalte.

Análisis vivienda periodo 2 (P2: 1991-2000)

La vivienda está orientada en sentido este-oeste, su fachada principal está ubicada hacia el este, en donde se ubica el acceso principal hacia el minimercado, como se observa en la figura 2.25, los materiales predominantes en fachada son el enlucido de cemento (paredes) y hormigón natural (pisos y cielo raso), ventanas de hierro/vidrio, puertas enrollables (primera planta), puerta de madera (planta alta).

En tercera planta la estructura de las paredes es de madera (columnas de madera y muros de tabla), la estructura del techo es con envigado de madera y el recubrimiento es con láminas de aleación de zinc de 3.60m (figura 2.25).



FIGURA 2.25: Casa Seas. Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de energía incorporada en la Casa Seas (ver Anexo 2), los resultados dentro de la estructura, envoltente y acabados muestran que; (ver figura 2.26), la Energía Incorporada (EI) de estas tres componentes tienen una diferencia descendente, empezando por la estructura, envoltente y finalmente los acabados.

En el primer caso (ver figura 2.26), la estructura obtiene una EI de 1259 MJ/m², al ser una estructura de hormigón armado existen factores como el hierro que provocan que la edificación tenga un índice de energía muy elevado dentro de esta componente, además es necesario considerar el volumen del material dentro de esta categoría. Por otro lado, la envoltente tiene un EI de 240 MJ/m² y los acabados una Energía Incorporada de 105 MJ/m². Los resultados a simple vista son bastante marcados entre cada uno de ellos, aunque se puede rescatar una predominancia de energía dentro de la primera componente analizada.

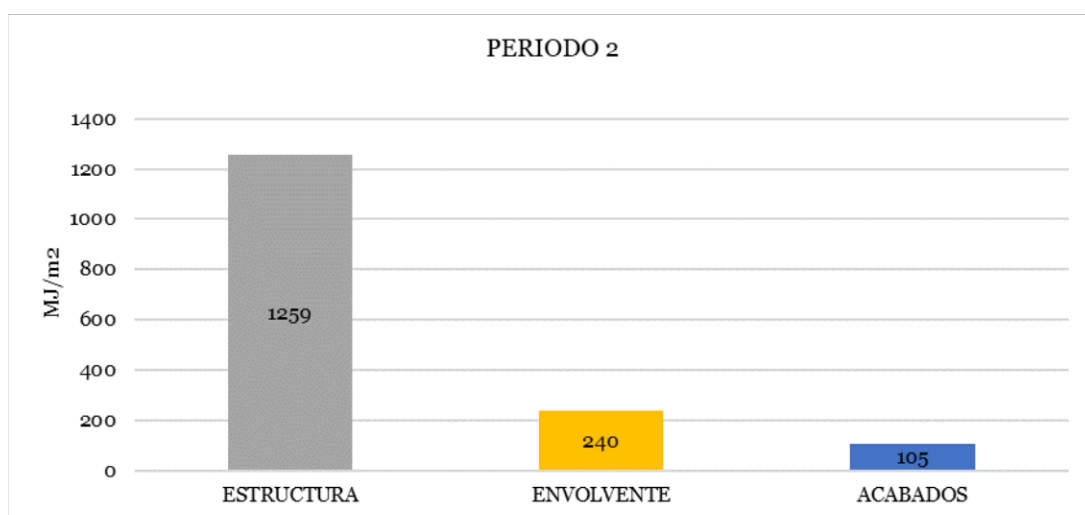


FIGURA 2.26: Análisis de la Energía Incorporada en la Casa Seas. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de cada uno de los componentes se han analizado detalladamente cada parámetro de la vivienda que se detalla a continuación.

Estructura

Dentro de esta componente se encuentran todos los elementos estructurales como; zapata, cadena de hormigón armado, columna de hormigón armado, losa de entrepiso, vigas de hormigón, losa de planta baja, grada de hormigón y estructura de madera. La estructura de la vivienda del periodo 2, empieza zapatas aislada con estructura de hormigón armado, las columnas y vigas tienen los mismos elementos constructivos que la cimentación. La losa de planta baja tiene una capa de mejoramiento y sobre este elemento se encuentra una capa de piedra de 15cm, el acabado es en hormigón natural (5cm de espesor). Las gradas de esta vivienda conectan a los tres niveles, están ubicadas en la parte posterior y son de hormigón armado.

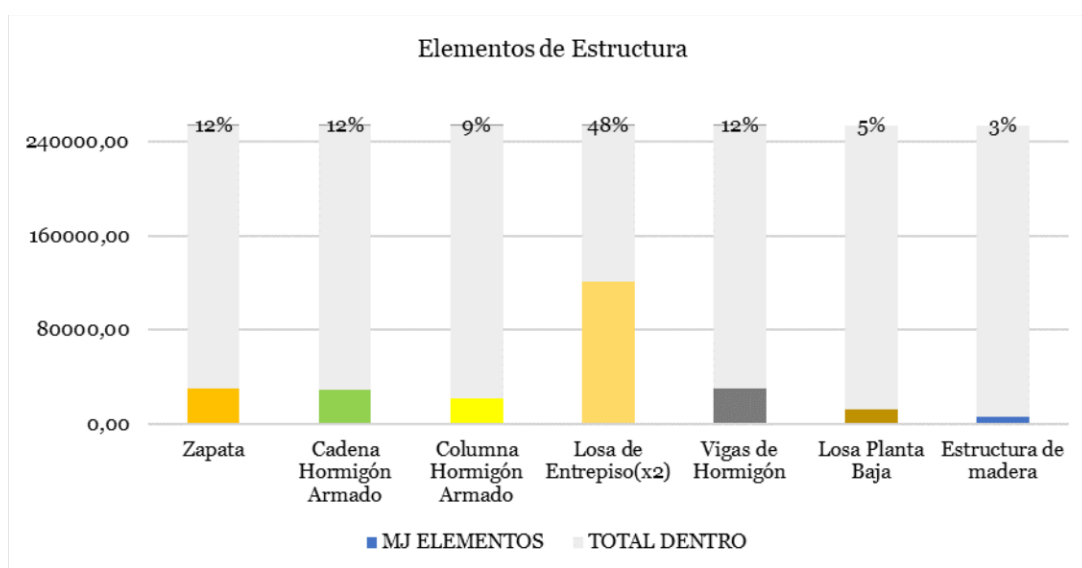


FIGURA 2.27: Análisis de la EI en los elementos de la estructura. Fuente: Elaboración propia.

Las losas de entrepiso (planta alta y tercera planta) representan el 48% de la EI de la vivienda, seguido por las zapatas, cadenas y vigas de hormigón armado, cada una con el 12%. Asimismo, el elemento de menos porcentaje de aportación de Energía Incorporada dentro de este componente es la estructura de madera con el 3%. Es necesario recordar que se puede comprender el impacto de los elementos a través de análisis de dos variables, peso del material y EI por unidad de peso, es decir, la incidencia de la EI varía mucho por el tipo de material y proceso de producción (ver figura 2.28).

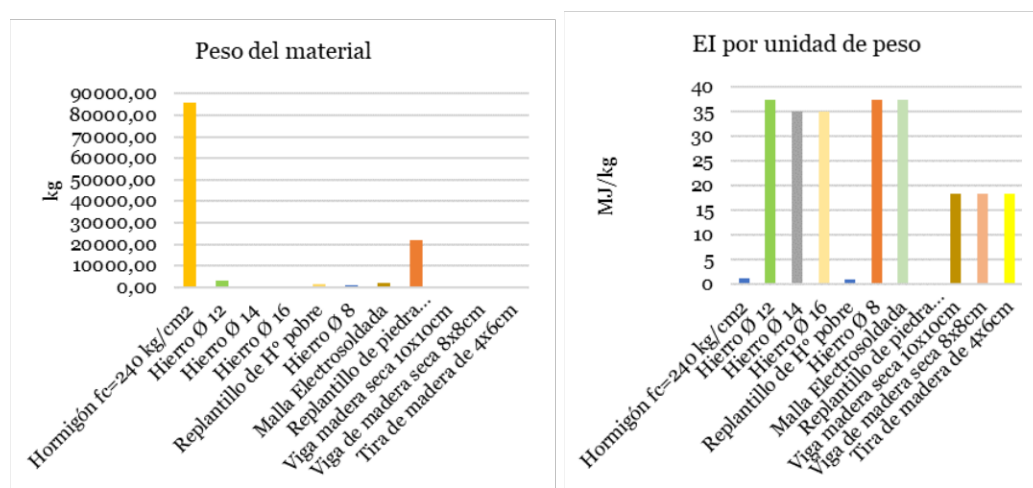


FIGURA 2.28: (1) Peso del material. (2) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia

Dentro de estos resultados, de acuerdo al peso del material, el hormigón fc=240kg/cm2 predomina, es hasta tres veces superior dentro de este parámetro. Por otro lado, los valores dentro de la energía incorporada por unidad de peso de este material son muy inferior

en comparación como elementos como el hierro y la madera de acuerdo al análisis en la figura 2.28.

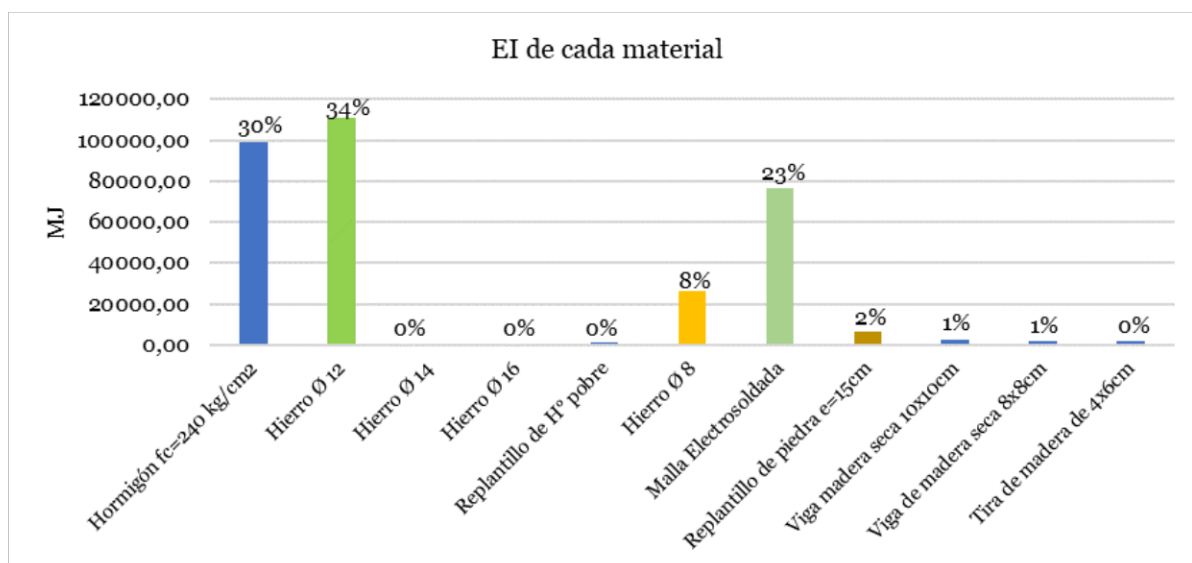


FIGURA 2.29: Energía incorporada total por cada material en la estructura. Fuente: Elaboración propia.

En base a estos resultados (ver figura 2.29), la estructura de hierro de 12mm tiene una incidencia del 34 % del total en la edificación. Por otro lado, el EI del hormigón, que en volumen es muy superior a los demás elementos tiene un 30 % de impacto. Asimismo, la madera, tiene un impacto bastante menor, se mantiene en un nivel relativamente bajo en comparación al hierro y hormigón. En este sentido, el hierro es el material con mayor nivel de EI, en total representa un 66 % de incidencia en toda la construcción, seguido del hormigón con un 30 % y finalmente la madera y la piedra con un 2 % cada uno.

Envolvente

La envolvente de la vivienda del periodo 2, está configurada de la siguiente manera: los muros están divididos en dos tipos: la mampostería de planta baja es de bloque (40x20x10cm), en la segunda planta los muros son de ladrillo macizo (30x15x10), la cubierta está protegida láminas de aleación de zinc ondulado de 3.60m, las ventanas exteriores son de hierro y vidrio templado de 4mm y los internos (zona húmeda) de aluminio y vidrio.

En la figura 2.30, el elemento con más porcentaje de relevancia en los elementos de la estructura es el aluminio con el 48 %, seguido por el bloque con un 30 %, el ladrillo macizo con el 21 % y por último las láminas de zinc con el 2 %.

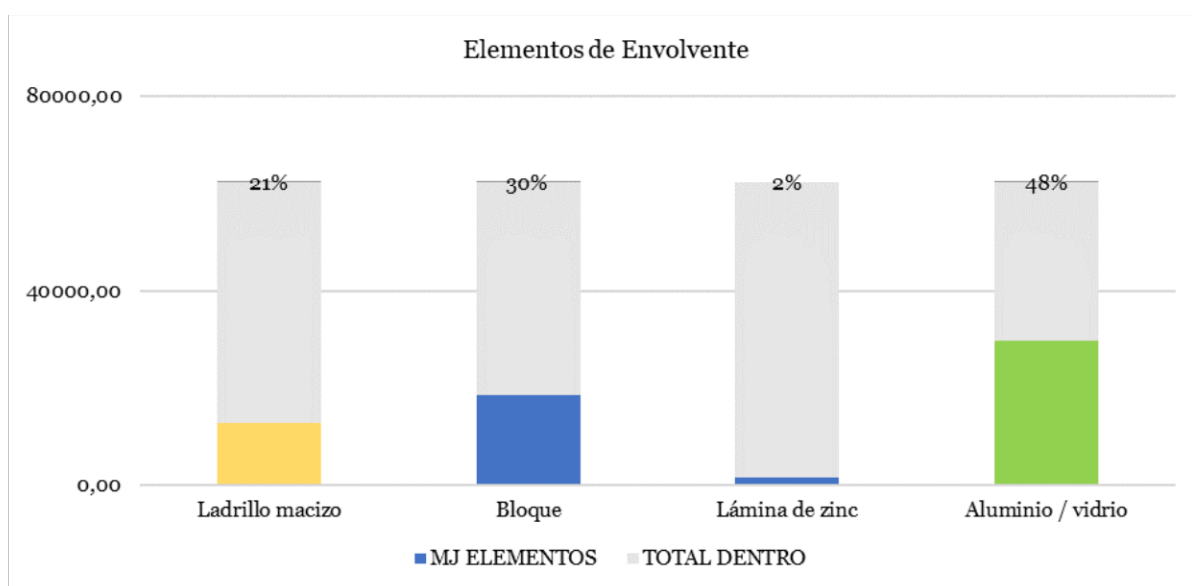


FIGURA 2.30: (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

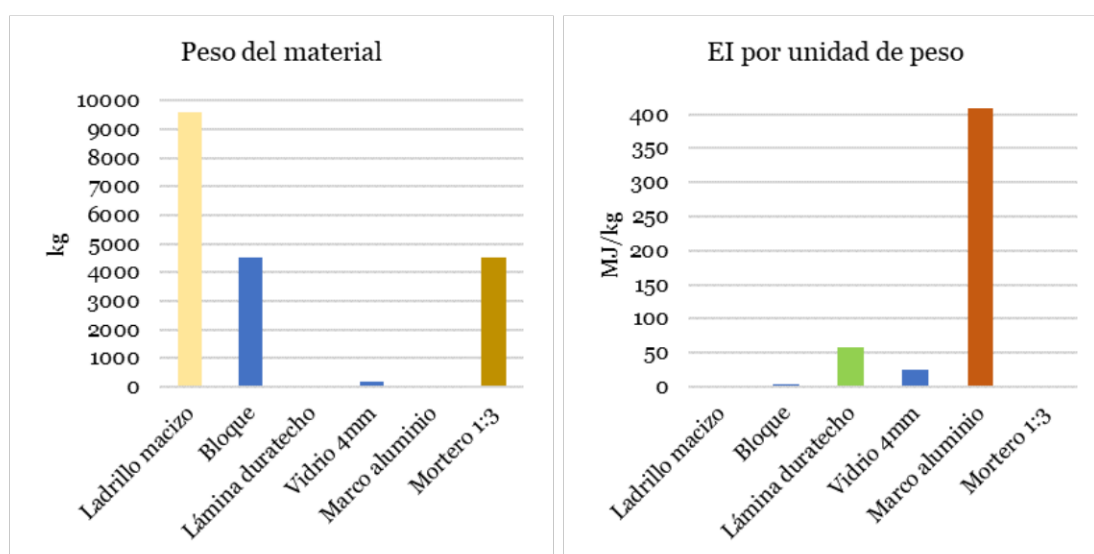


FIGURA 2.31: (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de estos resultados, de acuerdo al peso del material, la envolvente de ladrillo macizo es la más alta dentro de esta categoría. En contraste, los valores dentro de la energía incorporada por unidad de peso son muy inferior (casi nulo) en comparación con demás elementos de esta categoría. El aluminio por su peso es muy inferior en comparación con los demás elementos, pero en la EI es el material que más contamina.

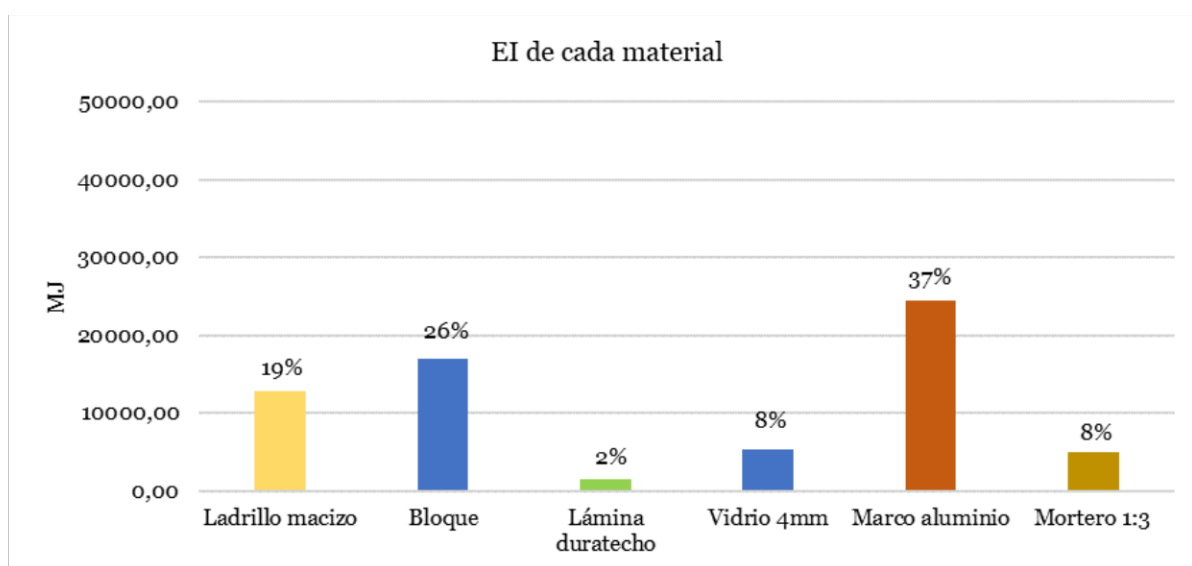


FIGURA 2.32: Energía incorporada final de la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.32, la envolvente de aluminio (en ventanas y puertas) tiene una incidencia del 37 %, seguido por el bloque con un 26 %. El ladrillo macizo es el tercer material que más energía incorporada emplea, es necesario recalcar que en cuanto al volumen de material ambos elementos de mampostería son mucho más superiores que los otros materiales. Por otro lado, el EI del vidrio y la lámina del techo en esta edificación tiene un impacto muy inferior a los demás materiales con un 8 y 2 % de incidencia respectivamente. Finalmente, el mortero 1:3 para el enlucido presenta una incidencia del 8 %.

Acabados

Este es el último componente analizado, hay varios elementos analizados: enlucido, empaste, pintura, puertas de madera, puerta de aluminio, hormigón, hierro y cerámica de muros, baño y ducha. Estos elementos permiten complementar los ambientes internos y externos en una para brindar confort en una edificación.

De manera general, el elemento con mayor incidencia dentro de esta componente es el empaste con un 38 %, este material se encuentra distribuido en todos los muros de la vivienda (interno y externo) (figura 2.33). Las puertas de aluminio son el siguiente material con mayor demanda dentro de esta edificación con un 22 %, estos elementos están localizados principalmente de zona húmedas (baño y cucha). La cerámica y el hierro ocupan el tercer lugar con un índice similar (3-4 %) y se encuentra principalmente en las zonas húmedas en el primer caso y en las ventanas de la vivienda en el segundo caso.

La pintura es uno de los materiales con menos incidencia, pero está en toda la fachada de la vivienda y también en la parte interna, tiene menos del 1 % de MJ. Las puertas de madera tienen una incidencia del 7 %, solo se puede encontrar en las puertas de acceso a las habitaciones y algunos marcos de ventana.

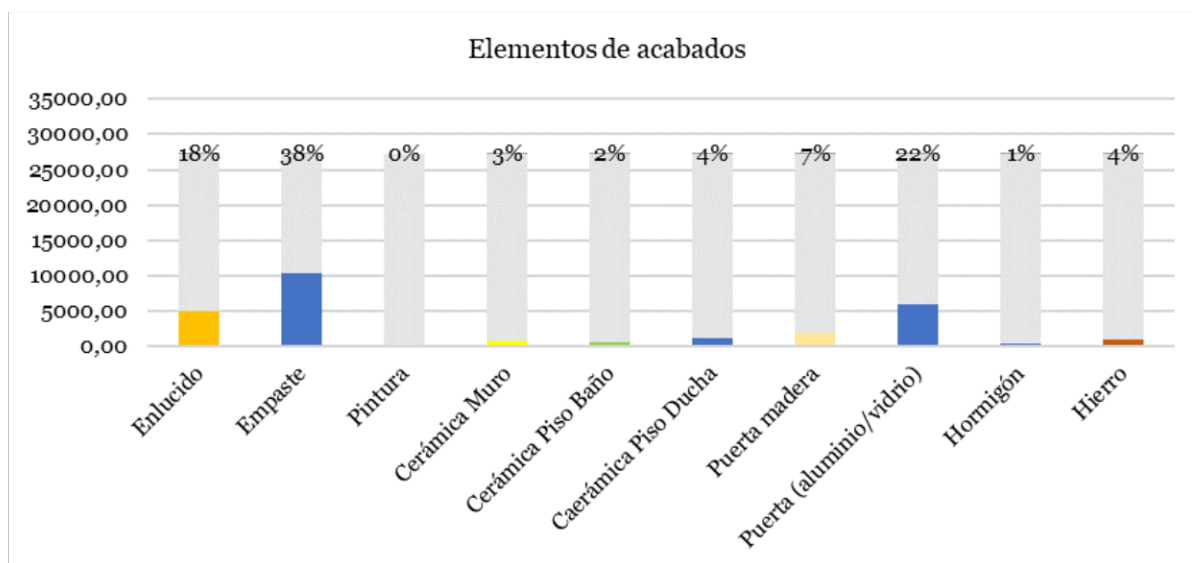


FIGURA 2.33: Elementos de los acabados. Fuente: Elaboración propia.

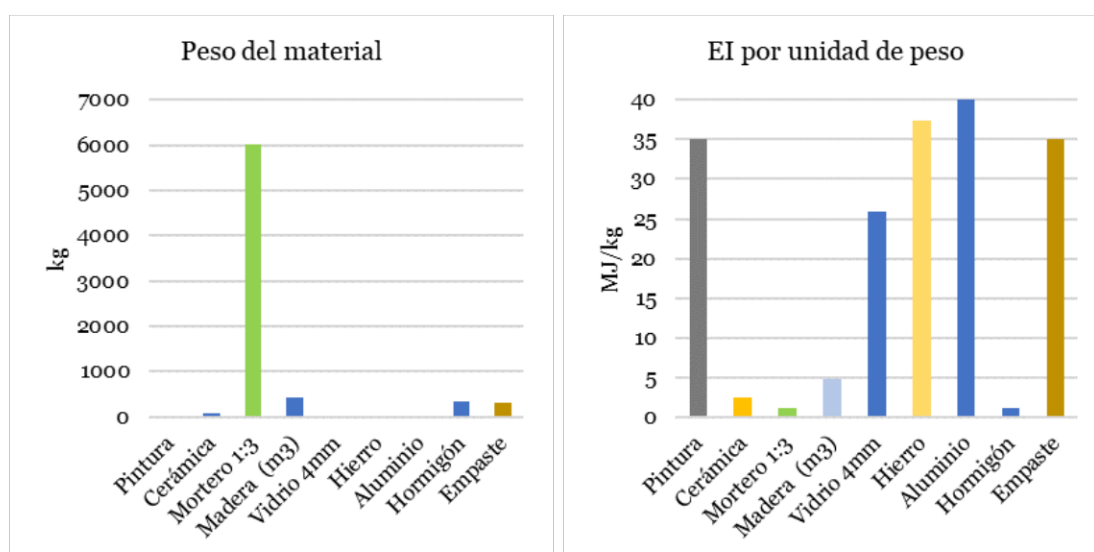


FIGURA 2.34: Peso del material y Energía Incorporada de los acabados. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de este análisis, de acuerdo al peso del material, el mortero (dosificación 1:3) es el más alto dentro de esta categoría (principalmente por el enlucido en fachas internas y externas). En contraste, el valor de este mismo elemento dentro de la energía incorporada por unidad de peso es muy inferior en comparación con demás elementos de esta categoría. La pintura por su peso es muy inferior en comparación con los demás elementos, pero en la EI es el tercer material que más contamina.

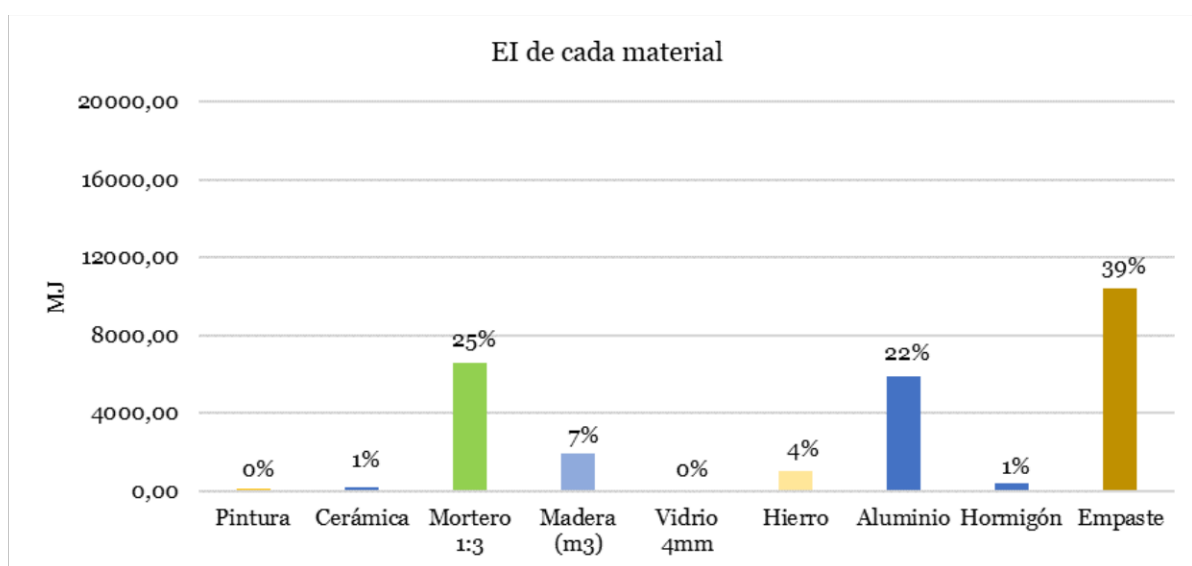


FIGURA 2.35: Energía incorporada final de la componente acabados. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.35, el elemento con más porcentaje de relevancia en los elementos de acabados es el empaste con un 39%, seguido por el mortero 1:3 con un 25% y en tercer lugar el aluminio con un 22%.

Es necesario recalcar que en cuanto al volumen de material el empaste es mínimo en comparación con el mortero (1:3) que representa el 25% o con la cerámica que tiene una incidencia del 1%. Por otro lado, la pintura un impacto muy inferior a los demás materiales con menos del 1% de EI generada.

Como resultado de los cálculos de energía incorporada en todos los componentes dentro de esta edificación se obtuvo como resultado que la energía consumida en esta construcción fue de aproximadamente 64 años (ver Anexo 2). Además, se detalla en el cuadro resumen los principales valores de EI en toda la vivienda.

Tabla 2.2: Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Seas.

Componente	Subcomponente	Peso (Kg)	MJ POR ELEMENTO	MJ TOTAL
ESTRUCTURA	Estructura	109570.127	312728.93	
	Gradas	5424.258	7991.11	326890.77
	Cubierta	335.5	6170.63	
ENVOLVENTE	Mampostería	14164	31221.35	
	Acabado cubierta	2499	1444.42	62354.94
	Ventanas	262.26	29689.21	
ACABADOS	Acabado muros	5448.87	16244.5	
	Pisos	944.16	1713.6	
	Puertas	435.61	7945.25	27301.71
	Pasamanos	363	1398.36	

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de vivienda periodo 3 (P3: 2001-2010)

Nombre de la vivienda: Casa Morocho

Año: 2009

Autor: Manuel A. Morocho

Ubicación:

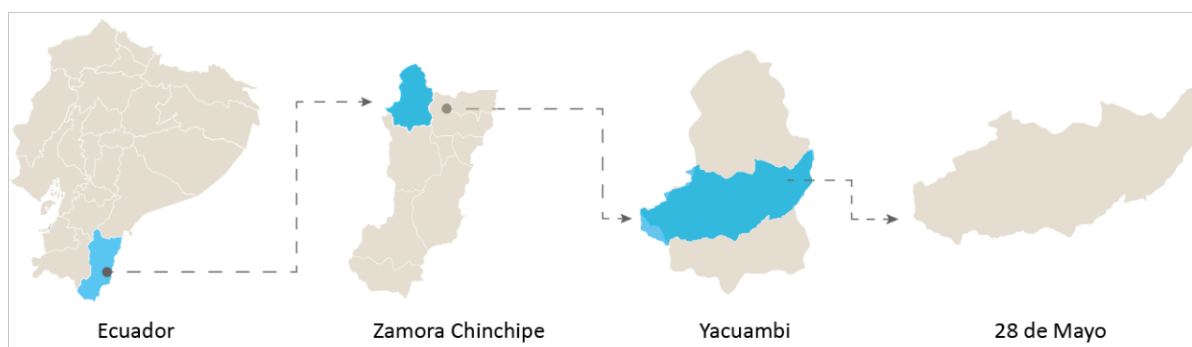


FIGURA 2.36: Macrolocalización del cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

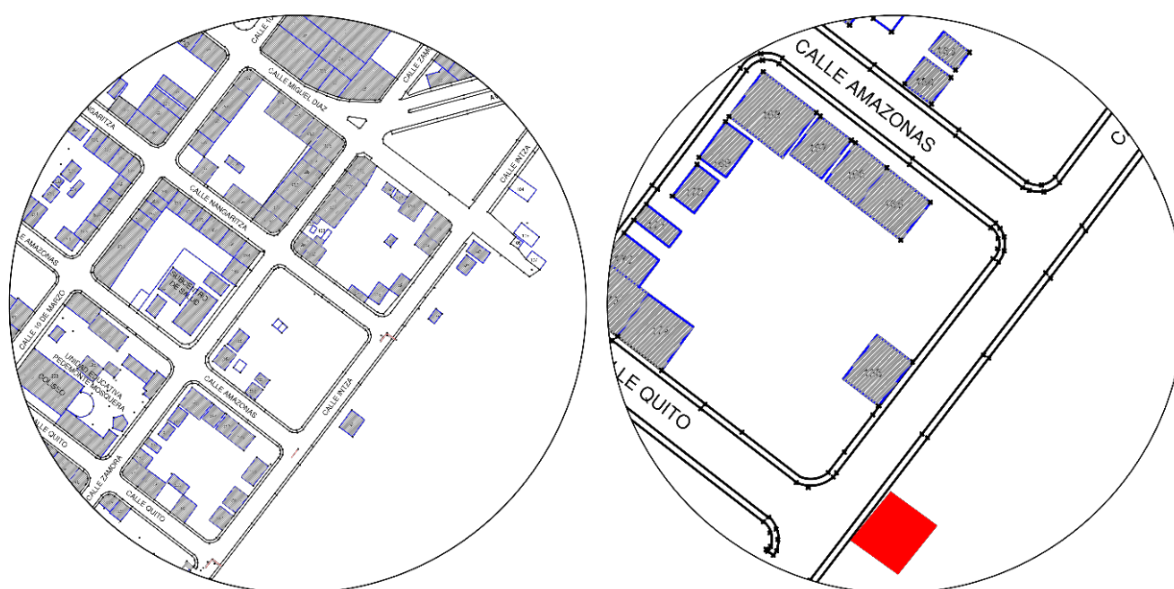


FIGURA 2.37: 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la casa Seas. Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo periodo se ha tomado una vivienda construida en el año 2009, la cual está compuesta por dos plantas, su área de construcción es de 122.80 m². Los cimientos de la vivienda están compuestos zapatas aisladas con estructura de hormigón armado (ver figura 2.38). Las columnas son de hormigón armado en las dos plantas, las vigas principales son de hormigón armado. En el entrepiso las vigas secundarias son de madera (10x10cm) cada 0.60m y están apoyados en la estructura principal. Las gradas de interconexión entre los niveles son con estructura de hormigón armado.

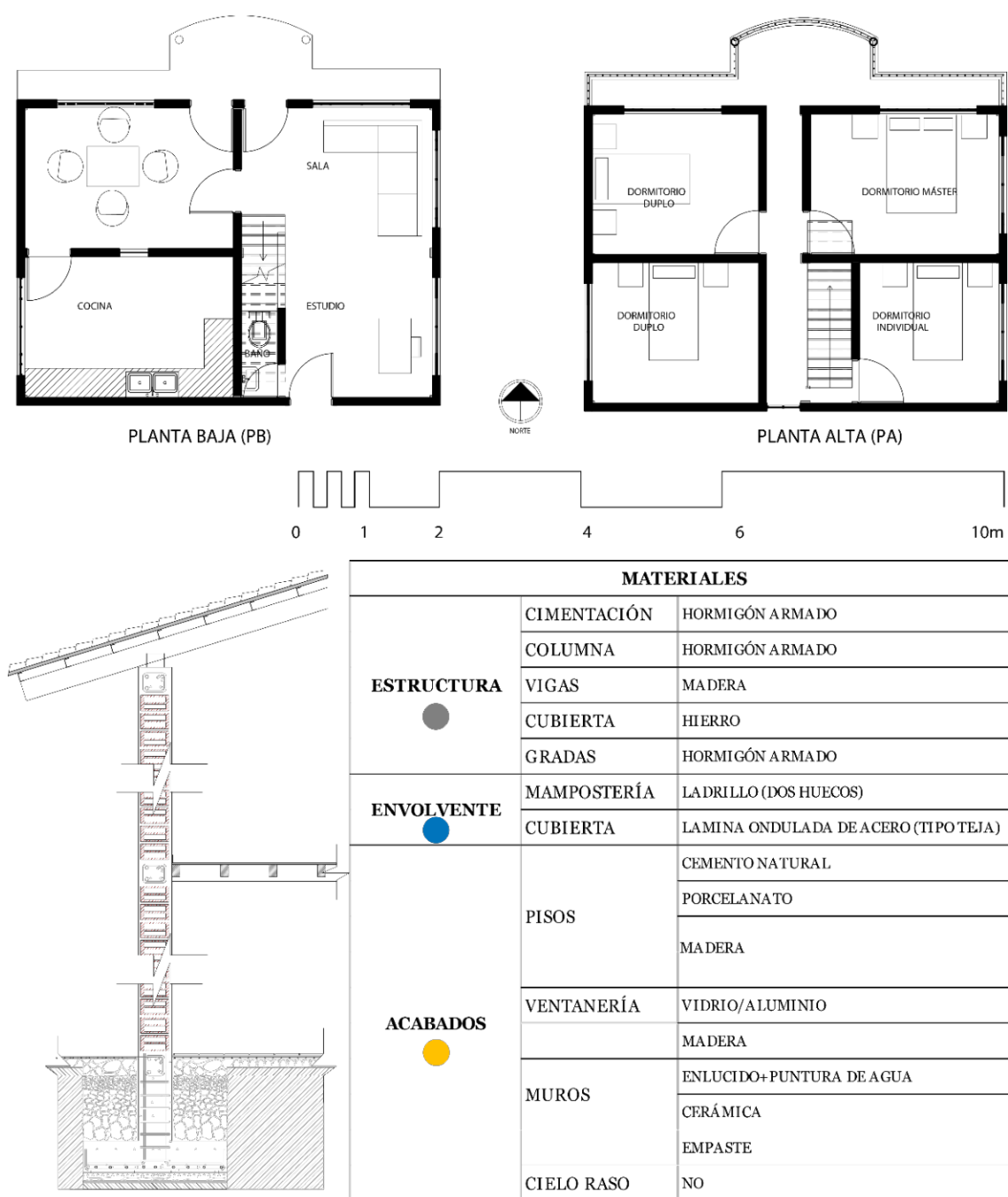


FIGURA 2.38: a) Planos de planta baja. b) Planos de planta alta. c) Sección constructiva. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la envolvente, la mampostería está compuesta por ladrillo. Por otro lado, la cubierta está protegida por láminas onduladas de acero (tipo teja) soportada por una estructura de perfiles tipo G de 80mm (principales) y 60mm (secundarias).

Los acabados de la Casa Morocho; los pisos en su mayoría son de hormigón natural y baldosa en las zonas húmedas, las ventanas están compuestas por una combinación

de aluminio/vidrio. Las puertas del acceso principal son de madera de 1.00mx2.10m, las puertas de las habitaciones son de este mismo material de 0.90x2.10m.

Análisis vivienda periodo 2 (P2: 1991-2000)

La vivienda está orientada en sentido norte-sur, su fachada principal está ubicada hacia el norte, en el acceso principal a la vivienda existen dos puertas de madera tal como se observa en la figura 2.39. Los materiales predominantes en fachada son; el empaste y enlucido en paredes con una capa de pintura de agua. En los pisos se observa hormigón natural, no tiene cielo raso, ventanas de aluminio/vidrio, puertas abatibles.

En la cubierta de la vivienda existen un recubrimiento a base de láminas de acero inoxidable prepintado (tipo teja) que están anclados a la estructura de perfiles tipo g mediante pernos autopercutor de 2 ½" (figura 2.39).



FIGURA 2.39: Casa Morocho. Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de energía incorporada de la Casa Morocho (ver Anexo 3), los resultados dentro de la estructura, envoltorio y acabados muestran que; (ver figura 2.39), la Energía Incorporada (EI) de la envoltorio sobre sale de las demás componentes con 1254 MJ/m². En el primer caso, la estructura obtiene una EI de 984 MJ/m², al ser una estructura de hormigón armado existen factores como el hierro que provocan que la edificación tenga un índice de energía bastante elevado dentro de esta componente, además es necesario considerar el volumen del material dentro de esta categoría.

Por otro lado, los acabados tienen una EI de 269 MJ/m². Los resultados a simple vista son bastante marcados entre cada uno de ellos, aunque se puede rescatar una predominancia de energía dentro de la segunda componente analizada.

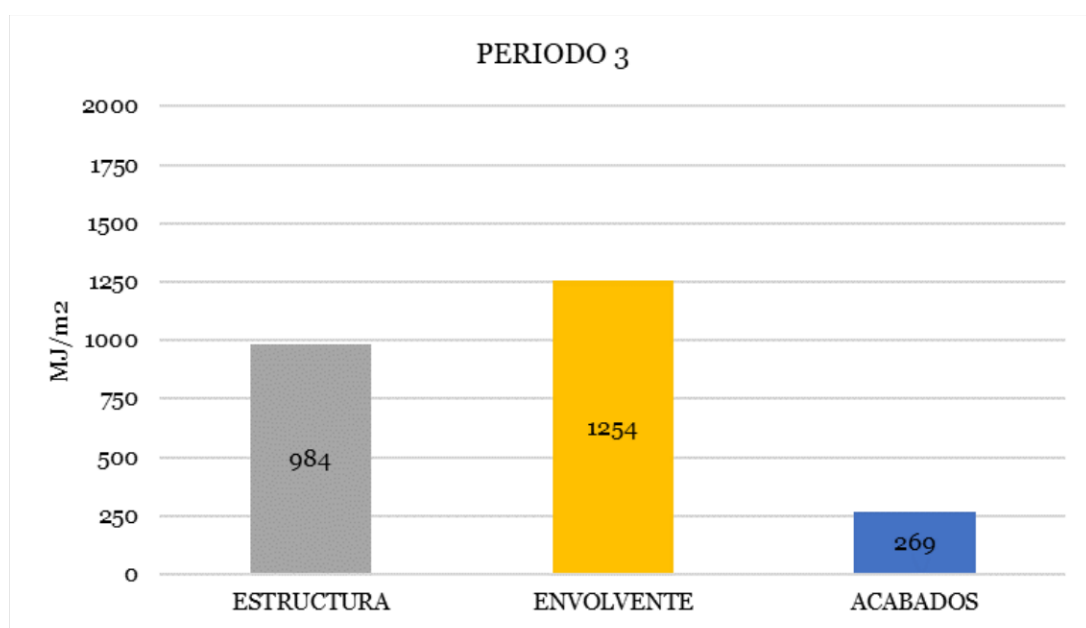


FIGURA 2.40: Análisis de la Energía Incorporada en la Casa Seas. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de cada uno de los componentes se han analizado detalladamente cada parámetro de la vivienda que se detalla a continuación.

Estructura

Dentro de esta componente se encuentran todos los elementos estructurales como; zapata, cadena de hormigón armado, columna de hormigón armado, losa de entrepiso, vigas de hormigón, losa de planta baja, grada de hormigón y estructura de madera. La estructura de la vivienda del periodo 3, empieza zapatas aislada con estructura de hormigón armado, las columnas y vigas tienen los mismos elementos constructivos que la cimentación. Las gradas de acceso están en la parte interna y son de hormigón armado.

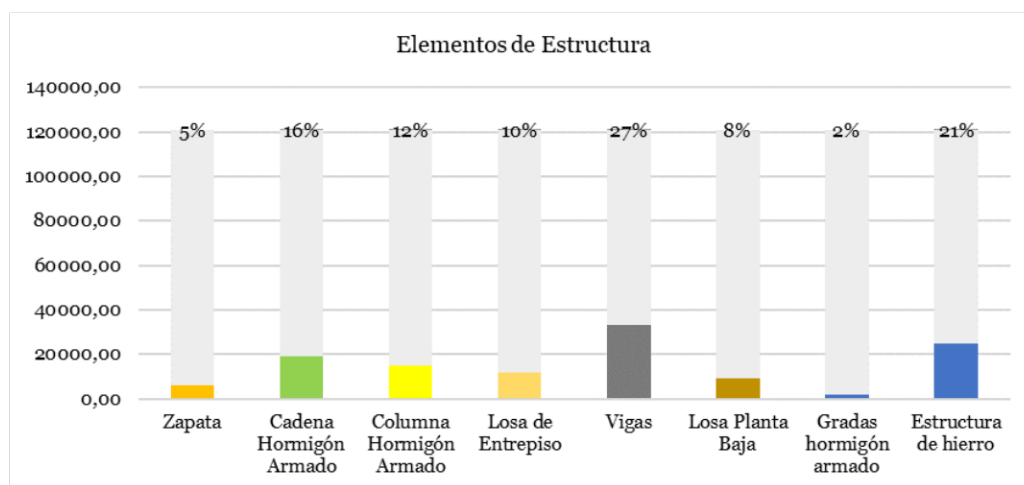


FIGURA 2.41: Análisis de la EI en los elementos de la estructura. Fuente: Elaboración propia.

El entrepiso es una mínima parte por una losa de hormigón armado que tiene una incidencia del 10%. Además, todas las habitaciones son con estructura de madera (envigado con recubrimiento de tablas de madera) que representan el 27%. Es necesario recordar que se puede comprender el impacto de los elementos a través de análisis de dos variables, peso del material y EI por unidad de peso, es decir, la incidencia de la EI varía mucho por el tipo de material y proceso de producción (ver figura 2.42).

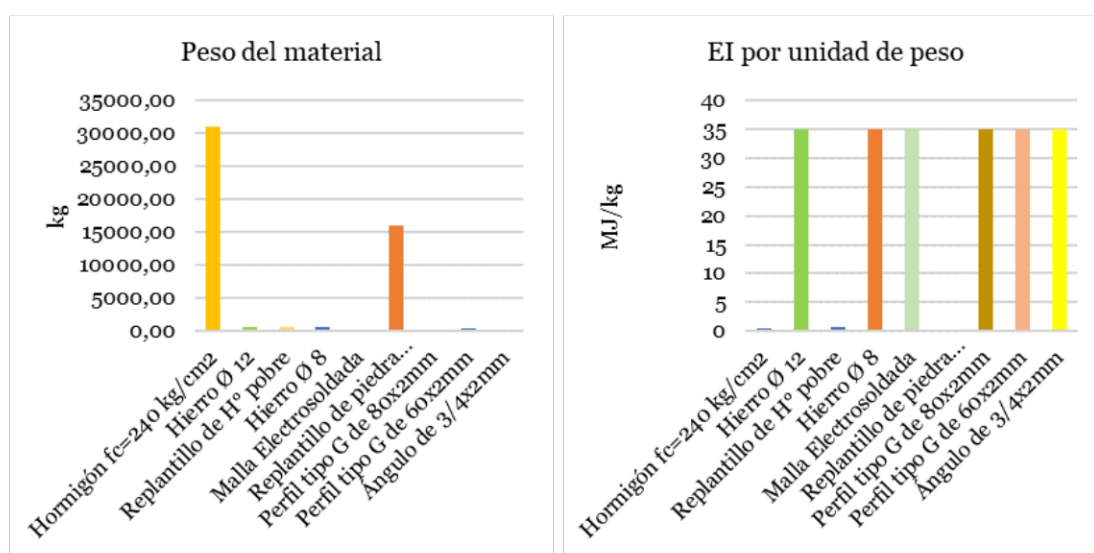


FIGURA 2.42: (1) Peso del material. (2) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de estos resultados, de acuerdo al peso del material, el hormigón $fc=240\text{kg/cm}^2$ predomina, es dos veces superior con respecto a los demás elementos. Por otro lado, los valores dentro de la energía incorporada por unidad de peso para el acero son valores muy elevados, como consecuencia la Energía Incorporada de toda la varilla empleada en esta construcción va tener índices muy altos.

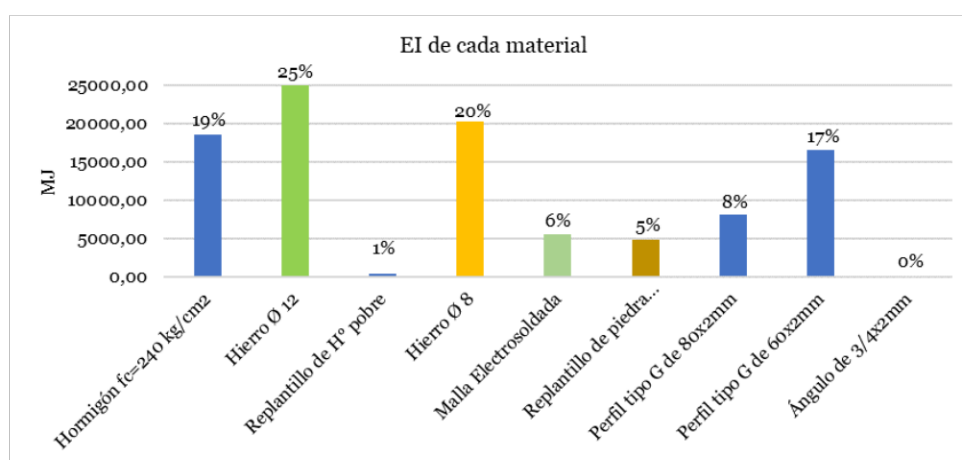


FIGURA 2.43: Energía incorporada total por cada material en la estructura. Fuente: Elaboración propia.

Los materiales de construcción con más EI en esta construcción son: Hierro de 12mm con el 25 %, Hierro de 8mm con el 20 %, hormigón $f_c = 240\text{kg/cm}^2$ con un 19 % y los perfiles tipo G de 60x2mm con un 17 %. Por otro lado, los elementos con menos demanda son: perfil tipo G de 80x2mm con el 8 %, malla electrosoldada con un 6 %, replantillo de piedra con un 5 % y el replantillo de hormigón pobre con el 1 %.

Envolvente

En la figura 2.44, el elemento con más porcentaje de relevancia dentro de los elementos de la envolvente es el bloque con el 47 %, seguido por el aluminio con un 29 %, en tercer lugar, aparecen las láminas onduladas de acero (tipo teja) con un 16 % y por último el ladrillo con un 8 %.

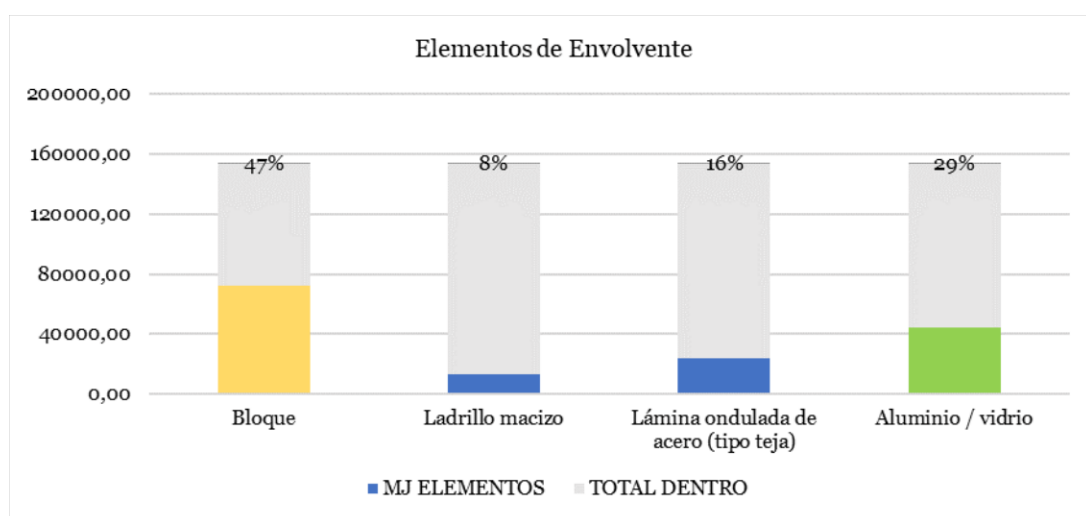


FIGURA 2.44: Elementos dentro de la componente. Fuente: Elaboración propia.

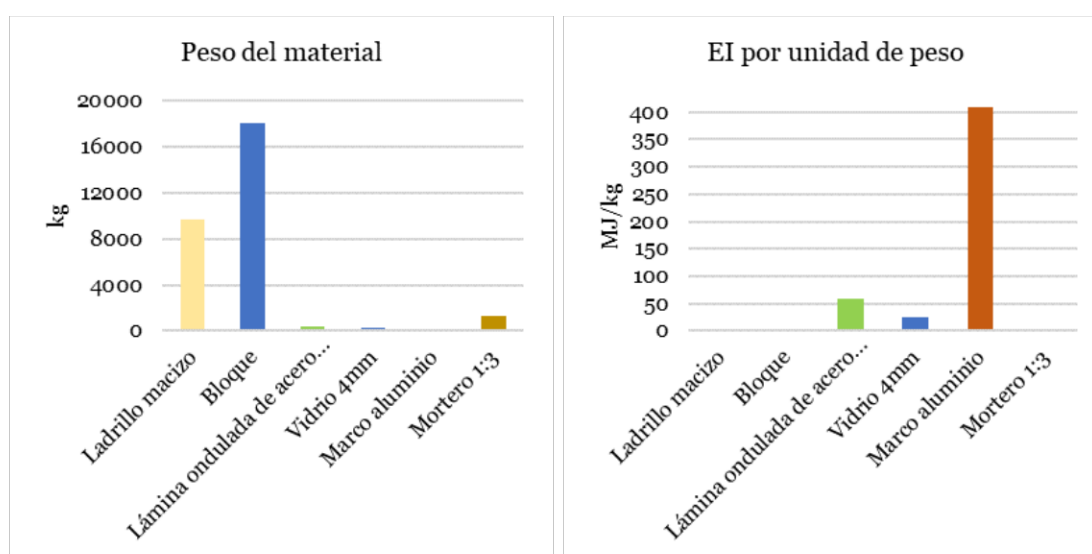


FIGURA 2.45: (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

El bloque es el material que tiene más incidencia dentro del peso del material. No obstante, en la EI los niveles de incidencia son los más bajos. Dentro de estos resultados, de acuerdo al peso del material, el ladrillo macizo (mampostería) es la segunda más alta dentro de esta categoría. En contraste, los valores dentro de la energía incorporada por unidad de peso son menores a la EI del bloque. El aluminio por su peso es muy inferior en comparación con los demás elementos, pero en la EI es el material que más contamina.

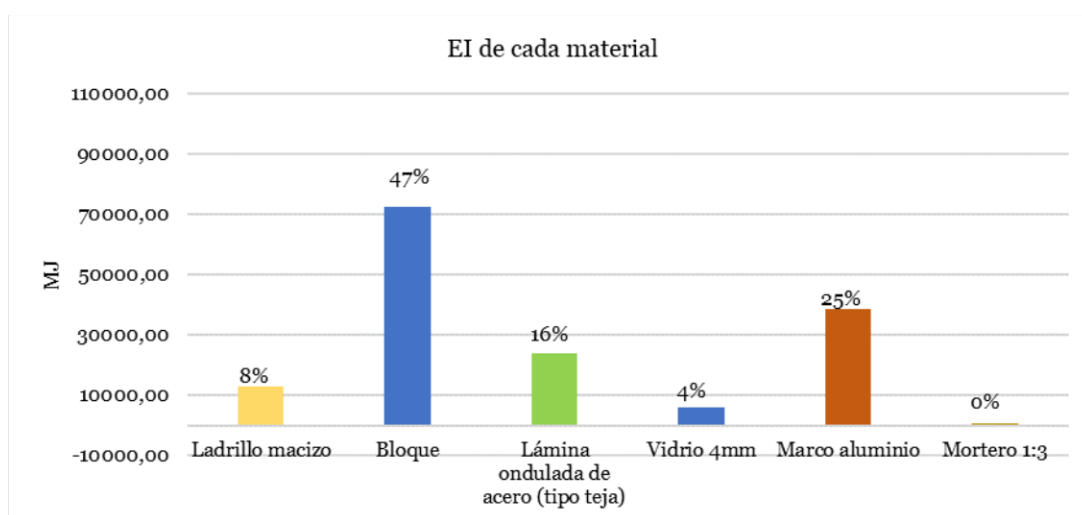


FIGURA 2.46: Energía incorporada final de la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

En base a estos resultados, el envolvente de bloque tiene una EI del 47% frente a los otros materiales dentro de la componente de envolvente. El aluminio ocupa el segundo lugar con un 25%. Es necesario recalcar el volumen de material, en una comparación de aluminio frente al bloque, este último se utilizó en cantidades mínimas dentro de la edificación.

Acabados

Dentro de la última componente se encuentran aquellos elementos que complementan a una vivienda. En la Casa Morocho se ha considerado lo siguiente: Enlucido, empaste, cerámica, cielo raso, puertas y hormigón. Estos elementos permiten complementar los ambientes internos y externos en una edificación.

De manera general, el elemento con mayor incidencia dentro de esta componente es el empaste con un 39%, este material se encuentra distribuido en todos los muros de la vivienda (interno y externo). Las puertas de madera son el siguiente elemento con mayor EI en esta edificación con un 23%, se encuentra principalmente en los accesos a los diferentes espacios de la vivienda. La cerámica y la pintura ocupan el tercer y cuarto lugar con un índice similar (5-7%) y se encuentra principalmente en las zonas húmedas en el primer caso y en los muros en el segundo caso.

La pintura es uno de los materiales con menos incidencia, pero está en toda la fachada de la vivienda y también en la parte interna, tiene solo el 5% de MJ. El hormigón en

los acabados es poco notorio, solo se puede encontrar en el piso de casi toda la primera planta tiene un 3% de MJ con respecto a esta componente (ver figura 2.47).

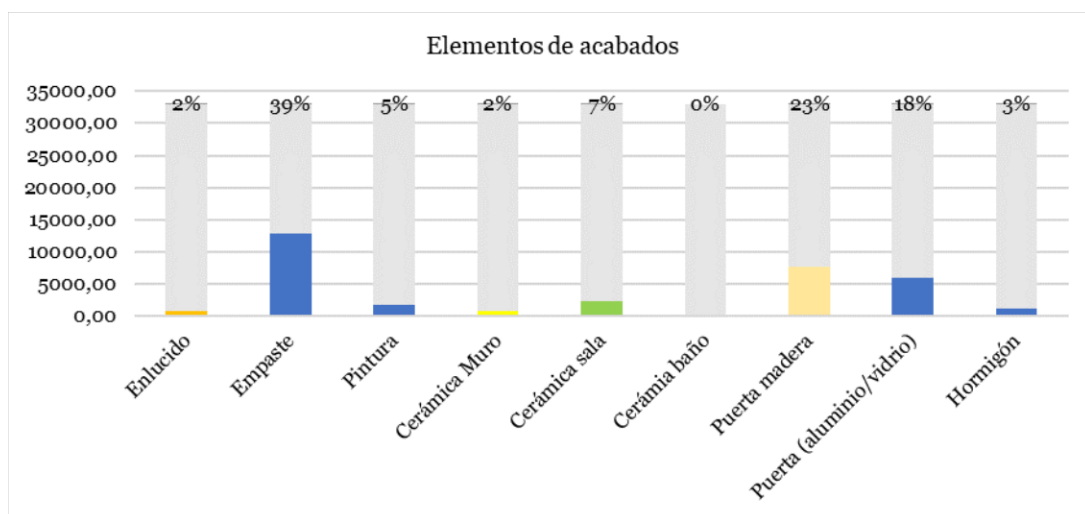


FIGURA 2.47: Elementos de los acabados y el porcentaje de incidencia dentro de la edificación. Fuente: Elaboración propia.

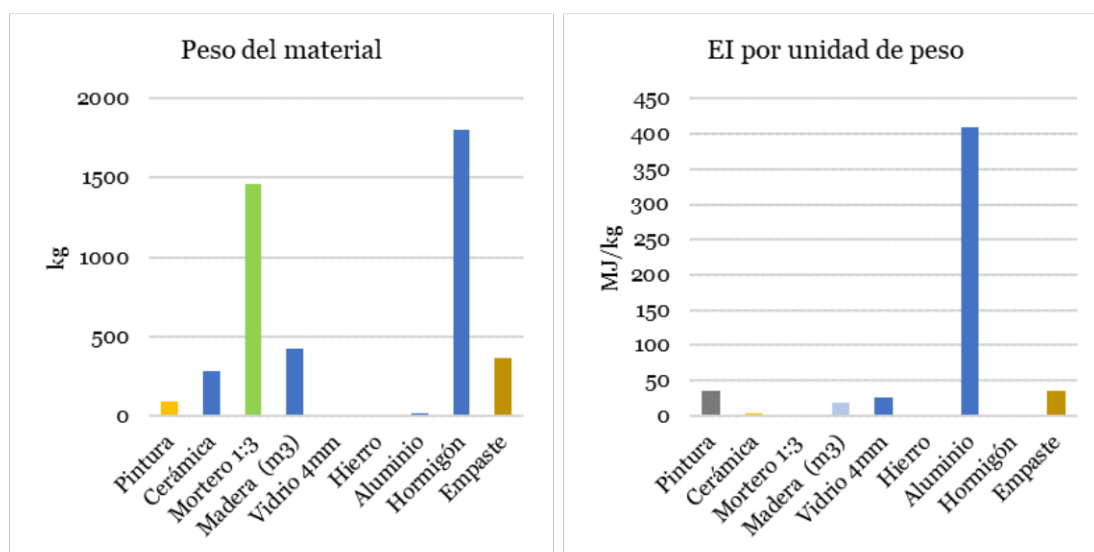


FIGURA 2.48: a) Peso del material y b) EI por unidad de peso dentro de los acabados. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.48, de acuerdo al peso del material, hormigón es el más alto dentro de esta categoría. En contraste, el valor de este mismo elemento dentro de la energía incorporada por unidad de peso es la que menos Energía Incorporada aporta en comparación con demás elementos de esta categoría. El vidrio por su peso es muy inferior es casi nulo en comparación con los otros componentes, pero en la EI es el principal factor en cuanto a contaminación.

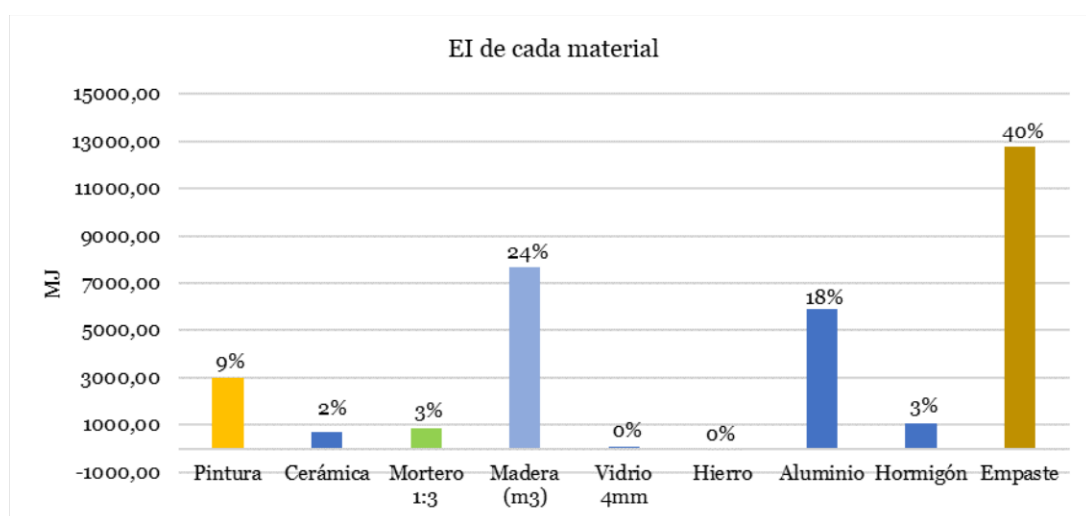


FIGURA 2.49: Energía incorporada final de la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.49, el elemento con más porcentaje de relevancia en los elementos de acabados es el empaste con el 40 %, seguido por la madera con un 24 % y en tercer lugar el aluminio 18 %.

La pintura tiene una incidencia del 9 %, el hormigón y el mortero tienen un 3 % mientras que la cerámica y se queda solo con el 2 %. Los acabados de la vivienda muestran un gran índice de contaminación, una de las causas sería la utilización de materiales industrializados que gastan mucha energía en su proceso de fabricación.

Como resultado de los cálculos de energía incorporada en todos los componentes dentro de esta edificación se obtuvo como resultado que la energía consumida en esta construcción fue de aproximadamente 47 años (ver Anexo 3). Además, se detalla en el cuadro resumen los principales valores de EI en toda la vivienda.

Tabla 2.3: Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Morocho.

Componente	Subcomponente	Peso (Kg)	MJ POR ELEMENTO	MJ TOTAL
ESTRUCTURA	Estructura	48443.64	93866.99	120844.35
	Gradas	1922.16	2053.31	
	Cubierta	711.54	24904.06	
ENVOLVENTE	Mampostería	27822.71	85444	153934.25
	Acabado cubierta	416.68	24084.08	
	Ventanas	319.96	44406.17	
	Acabado muros	2076.84	15929.82	
ACABADOS	Pisos	1000.98	2331.45	33013.12
	Puertas	435.62	13671.85	
	Pasamanos	1800	1080	

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de vivienda periodo 4 (P4: 2011-2020)

Nombre de la vivienda: Casa Poma

Año: 2018

Autor: Ángel Poma González

Ubicación:

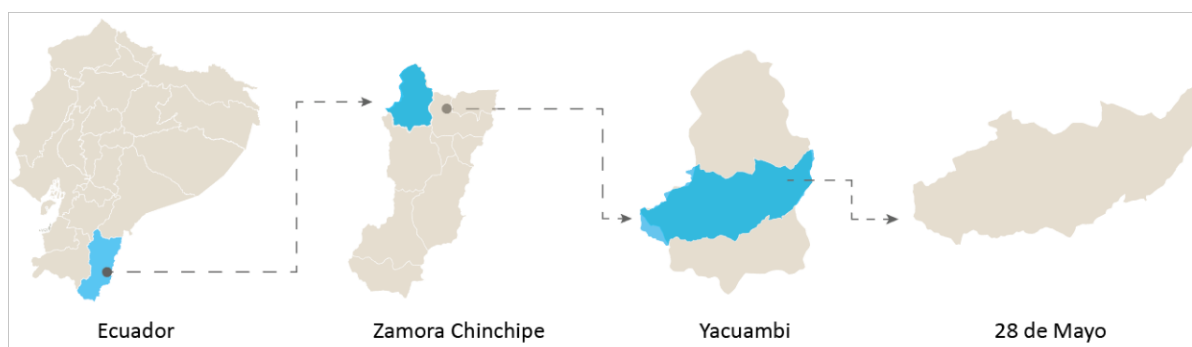


FIGURA 2.50: Macrolocalización del cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 2.51: 1) Mapa urbano de la ciudad 28 de Mayo. 2) Ubicación de la Casa Poma. Fuente: Elaboración propia.

Para el cuarto periodo que comprende los años 2011-2020 se ha tomado una edificación que se construyó en el año 2018, la cual está compuesta por cuatro plantas, su área de construcción es de 194.00 m². Los cimientos de la edificación están compuestos por zapatas aisladas con estructura de hormigón armado (ver figura 2.52). Las columnas son de hormigón armado, las vigas son vistas sobre estas descansa una losa con sistema de alivianamiento, en la cuarta planta tiene una cubierta con estructura de acero, con perfilera tipo G.

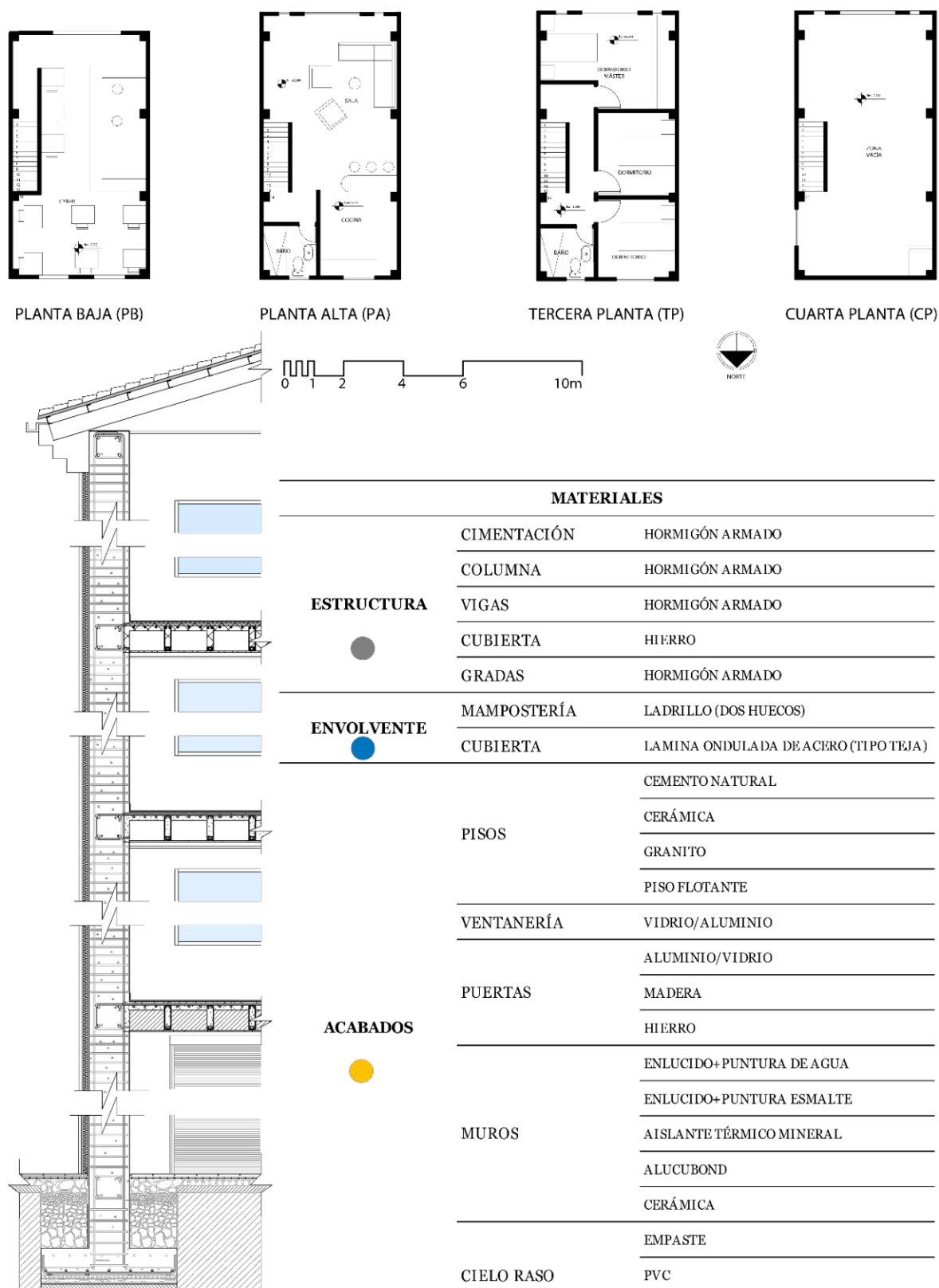


FIGURA 2.52: a) Planos arquitectónicos de la Casa Poma b) Sección constructiva. Fuente: Elaboración propia.

Análisis vivienda periodo 4 (P4: 2011-2020)

La vivienda está orientada en sentido este-oeste, su fachada principal está ubicada hacia el oeste, el acceso principal está compuesto por una puerta enrollable de hierro, toda la primera planta está destinada para un cyber como se observa en la figura 2.53, los materiales predominantes en fachada son el alucubond, ventanas de aluminio/vidrio, puerta de hierro (primera planta).



FIGURA 2.53: Casa Poma. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del análisis de energía incorporada en la Casa Poma (ver Anexo 4), los resultados dentro de la estructura, envolvente y acabados muestran que; (ver figura 2.54), la Energía Incorporada (EI) de las dos primeras componentes (estructura u envolvente) existe una diferencia considerable, pero los acabados tienen una cantidad superior, entre las principales causas para que esta componente tenga un valor muy elevado es el tipo de material que se ha empleado en fachada.

En el primer caso (ver figura 2.54), la estructura obtiene una EI de 1593 MJ/m², en la envolvente existe una EI de 710, son bastante similares. Por otro lado, los acabados son los que presentan la incidencia más grande frente a los otros componentes e incluso a los demás casos de estudio, tiene 4140 MJ/m². Por lo tanto, los resultados son bastante

marcados entre cada uno de ellos, aunque se puede rescatar una predominancia de energía dentro de la tercera componente analizada.

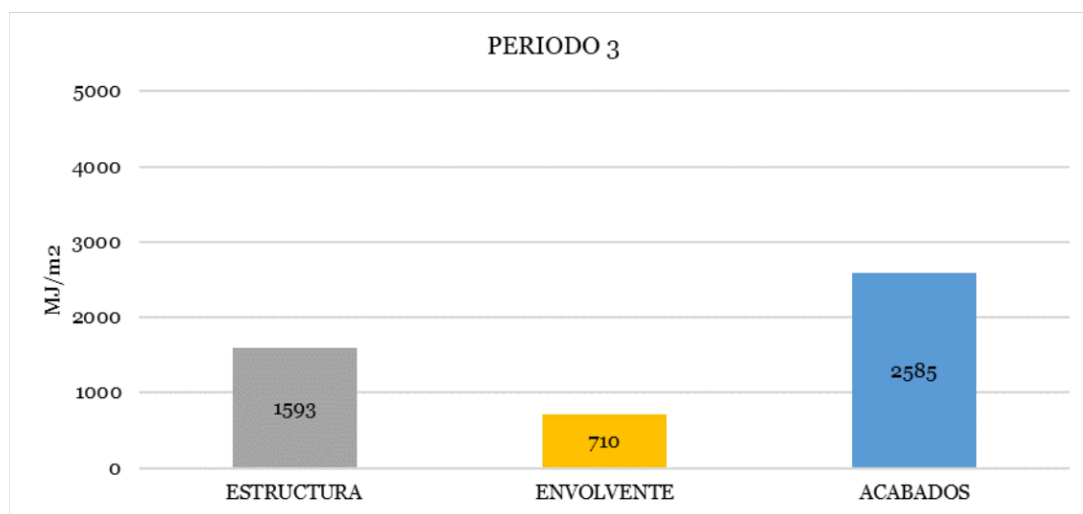


FIGURA 2.54: Análisis de la Energía Incorporada en el periodo 3. Fuente: Elaboración propia.

Estructura

Dentro de esta componente se encuentran todos los elementos estructurales como; zapatas, cadena de hormigón armado, columnas de hormigón, losa de entrepiso, losa planta baja, gradas de hormigón y estructura de acero. Las columnas son de hormigón armado en las cuatro plantas con vigas vistas y losa alivianda. Las gradas de interconexión entre los niveles son con estructura de hormigón armado. La cubierta de la vivienda es soportada por una estructura de perfilera tipo G de 80mm (principales) y 60mm (secundarias), están anclados por soldadura con ángulos de $\frac{3}{4}$ " x 2mm.

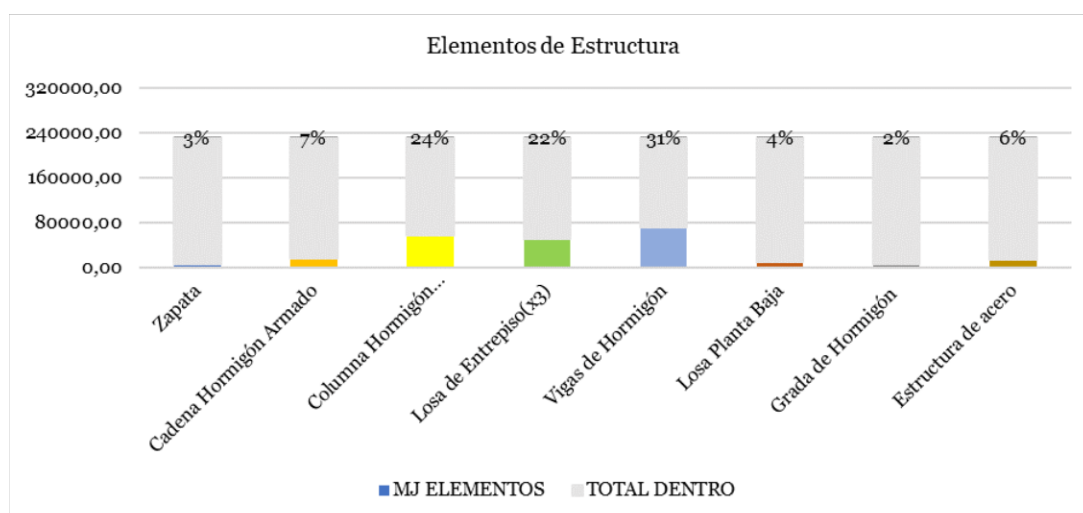


FIGURA 2.55: Elementos de la estructura. Fuente: Elaboración propia.

En la componente de estructura (figura 2.56). Las vigas de hormigón armado tienen una EI del 31 % frente a los demás elementos, las columnas de hormigón armado tienen un 24 % y las losas de entrepiso un 22 %. Estos tres elementos suman el 77 % de toda la demanda de Energía Incorporada.

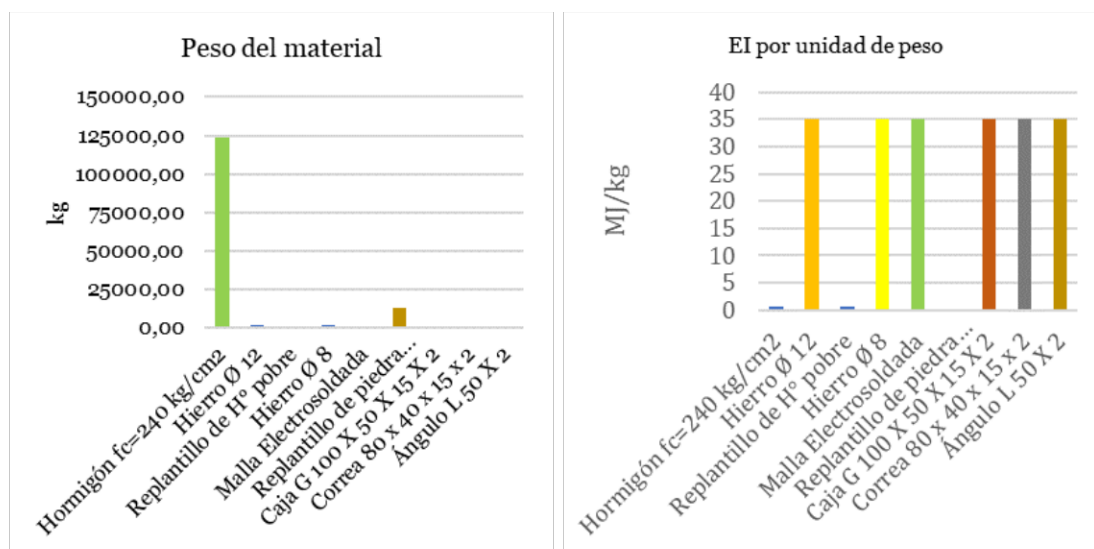


FIGURA 2.56: (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de estos resultados, de acuerdo al peso del material, el hormigón fc=240kg/cm2 predomina, es seis veces superior con respecto a los demás elementos. Por otro lado, los valores por unidad de peso para el acero son valores elevados, en consecuencia, la Energía Incorporada del hierro va tener índices muy altos.

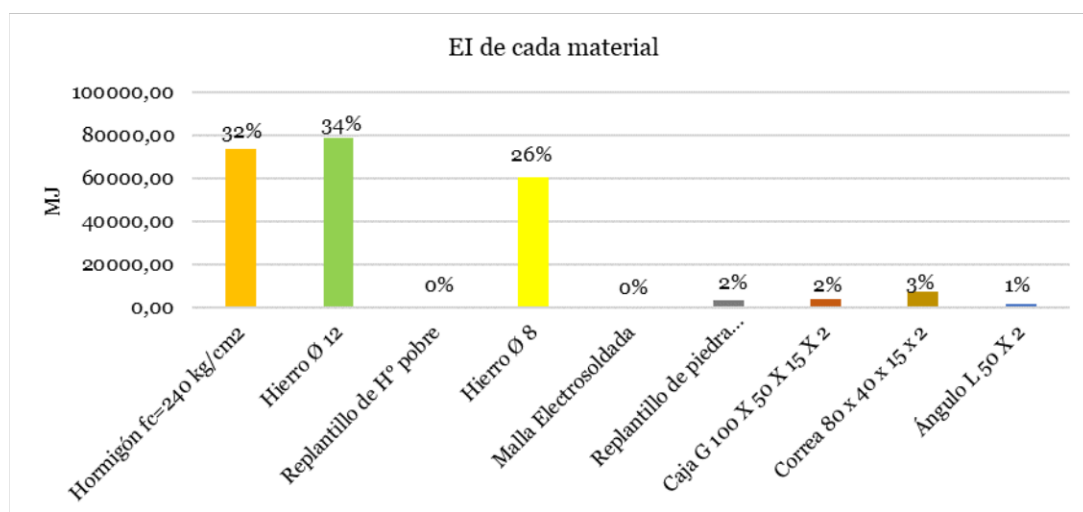


FIGURA 2.57: Energía incorporada de cada material dentro de la componente de estructura. Fuente: Elaboración propia.

Los materiales de construcción con más EI en esta construcción son: Hierro de 12mm con el 34 %, hormigón $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ con un 32 %, hierro de 8mm con el 26 %, y los perfiles tipo G de 60 y 80 x2mm con un 2 y 3 % respectivamente. Por otro lado, los elementos de poca demanda son: ángulo L de 50x2mm y la piedra con el 1 % y 2 % respectivamente.

Envolvente

Dentro de la envolvente, la mampostería de la vivienda es de ladrillo. Por otro lado, la cubierta está protegida por láminas de acero inoxidable (tipo teja) ancladas a una estructura de madera. En la figura 2.58, el elemento con más porcentaje de relevancia dentro de los elementos de la envolvente es el aluminio con el 60 %, seguido por el bloque con un 29 %, y en tercer lugar aparecen las láminas onduladas de acero (tipo teja) con un 12 %.

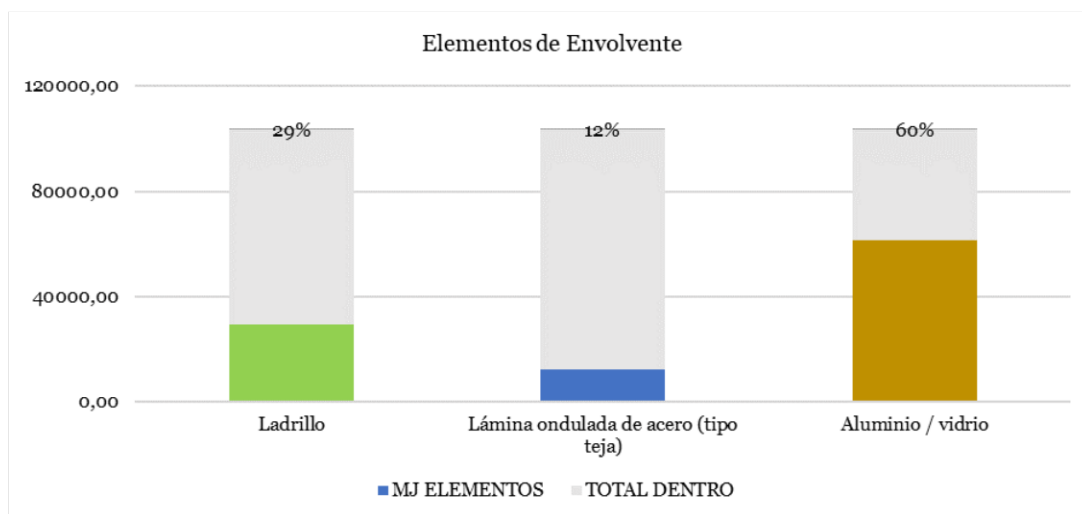


FIGURA 2.58: Elementos de la Envolvente. Fuente: Elaboración propia.

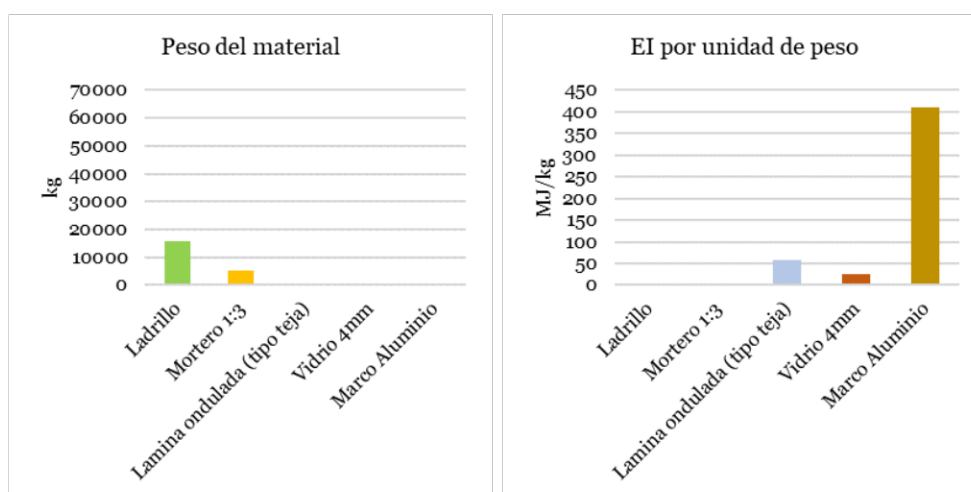


FIGURA 2.59: (a) Peso del material. (b) Energía incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de estos resultados, de acuerdo al peso del material, el envoltorio de ladrillo es la más alta dentro de esta categoría. En contraste, los valores dentro de la energía incorporada por unidad de peso son muy inferiores en comparación con demás elementos de esta categoría. El aluminio por su peso es muy inferior en comparación con los demás elementos, pero en la EI es el material que más contamina.

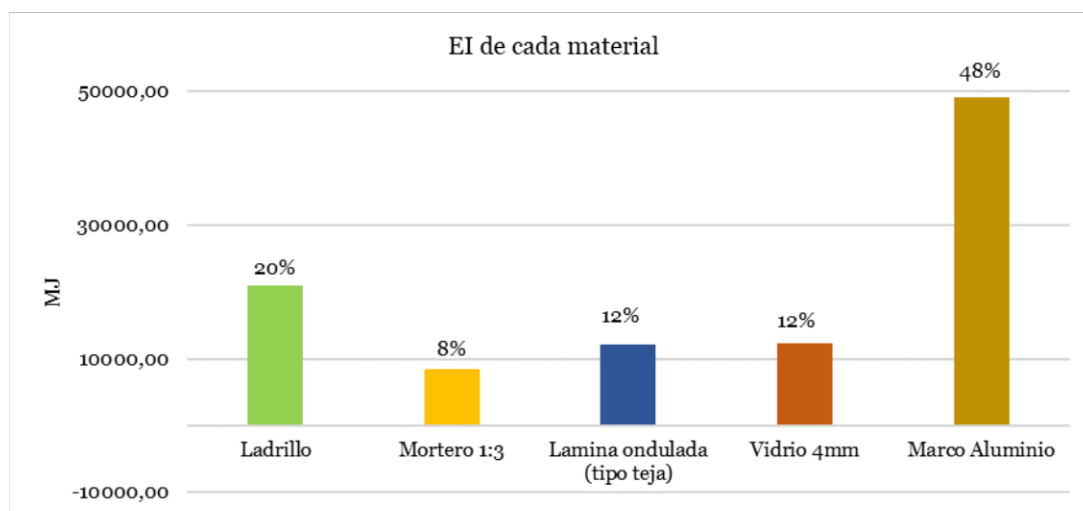


FIGURA 2.60: Energía incorporada final de la envoltorio. Fuente: Elaboración propia.

En base a estos resultados, la envoltorio de aluminio tiene una incidencia del 48 %, seguido por el ladrillo con un 20 %. Es necesario recalcar que en cuanto al volumen de material el aluminio es mínimo en comparación con el ladrillo. Por otro lado, el EI del mortero 1:3 en esta edificación tiene un impacto muy inferior a los demás materiales con un 8 % de incidencia.

Acabados

De manera general, en la Casa Poma se ha considerado lo siguiente: enlucido, pintura, alucubond, cerámica, piso flotante, empaste, hierro y PVC. Estos elementos permiten complementar los ambientes internos y externos en una edificación para brindar un mayor confort al usuario.

De manera general, el elemento con mayor incidencia dentro de esta componente es el PVC con un 52 %, este material se encuentra distribuido en todos los tumbados de las 3 plantas. El alucubond es el siguiente elemento con mayor EI en esta edificación con un 29 %, se encuentra colocada en toda la fachada principal de la edificación. El piso flotante tercer material con mayor Energía Incorporada con un 18 %. Por último, el empaste con una incidencia del 1 % son los principales materiales que sobre salen en la presente componente.

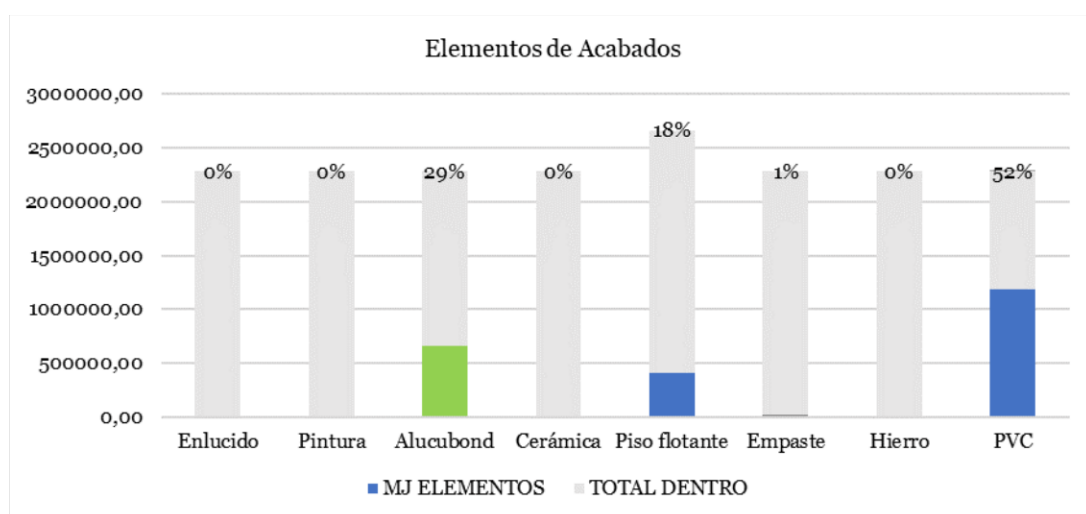


FIGURA 2.61: Elementos analizados dentro de la componente de los acabados. Fuente: Elaboración propia.

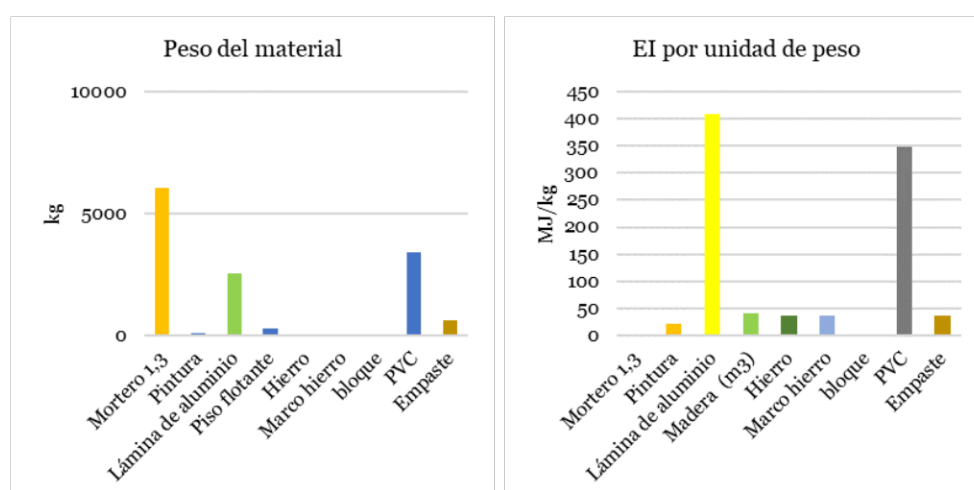


FIGURA 2.62: a) Peso del material, b) Energía Incorporada por unidad de peso. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de este análisis, de acuerdo al peso del material, el mortero (dosificación 1:3) es el más alto dentro de esta categoría. En contraste, el valor de este mismo elemento dentro de la energía incorporada por unidad de peso es muy inferior en comparación con demás elementos de esta categoría. La lámina de aluminio por su peso es el tercer material más pesado en comparación con los demás elementos, pero en la EI es el primer material que más contamina.

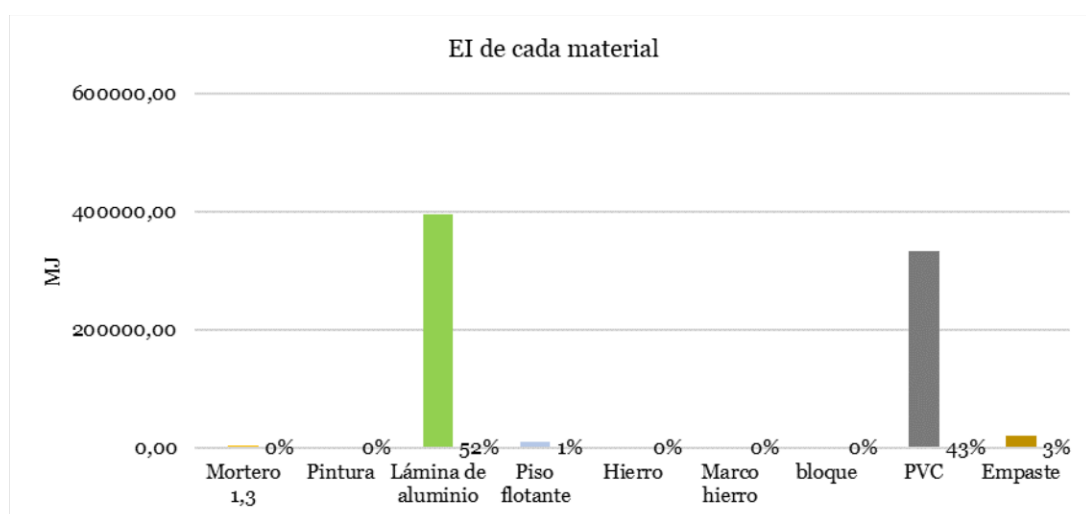


FIGURA 2.63: Energía incorporada final de los acabados. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de los cálculos de energía incorporada en todos los componentes analizados dentro de esta edificación se obtuvo como resultado que la energía consumida en esta construcción fue de aproximadamente 106 años (ver Anexo 4). Además, se detalla en el cuadro resumen los principales valores de EI en toda la vivienda.

Tabla 2.4: Resumen de la Energía Incorporada de la Vivienda Poma.

Componente	Subcomponente	Peso (Kg)	MJ POR ELEMENTO	MJ TOTAL
ESTRUCTURA	Estructura	136526.07	212862.49	
	Gradas	4165.14	5427.9	231740.82
	Cubierta	384.30	13450.43	
ENVOLVENTE	Mampostería	21100	29488.60	
	Acabado cubierta	211.95	12250.42	103311.63
	Ventanas	598.09	61572.61	
ACABADOS	Acabado muros	3000.32	26781.85	
	Pisos	4840.8	14204.75	376134.23
	Puertas	67.61	1416.38	
	Cielo raso	956.25	333731.25	

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2. Análisis total de las viviendas (P1-P2-P3-P4)

En todos los periodos de análisis las componentes han sufrido muchas variaciones, pero se ha determinado que estos cambios van en forma ascendente, es decir que con el pasar de los años hasta la actualidad se ha incrementado la Energía Incorporada en las construcciones. Le evolución en los sistemas de construcción, la aparición de nuevos materiales y la globalización han generado cambios en la forma de construir, además de la aparición de normativas de construcción que dictan la forma de construir en las

edificaciones.

En el primer análisis (gráfica 2.64) se hace un estudio de las estructuras en los cuatro periodos. El primer periodo (P1) es el más bajo en cuanto a Energía Incorporada en la estructura de la vivienda con 408 MJ/m², el factor más importante aquí fue el material empleado, el abode tiene una EI muy baja, como resultado este valor es relativamente bajo.

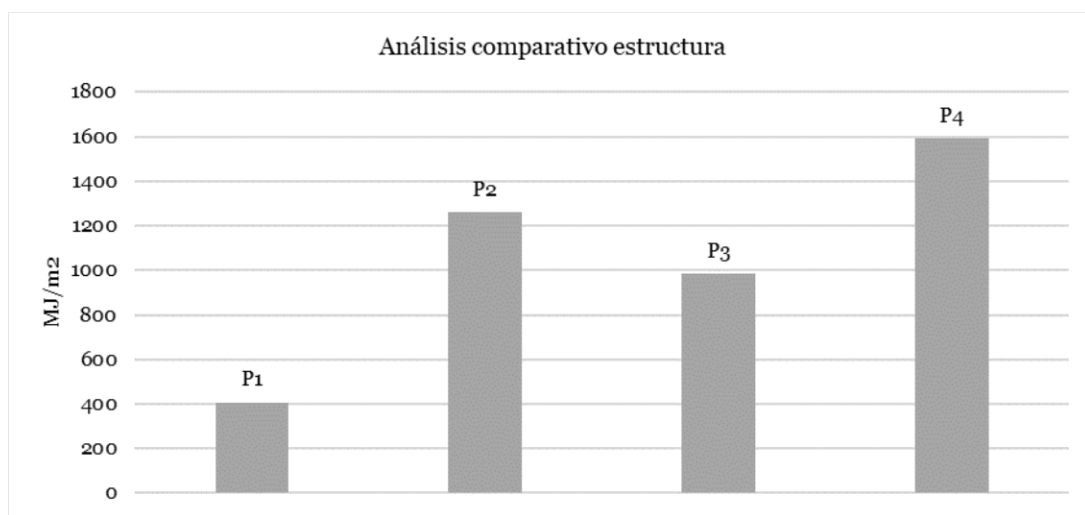


FIGURA 2.64: Análisis comparativo de la estructura en los periodos P1-P2-P3-P4. Fuente: Elaboración propia.

El segundo periodo (P2), se presenta una estructura con un nivel de impacto ambiental alto, con un total de 1259 MJ/m², tiene un nivel de EI más alto que P3. Una de las causas principales sería por que la vivienda fue construida 100 % de hormigón armado (vigas columnas y losa). El tercer periodo (P3), la estructura tiene 984 MJ/m² es más baja que la del periodo anterior, aquí entran muchos factores a favor, una de las principales es: los materiales de construcción producidos ya tienen políticas para reducir el impacto ambiental en el producto final (aunque es más notorio en el P4), pero sobre todo esta vivienda tiene el entrepiso 100 % de madera, haciendo que su EI en esta componente se reduzca significativamente.

El último periodo (P4), en los años 2011-2020 la estructura de la vivienda analizada presenta una estructura con un nivel de impacto mucho más alto. Con un total de 1593 MJ/m² más Energía Incorporada por m² cuadrado que los otros tres periodos. En este contexto, es probable que, debido a eventualidades surgidas como la llegada de nuevos materiales industrializados, la globalización en el campo de la construcción haya provocado que las construcciones modernas tengan niveles de contaminación mucho más altas.

En la figura 2.65 se analiza la envolvente de los cuatro periodos que se han considerado. Existen muchas variaciones en cada periodo, a diferencia del análisis anterior la envolvente del periodo 2 (P2) con 240MJ/m² tiene menos Energía incorporada que el periodo 1 (P1) que aparece con 424 MJ/m², casi el doble de diferencia entre ambos periodos. Una de las

causas principales es por el peso del material, en P1 se utilizó paredes de adobe de gran espesor en planta baja y paredes de bahareque en planta alta.

En el análisis del periodo 3 (P3) se evidencia un aumento significativo de EI con 1254MJ/m², entre los principales factores que incidieron en este resultado fue el uso de bloque y ladrillo en los muros y una cubierta con lámina ondulada de acero galvanizada (tipo teja) que tiene una EI muy alta. En el último periodo (P4) existe una reducción de Energía Incorporada con 710MJ/m², esta edificación utiliza el ladrillo en toda la construcción, como resultado su MJ/m² fue menor al periodo anterior.

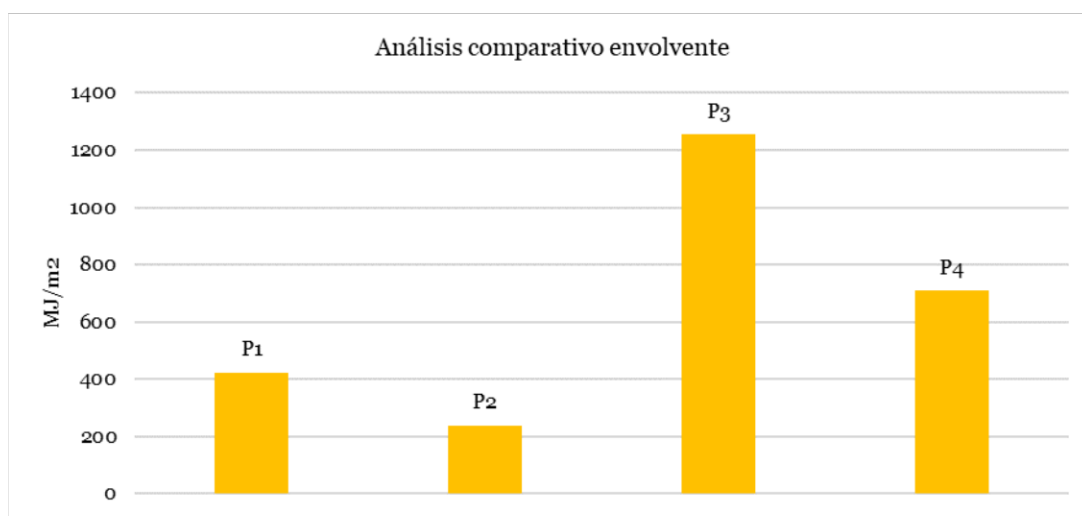


FIGURA 2.65: Análisis comparativo de la envolvente en los periodos P1-P2-P3-P4. Fuente: Elaboración propia.

El primer periodo (P1) tiene 379 MJ/m² y es relativamente alto en relación a los siguientes dos periodos. El segundo periodo se evidencia como el más bajo en cuanto a Energía Incorporada en los acabados de la vivienda con 105 MJ/m². El tercer periodo (P3) tiene 269 MJ/m² y es relativamente alto en relación al periodo anterior. El cuarto periodo se evidencia como el más alto en cuanto a Energía Incorporada en los acabados de la vivienda con 4140 MJ/m².

De manera general, los materiales empleados en los acabados de las viviendas de los cuatro periodos que menor EI requieren son los materiales de origen natural, sin procesos industrializados que provocan un gasto excesivo de recursos. En la figura 2.66, se puede observar que la componente de acabados de la Casa Seas no posee valores altos en cuanto a EI, los acabados son en hormigón natural, madera y piedra que poseen los valores más bajos de Energía Incorporada por metro cuadrado, a pesar del gran peso que posee la piedra y la grava, al ser su origen natural, no requieren consumo energético en procesos de producción o fabricación.

Dentro del análisis de la componente de acabados (figura 2.66), se puede decir que los resultados obtenidos hasta este punto y el uso de diferentes materiales puede definir hacer que se incremente o se reduzca la Energía Incorporada en una vivienda. Por lo tanto,

es importante considerar dentro de la programación arquitectónica antes de iniciar un proyecto, entender todo el proceso de selección de materiales con baja Energía Incorporada acorde a cada región o zona.

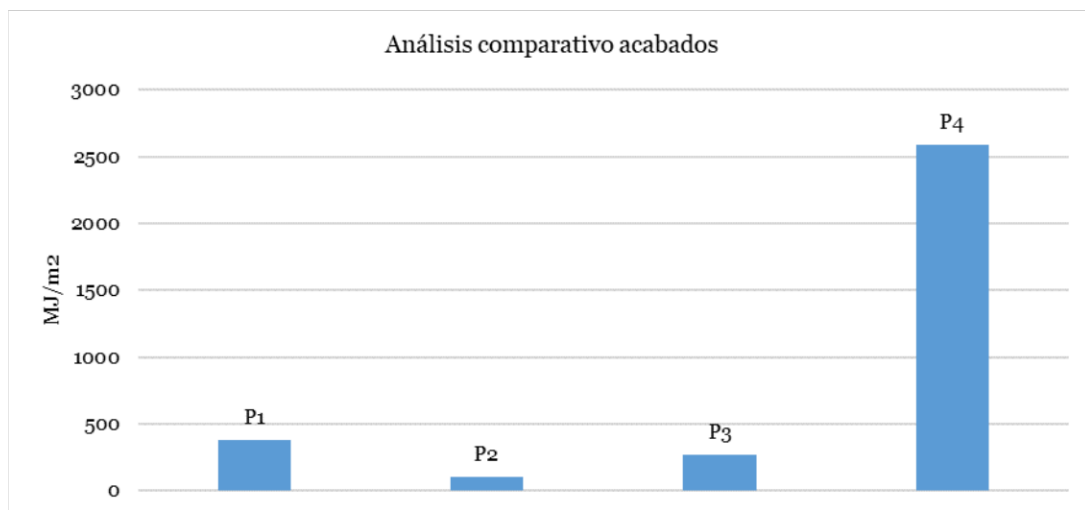


FIGURA 2.66: Análisis comparativo de los acabados en los periodos P1-P2-P3-P4. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se puede evidenciar en un gráfico comparativo general el comportamiento de los valores en los cuatro periodos en las tres componentes principales: estructura, envolvente y acabados.

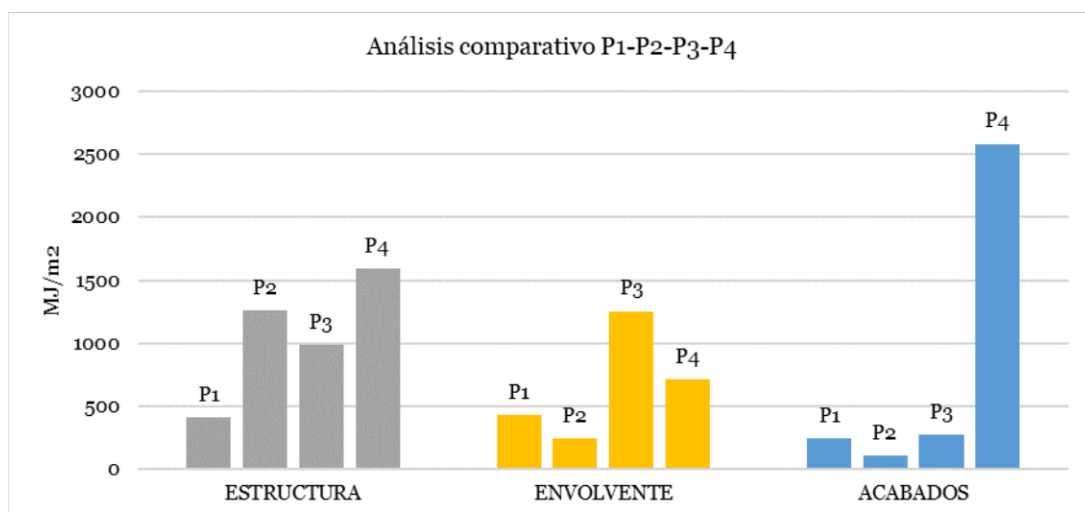


FIGURA 2.67: Análisis comparativo general de las edificaciones en los periodos: P1-P2-P3-P4. Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, la EI del componente estructura durante las últimas cuatro décadas muestra una tendencia creciente, aunque en la transición de P3 a P4 este valor ha disminuido principalmente debido al cambio en los valores de Energía Incorporada

de los materiales por factores como el reciclaje y la reutilización y aprovechamiento de productos. Como consecuencia del cambio de materiales utilizados en envolvente de P1 a P4, el EI ha experimentado un incremento de casi tres veces.

Los acabados aumentan casi en 7 veces en el último periodo a diferencia de P1, P2 Y P3. La diferencia entre los dos tipos de construcción mostrados en P1 y P2, son bastante similares. Por lo tanto, se podría decir que depende mucho de la inserción de nuevos materiales en cada período.

En este sentido, es necesario utilizar materiales que no seas muy pesado en obra y que no tengan una Energía Incorporada (EI) muy alta, esto permitirá que la edificación tenga un equilibrio tanto en el peso del material como en la EI por su unidad de peso, como resultado se obtienen construcciones con baja Energía Incorporada.

Por último, es posible mencionar que el cambio de materiales naturales por materiales industrializados genera un incremento en la EI, como se ha evidenciado en el presente análisis, elementos de origen natural como la madera natural tienen una incidencia de EI más bajo que elementos procesados, a pesar de ello, los requerimientos actuales y las tendencias arquitectónicas que se insertan en la ciudad, han dejado a un lado el uso de este material y es necesario crear políticas de conciencia ambiental al momento de construir.

2.3.3. Resultado del capítulo

El análisis que se desarrolló a lo largo del presente capítulo tiene como finalidad hacer un enfoque de los sistemas constructivos de la Amazonía ecuatoriana. Asimismo, se puede evidenciar como avanza de manera acelerada la construcción, además el uso de materiales que va siendo reemplazado por industrializados y reconocidos a escala global. La mayor parte de estos materiales se comercializan por estética y caprichos de diseño, pero no son analizados desde la parte contaminante.

En la Amazonía, la estructura de las viviendas residenciales ha sufrido muchos cambios, en los años de 1980 tenía estructuras de madera, tierra y bahareque, pero posteriormente han terminado por utilizar el típico sistema constructivo que se ve en todas partes. Esta transición muestra el desarrollo paulatino de los sistemas constructivos que van incrementando su EI.

Las variables de peso y Energía Incorporada por unidad de peso de cada material tienen un papel fundamental dentro del resultado final de EI, por ejemplo, la madera natural no requiere de gran consumo energético en su proceso de fabricación, además, si se considera que en el oriente este material predomina y si se aprovecha todas sus bondades se puede realizar construcciones de calidad similar a los nuevos materiales.

En cuanto a la envolvente de los casos de estudio analizados, muestra como ha ido disminuyendo el espesor de las paredes a lo largo de los años, pero triplicando las emisiones de CO₂ por causa de estos nuevos materiales. En este sentido, se pretende fomentar la utilización de algunos materiales que tienen baja energía incorporada y que son producidos dentro de estos territorios, como es el caso del ladrillo de arcilla que es fabricado de

manera artesanal y tiene varias presentaciones. Las condiciones ambientales en los espacios interiores dependen mucho de la envolvente y se pueden utilizar los materiales correctos de optima manera para poder lograr el confort en una vivienda.

En cuanto a los acabados, los resultados del análisis son alarmantes, mientras las construcciones se modernizan, el nivel de contaminación que se puede generar es muy grande. La Casa Poma (P4) que tiene una fachada recubierta por paneles de Alucubond tiene una equivalencia a 140 años de consumo. En cambio, la Casa Montaña que tiene acabados a base de revoque de tierra, con puertas y ventanas de madera tiene una equivalencia de 25 años.

El objetivo principal de este capítulo es analizar la variación de energía incorporada en los edificios residenciales debido al cambio de los sistemas constructivos en las últimas cuatro décadas. Esta investigación permite en primera instancia conocer el estado actual de las construcciones en la Amazonía y en segundo lugar permite obtener ciertos parámetros que ayudan a utilizar materiales con baja EI, lo que permitiría hacer construcciones más sostenibles.

CONTEXTO FÍSICO Y MORFOLÓGICO DEL LUGAR

En capítulo 3 se realizará un análisis general y específico del cantón Yacuambi. En la primera parte se hace un estudio general del sector, posteriormente se realiza un análisis del clima de la ciudad donde se emplazará el equipamiento planteado en el presente trabajo, esta parte es muy importante porque nos permite establecer criterios de confort para el proyecto. En la tercera parte, se realizará un análisis específico del sitio de intervención, todas las características, su entorno inmediato, topografía y forma.

3.1. Análisis del lugar

Yacuambi es uno de los nueve cantones amazónicos de la provincia de Zamora Chinchipe, está ubicado geográficamente en el sur del Ecuador. Tiene un área de 1248.10 km² y su principal característica geográfica es accidentada en todo su territorio. Una de sus principales características es ser uno de los asentamientos más antiguos de esta provincia.



FIGURA 3.1: Cabecera cantonal de Yacuambi. Fuente: (Yacuambi, 2015).

HISTORIA

El origen de este cantón amazónico data del año 1800 cuando un grupo de personas del pueblo shuar deciden adentrarse en el caudaloso río Suriruk (hoy Río Zamora) hasta llegar a la desembocadura de dos ríos, el Río Zamora y el Río Yacuambi. Al descubrir esta zona decidieron quedarse y trabajar sobre estas tierras. Los primeros habitantes shuar estaba encabezados por el Cacique Tukup y toda su familia. Posteriormente se tiene registros que la familia del Cacique Mariano Taisha estaba al mando de ese asentamiento. Sus principales actividades eran la pesca, caza y actividades agrícolas de menor escala para consumo propio (Lozano, 2017).

El pueblo mestizo llega al cantón Yacuambi con el arribo de los Misioneros Franciscanos, al llegar se dieron cuenta que estas tierras ya estaban habitadas por el pueblo Shuar, quienes voluntariamente piden que los visiten e incluso ofrecen levantar una casa misional denominada Misión Franciscana San José de Yacuambi dentro de este territorio, el nombre le da debido a la fecha de llegada un 19 de marzo (San José)(Lozano, 2017).

Posteriormente, en los años 1820, ocurre la llegada de las primeras personas provenientes del pueblo Saraguro. Su primer asentamiento es en el sector Canelos (hoy conocido como San Antonio del Calvario), en ese sector compran una hacienda por 5000 soles (dinero circulante en esa época). Estos misioneros predicaron su religión con ambos asentamientos, aunque los enfrentamientos por territorio entre los pueblos Saraguro y Shuar se daban constantemente, lo que provocó que estos últimos se desplacen río abajo hasta la parroquia La Paz (Lozano, 2017).

El actual centro urbano empezó a consolidarse en junio de 1936, se levantan las primeras viviendas de madera alrededor de centro misional 3.2). El 12 de septiembre del mismo año se conforma la primera organización parroquial que fue nombrada como San José de Yacuambi, en ese entonces estaba adscrita al cantón Saraguro (Loja). En este periodo se produce el boom agrícola, agropecuario y minero dentro de la zona poblada. El origen del nombre de Yacuambi proviene del vocablo Kichwa Saraguro, etimológicamente da el significado de: YACU= agua y AMBI o HAMPIK= camino, por lo tanto, YACUAMBI significa Camino del Agua (Lozano, 2017).



FIGURA 3.2: Primera imagen de la cabecera cantonal de Yacuambi. Fuente: (Yacuambi, 2015).

Posteriormente, el 28 de mayo del año 1941 se produce un reclamo formal de este territorio oriental por parte de la provincia de Zamora Chinchipe. Finalmente, el 8 de enero de 1953 se declara oficialmente al cantón Yacuambi en el Registro Oficial No. 360 del 10 de Noviembre (Yacuambi, 2015).

3.1.1. General

La población cantonal es intercultural cuenta con la presencia del pueblo Kichwa Saraguro, la Nacionalidad Shuar y los mestizos. El primero es migrante del cantón Saraguro, el segundo migrante desde Gualaquiza siendo los primeros pobladores del cantón, y la población mestiza migrantes en su mayoría del cantón del Azuay.

Dentro de la jurisdicción cantonal se encuentra distribuido en tres parroquias; 28 de Mayo como parroquia Urbana también conocida como Yacuambi, Tutupali y La Paz como parroquias rurales. El idioma materno del Pueblo Saraguro es el Kichwa, de la Nacionalidad Shuar es el Shuar, y de los Mestizos el Español; actualmente enfrenta un grave problema sociolingüístico, especialmente el Kichwa y el Shuar en menor grado, se evidencia la pérdida, debido a la poca funcionalidad de la lengua materna, convertida en pasiva en la mayoría de las familias.

Ubicación:

Geográficamente el Cantón Yacuambi está ubicado en el sur del Ecuador (ver figura 3.3), en la Amazonía ecuatoriana, forma parte de uno de los 7 cantones de la provincia de Zamora Chinchipe, se encuentra a una altitud entre 1200-1800 metros sobre el nivel del mar, a una longitud de: 3°38'29.42 sur y 78°55'35.43 oeste, a una latitud de: 03°50.



FIGURA 3.3: Ubicación del cantón Yacuambi.
Fuente: Propia

Sus límites cantonales son los siguientes:

Tabla 3.1: Delimitación del cantón Yacuambi.

LÍMITES	
NORTE:	Provincia del Azuay y Morona Santiago
SUR:	Cantón Zamora
ESTE:	Cantón Yantzaza y provincia de Morona Santiago
OESTE:	Provincia de Loja y Provincia del Azuay

Fuente: (Lozano, 2017).

Demografía:

A través del levantamiento de información generado por la actualización del PDOT en el año 2010 y con respaldo del INEC se verifica que este cantón posee una población de 5.835 habitantes (INEC, 2010), de los cuales 2.938 son hombres y 2.897 son mujeres (ver tabla 3.2). A continuación, se muestra a través de la tabla una distribución de la población por género dentro de todo el territorio cantonal.

Tabla 3.2: Demografía del cantón Yacuambi.

POBLACIÓN TOTAL					
Sexo	Urbano	%	Rural	%	Total
Hombres	655	49.43	2283	50.62	2938
Mujeres	670	50.57	2227	49.38	2897
Total	1325	100	4510	100	5835
%	22.71		77.29		100

Fuente: (INEC, 2010).

La población se encuentra distribuida de la siguiente manera, el mayor porcentaje de asentamientos se encuentran en la zona rural con un total de 4510 habitantes (77.29%). Por otro lado, en la zona urbana solo existen 1325 personas (22.71%). En cuanto a la distribución de la población por sexo, en el área urbana el 50.57% de habitantes es mujer y el 49.43 es hombre. En la zona rural el 49.38% de la población es de sexo femenino y el 50.62% masculino (INEC, 2010).

Dentro del análisis de la población según su autoidentificación por pueblos y nacionalidades, en la tabla 3.3 se detalla el porcentaje de población por cada etnia, se han identificado 6 culturas diferentes, pero las más predominantes son; Indígenas, Mestizo y Shuar. Los saraguros son la población que más predomina dentro del cantón, además durante todo este tiempo no han perdido su identidad, en cambio, el pueblo Shuar poco a poco va dejando de lado su vestimenta y tradiciones. En este contexto es necesario fortalecer a identidad de estos pueblos.

Tabla 3.3: Autoidentificación según cultura y costumbres.

AUTENTIFICACIÓN		
Etnia	Población	Porcentaje %
Indígena	4184	71.70
Shuar	501	8.59
Montubio/a	6	0.10
Mestizo/a	1080	18.51
Blanco/a	50	0.86
Otro/a	14	0.24
TOTAL	5835	100

Fuente: (Yacuambi, 2015)

Proyección de la población

Para conocer la proyección de la población es necesario conocer la tasa de crecimiento que según el (INEC, 2010) es del al 6.74%. En el análisis por grupos de edad, se puede evidenciar como se proyecta la población desde el año 2010 hasta el año 2020 (ver tabla 3.4).

Tabla 3.4: Población por grupos de edad

Grupos de edad	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<1 año	147	201	200	199	198	197	196	195	193	192	190
1 - 4	695	833	841	847	850	851	847	843	839	834	828
5 - 9	910	982	990	998	1006	1016	1025	1033	1039	1042	1041
10 - 14	795	789	798	805	812	818	824	830	837	844	852
15 - 19	634	644	656	666	677	687	695	703	710	715	721
20 - 24	525	549	562	575	588	599	610	621	631	641	650
25 - 29	393	401	415	428	441	454	466	477	488	499	509
30 - 34	327	350	362	376	390	404	419	433	447	460	472
35 - 39	319	324	333	342	353	364	377	390	405	420	436
40 - 44	256	263	268	273	279	285	291	299	308	317	327
45 - 49	201	206	211	216	221	225	230	235	239	244	249
50 - 54	185	201	207	213	219	225	231	237	243	248	254
55 - 59	128	130	134	138	143	147	152	156	161	165	170
60 - 64	129	134	137	140	144	148	152	157	161	166	171
65 - 69	82	82	84	86	88	90	92	95	97	100	103
70 - 74	48	51	53	54	56	58	59	61	62	64	65
75 - 79	26	29	29	30	31	33	34	35	36	37	38
80 y Más	35	39	38	38	38	38	39	40	41	43	44
TOTAL	5835	6209	6318	6426	6533	6638	6740	6840	6936	7030	7121

Fuente: (INEC, 2010)

Además, se analiza la edad de las personas para conocer el valor más alto de los grupos de edad en toda la población, según este análisis se puede observar (ver tabla 3.4) que

el grupo de 5-9 años en el 2020 van a superar los 1041 niños, es decir es el grupo más predominante. Además, para el 2020 se espera tener un total de 7121 habitantes dentro del cantón Yacuambi.

Es necesario también hacer énfasis en el grupo de edad que recalca dentro de esta tabla es la comprendida en entre 5 a 9 años de edad. Es decir, este grupo sobresale dentro del cantón Yacuambi.

Salud

Tasa de fecundidad

A nivel nacional en el año 2010 la tasa de fecundidad se situaba en 2,4 por cada 1.000 habitantes, en la provincia de Zamora Chinchipe es de 3,3 por cada 1.000 habitantes, mientras que en el cantón Yacuambi es de 2,3 por cada 1.000 habitantes (INEC, 2010).

Tasa de mortalidad

Dentro del área cantonal de Yacuambi durante el año 2015 se tramitaron en total 10 actas de defunción, por lo tanto, la tasa de mortalidad es de 158 por cada 100.000 habitantes (Yacuambi, 2015).

Economía

Este cantón es reconocido a nivel provincial por su actividad agropecuaria, la ganadería es la actividad que en la cabecera cantonal sobresale, todos los viernes realizan una feria ganadera donde se exponen el ganado bovino (ver figura 3.4), además a partir de esta actividad se derivan más productos como la leche, quesillo, queso, carne, embutidos, entre otros.



FIGURA 3.4: Principales actividades económicas en el cantón Yacuambi. Fuente: (Yacuambi, 2015).

En las comunidades Shuar en cambio la actividad que sobresale en la agricultura. Los principales productos que comercializan son: plátano, yuca, papa china, camote, maíz, chotas, papayas, entre otros. La producción está destinada para cubrir las necesidades de la población yacuambense. Es una actividad dura, que demanda de esfuerzo físico, pero cada día con la ayuda de nuevas formas de producción han logrado explotar de mejor manera sus tierras (Yacuambi, 2015).

Por otro lado, dentro del área urbana de Yacuambi la principal actividad económica es el comercio, entre las principales actividades están: tienda de abarrotes, almacenes, ferreterías, farmacias y comercios informales en general. Otra fuente de ingresos muy notoria es la explotación minera, en los últimos años que ha generado fuentes de empleo directo, la zona donde se desarrolla esta actividad en toda la rivera del Río Yacuambi extendiéndose hasta el límite con el Río Zamora(Yacuambi, 2015).

Tabla 3.5: Principales sectores generadores de empleo en el cantón Yacuambi

SECTORES QUE GENERAN FUENTES DE EMPLEO EN EL CANTÓN YACUABI			
No.	Actividad	Población	%
1	Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca	1449	60.75
2	Explotación de minas y canteras	88	3.69
3	Industrias manufactureras	103	4.32
4	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	2	0.08
5	Construcción	111	4.65
6	Comercio al por mayor y menor	60	2.52
7	Transporte y almacenamiento	22	0.92
8	Actividades de alojamiento y servicio de comidas	13	0.55
9	Información y comunicación	2	0.08
10	Actividades financieras y de seguros	6	0.25
11	Actividades profesionales, científicas y técnicas	5	0.21
12	Actividades de servicios administrativos y de apoyo	5	0.21
13	Administración pública y defensa	144	6.04
14	Enseñanza	100	4.19
15	Actividades de la atención de la salud humana	27	0.88
16	Artes, entretenimiento y recreación	7	0.29
17	Otras actividades de servicios	6	0.25
18	Actividades de los hogares como empleadores	33	1.38
19	Trabajador Nuevo	32	1.34
20	No declarado	176	7.38
TOTAL		2385	100

Fuente: Elaboración propia con datos de: (Yacuambi, 2015)

Es necesario hacer énfasis a las tres principales economías que mueven el cantón, estas son: en primera instancia está la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, en segundo lugar, está la parte pública y en tercera lugar está la construcción. Por otro lado, las economías mas pequeñas dentro de esta jurisdicción son: suministro de electricidad,

información y comunicación y actividades profesionales. Hay que hacer énfasis en el campo minero, existen temporadas en las que esta actividad demanda de mucha mano de obra, pero estas dependen mucho de la temporada y los factores climáticos de la zona.

Trabajo y empleo

En el cantón Yacuambi, el pilar fundamental está asentado en el campo, todas las actividades agropecuarias con el principal sustento de las familias yacuambenses. La población económicamente activa del cantón representa un 39.91%. En este contexto, la población que se mantiene activa (PEA) representa más del 60% dentro del área agraria, recalcando ser una población potencialmente productiva (Yacuambi, 2015).

3.1.2. Cultural

En el ámbito cultural, Yacuambi es el punto de encuentro del pueblo Mestizo, Saraguro y Shuar, dando lugar a una diversidad cultural, gastronómica, musical y artística, por lo tanto, aquí se puede encontrar una gastronomía mixta (quesillo, miel, ayampaco, caldo de ganado, ceviche de tilapia, caldo de corroncho etc.), con bebidas como el warapo, la begonia, la mapanagua, entre otros. La parte musical y artística es muy interesante por la interculturalidad que tiene este cantón. A continuación, se hace un breve análisis de las tres etnias principales que tiene este cantón.

Pueblo Shuar

Los Shuar previamente fueron conocidos como Jíbaros un nombre que actualmente ya no se utiliza por su connotación peyorativa, los cuales representan el 5% de la población (Lozano, 2017). El origen de esta nacionalidad da origen en la provincia de Morona Santiago, su desplazamiento hasta este territorio se justifica debido a la escasez de alimento para las familias y animales domésticos, por lo que tuvieron que desplazarse río arriba.

Según (Pohle y Reinhardt, 2004), “la recolección de plantas es esencial para la subsistencia y economía de los Shuar y juega un papel importante dentro de su cultura material y espiritual”. La mencionada investigadora encontró que utilizan 120 especies de plantas nativas existentes principalmente en los ecosistemas naturales, de las cuales 27% se usan en la alimentación, 23% como materiales de construcción y 16% como medicinales.

Por tanto, su soberanía alimentaria y calidad de vida depende principalmente de la permanencia del bosque natural y sus ecosistemas. Adicionalmente, la espiritualidad de esta nacionalidad requiere el mantenimiento de sus espacios sagrados como las cascadas, a donde se retiran para sus momentos de meditación y recogimiento.

Dentro del cantón Yacuambi la nacionalidad Shuar se organiza en centros, donde prevalece el centro del Kim (Parroquia La Paz), el mismo ha logrado desarrollar el turismo comunitarios gracias al apoyo de varias ONG y la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), inspirando a más comunidades como: Napurak, Kurints y Washikiat promuevan esta actividad (Yacuambi, 2015).

Dentro de la gastronomía con raíces preponderantes de la nacionalidad Shuar está el Ayampaco preparado con: pescado de agua dulce, tilapia, pollo, carne de animales silvestres y otros, el caldo de corroncho o la carachama, el hornado de animales silvestres, la chicha de Yuca, la chica de camote, la chonta, el palmito, entre otros (ver figura 3.5).



FIGURA 3.5: Cultura Shuar en el cantón Yacuambi. Fuente:(Yacuambi, 2015).

Iconografía Shuar

La iconografía hace referencia al conjunto de símbolos y trazos que representan a un pueblo o nacionalidad, la cultura Shuar tiene una serie de símbolos que son utilizados para marcar la piel, para su vestimenta, artesanías e incluso en sus construcciones. La importancia de estos símbolos radica en la abstracción es la forma de animales y la naturaleza.

El tigre es uno de los animales más sagrados para esta cultura y se representa mediante un trazado de líneas horizontales (ver figura 3.6) se utiliza en los rituales sagrados dedicados al Dios Arutam, este felino representa poder, valentía y dominio al que lo posea. Por lo general este símbolo lo lleva marcado el principal líder o líderes de una comunidad o asentamiento (Berrezueta Guamán, 2019).



FIGURA 3.6: Símbolo del tigre. Fuente: Propia.

La culebra (figura 3.7) representa la protección de la vida, este símbolo es utilizado por los hombres y mujeres de todas las edades. Además, es un símbolo muy utilizados en la elaboración de sus artesanías y decoración de cerámicas. También es utilizado como símbolo en las ollas donde elaboran chicha, consideran que es un símbolo de ira y bravura de sus antepasados (Berrezueta Guamán, 2019).

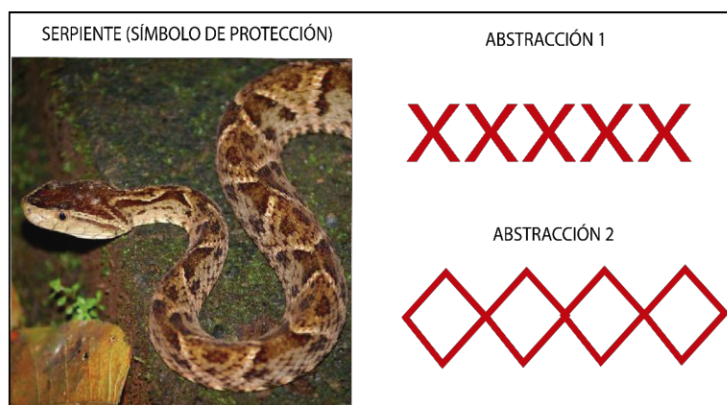


FIGURA 3.7: Símbolo de la serpiente. Fuente: Propia

El lagarto (figura 3.8) representa el poder y el orden, es decir, la persona que posee estos símbolos son los líderes o los pachac (maestros curanderos). El contenido simbólico puede tener ciertas variaciones dependiendo de los asentamientos y su ubicación geográfica, asimismo el color característico de toda la iconografía es por lo general en rojo y negro. El achiote de montaña es muy utilizado por el pueblo Shuar para la elaboración de estos símbolos (Berrezueta Guamán, 2019).



FIGURA 3.8: Símbolo del lagarto. Fuente: Propia

El caracol representa elegancia, simpatía, pureza y positivismo característico de la mujer Shuar, es utilizado por el sexo femenino de todas las edades (ver figura 3.9).

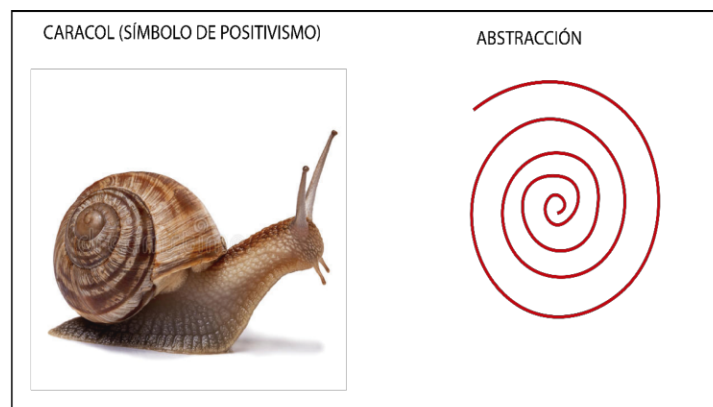


FIGURA 3.9: Símbolo del caracol. Fuente: Propia

Mitología Shuar

Existen muchas historias y creencias acerca del origen del pueblo Shuar, una de las principales leyendas que destacan es que provienen de la naturaleza. El Arutam es su máximo Dios, para establecer conexiones directas con este ser supremo los creyentes deben ir hacia las profundidades de la selva o en lagunas y cascadas donde no vayan personas de manera recurrente (Martínez Nari-Nua y Pellizzaro, 2009). Estos lugares son considerados templos sagrados, para poder establecer una interconexión con el mas allá realizan rituales propios de su cultura con bailes y oraciones en su lengua nativa. A continuación, se presenta un gráfico con todos los significados del Dios Arutam (ver figura 3.10).

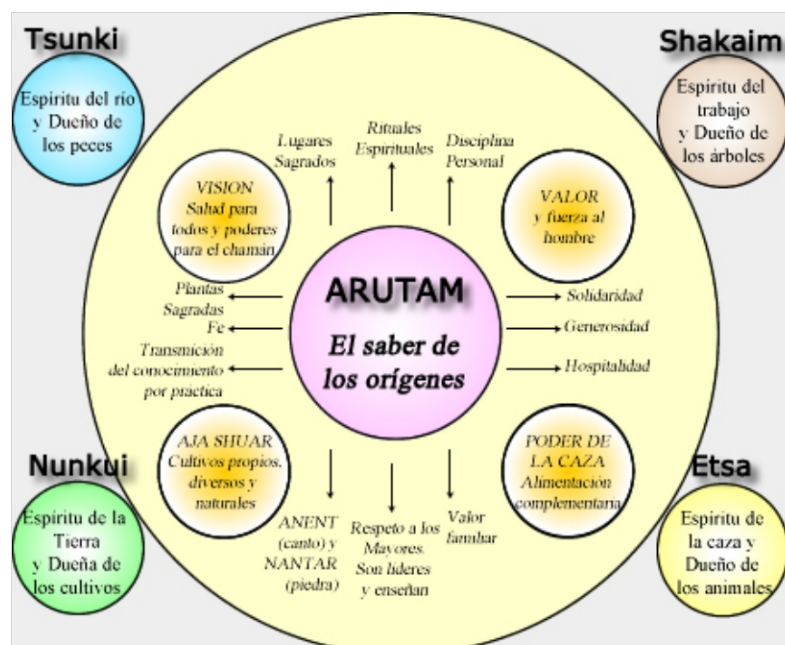


FIGURA 3.10: Significado del Dios Arutam. Fuente: (Katan et al., 1975).

Vivienda Shuar

La vivienda típica de la comunidad Shuar es de planta circular y elíptica (ver figura 3.11), con un espacio interior muy amplio, sin paredes interiores. Se encuentran dos zonas restrictivas; el “ekent”, área familiar de las mujeres y niños pequeños y el “Tankamash” o área social, el piso de la casa Shuar es de tierra, las paredes son de guadúa y chonta, la cubierta está conformada por madera y recubrimiento con hojas de palma (Noboa Araujo, 2009).

Los espacios interiores están divididos de manera exclusiva para que tanto hombres y mujeres puedan hacer sus actividades cotidianas en su propio espacio. La disposición de las viviendas depende del camino del sol, el poste que sostiene la cumbre del techo figura la cosmovisión Shuar, que determina unión entre la tierra y el cielo, el mundo de abajo con el mundo de arriba (Noboa Araujo, 2009). Al pie de este poste se guardan las tinajas con la yuca fermentada (chicha), base de la alimentación y eje de la vida social; a su alrededor se desarrollan todas las grandes celebraciones.



FIGURA 3.11: Vivienda del pueblo Shuar. Fuente:(Noboa Araujo, 2009).

Pueblo Saraguro

El pueblo indígena da origen en los países de Perú y Bolivia, en las riberas del Lago Titicaca y fue trasladado a toda la zona de los Andes. En el Ecuador los principales asentamientos se dan en las faldas de la cadena montañosa más grande de Sudamérica conocida como cordillera de los Andes. En el Ecuador empieza desde la provincia del Carchi hasta las provincias de Loja y Zamora Chinchipe. Posteriormente, el pueblo Saraguro radica en el territorio actual que es conocido con el mismo nombre. Las temporadas de sequía que asechaban en aquel entonces a la sierra hizo que los saraguros se desplacen hacia las zonas calientes del suroriente ecuatoriano (Zamora Chinchipe), donde en la actualidad ocupan un gran porcentaje de población (Yacuambi, 2015).



FIGURA 3.12: Saraguros del cantón Yacuambi. Fuente: (Yacuambi, 2015).

Cosmovisión Andina

Las comunidades autóctonas en todo el Ecuador manejan su propia lengua y cultura. En la actualidad pertenecer a un pueblo o nacionalidad se ha convertido en una gran oportunidad para generar turismo comunitario y que ha llegado a ser reconocido a nivel internacional.

La cosmovisión andina se puede describir como “intuitiva”, los principios de este pensamiento van de la mano con lo analógico, simbólico y sintético. Para los pueblo y nacionalidad que practican estos principios el significado y el valor de la vida es muy complejo, puedo se habla de habitar con integridad, en profundo respeto a todos los seres vivos y la naturaleza. Además, los saberes andinos imprimen un carácter colectivo, un ejemplo es el trabajo en grupo (minka) para todas las actividades que vayan en beneficio de una comunidad.

Luego encontramos la espiritualidad y el ritual que forman parte indispensable de la vida de estos pueblos. Lo mágico-ritual forman parte de los principios de las comunidades. Los símbolos que se hacen presentes en una ceremonia principalmente son elementos representativos del mundo (agua, tierra, fuego, viento) o los derivados de estos. La relacionabilidad es imprescindible, la salud se consigue a través búsqueda de las condiciones materiales y espirituales para construir y mantener el “buen vivir”.

La Chakana (cruz andina)

Los principios que se manifiestan en la Chakana (ver figura 3.13), en el caso de los incas no solamente tenían relación en el sentido geométrico en la fundación de ciudades importantes en lugares geográficos específicos, sino que, se manifestaron también en la organización política administrativa del Tawantinsuyo (Castro et al., 2017).



FIGURA 3.13: Chakana (cruz andina). Fuente: (Tello Jiménez, 2015).

La Chakana o cruz andina es considerada el origen de la sabiduría, esta figura permitió realizar las líneas de división del antiguo Cuzco, a través de su simetría se logró trazar líneas para dividir toda la zona inca en partes iguales, las líneas perpendiculares se encontraron en un ángulo de 90 grados (Timmer, 2003). El eje del campo político era la capital del Cuzco, en teoría es considerado el centro del mundo. Representaba la totalidad como foco del imperio (Timmer, 2003). Un sistema complicado de líneas virtuales dividió la capital, y con ella el imperio entero, en partes diferentes. Además, cada pueblo y cada ciudad eran divididos según el mismo principio que la capital (Castro et al., 2017).

Además de las ubicaciones geográficas en base al Tawantinsuyo existían dos elementos muy importantes en los aborígenes. El sol y la luna eran considerados dioses (ver figura 3.14). El sol (en vocablo Kichwa=Inti) y la luna (en vocablo Kichwa=Killa) son los dos elementos indispensables dentro de la cosmovisión, los incas proporcionaban tributo a ambos astros en agradecimiento por sus cosechas, además afirmaban que eran Dioses y tenía vida.

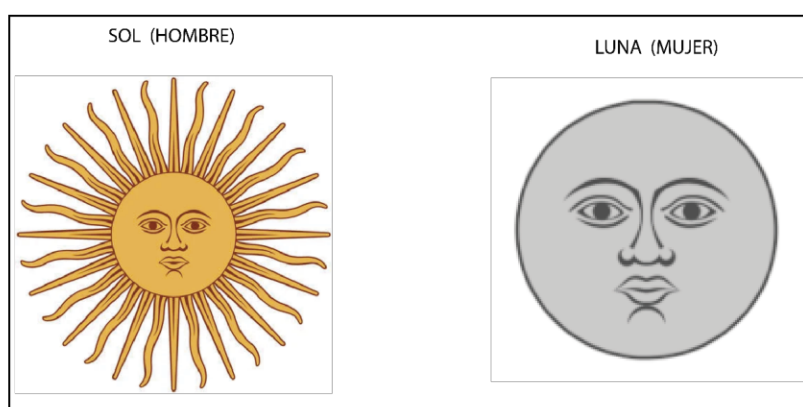


FIGURA 3.14: Tayta Inty y Mama Killa (Sol y Luna). Fuente: Elaboración propia

Por este motivo, era uno de los dioses más venerados e incluso se construyeron templos en su honor. Mama Killa se denominaba a la luna considerada también una diosa, su representación era de forma circular en color plateado con el rostro de una mujer en el

centro. La luna y el sol eran considerados hombre y mujer por que se complementaban y daban vida a la Pachamama (madre tierra).

La vivienda del pueblo Saraguro

Hasta los años 70 el material de construcción que predominaba era el bahareque, posteriormente se fueron incorporando otros materiales como el adobe, ladrillo y bloque, por influencia de la arquitectura y la concepción de un estatus social más alto (Valdez, 2010). La tipología predominante en la arquitectura de los saraguros es rectangular, con paredes de adobe, techo de teja artesanal y estructura de madera.

La distribución interior de una vivienda de manera general era de tres cuartos, a los que se denominaba: sala, cocina y dormitorio. El acceso principal siempre tenía un hall en la parte externa de la edificación, se utiliza principalmente por las mujeres para realizar sus quehaceres domésticos, tejer, hilar, desgranar, entre otros (ver figura 3.15). La iluminación interna de la vivienda no era la mejor, por la estructura de adobe los vanos de las ventanas son pequeños, por lo que la luz siempre ha sido un problema en estas viviendas (Valdez, 2010).



FIGURA 3.15: Vivienda del pueblo Saraguro. Fuente: (Valdez, 2010)

Pueblo Mestizo

Los primeros mestizos en el valle Yacuambi probablemente fueron misioneros franciscanos que debido al deseo de los shuar que habitaban las orillas y bosques del río Yacuambi establecieron una Casa Misional en el lugar que ahora es la casa Misional de Guadalupe. A partir de los años 50, se empezó a poblar la zona urbana con personas mestizas provenientes del Azuay y Loja (Yacuambi, 2015).

Actualmente, las principales actividades de los mestizos es el comercio, en el ámbito religioso un gran porcentaje se autoidentifica como católico. Una de las festividades más importantes desarrolladas dentro del cantón es en agradecimiento a San José y se celebran el 19 de marzo de cada año.



FIGURA 3.16: Pueblo mestizo en el cantón Yacuambi. Fuente: (Yacuambi, 2015).

En resumen, las tres nacionalidades que habitan este cantón llegaron productos de la migración. Los Shuar se desplazaron desde el sur (Morona Santiago) de la Amazonía en busca de alimentos y nuevas tierras, los Saraguros se desplazaron desde la zona norte por la sequía que azotaba a la región en aquella época, la vestimenta que mantienen es típica de un clima frío (ropa abrigada).

Por último, los mestizos emigraron desde la zona del Azuay y Loja en busca de trabajo. Es necesario resaltar que esta mezcla de culturas andinas y amazónicas provocó que exista una diversidad de culturas, tradiciones, gastronomía, entre otros.

3.1.3. Urbano

Dentro del componente urbano es necesario realizar un análisis de todos los elementos que conforman el entorno de la cabecera cantonal. A partir de esto se pueden obtener pautas que permitan en lo posterior generar una propuesta con criterio, que rescate las características propias del contexto que lo rodea. En este análisis esta considerados tres elementos: las edificaciones, el medio físico y el hombre.

En primera instancia, se analiza de forma general toda el área urbana del cantón Yacuambi. El área de influencia es en todo el centro urbano, aquí se estudiarán los siguientes elementos: topografía, vías y accesibilidad, agua pobla-alcantarillado sanitario, infraestructura pública, uso de suelos y flujos peatonales. A continuación, se detalla cada uno:

Topografía

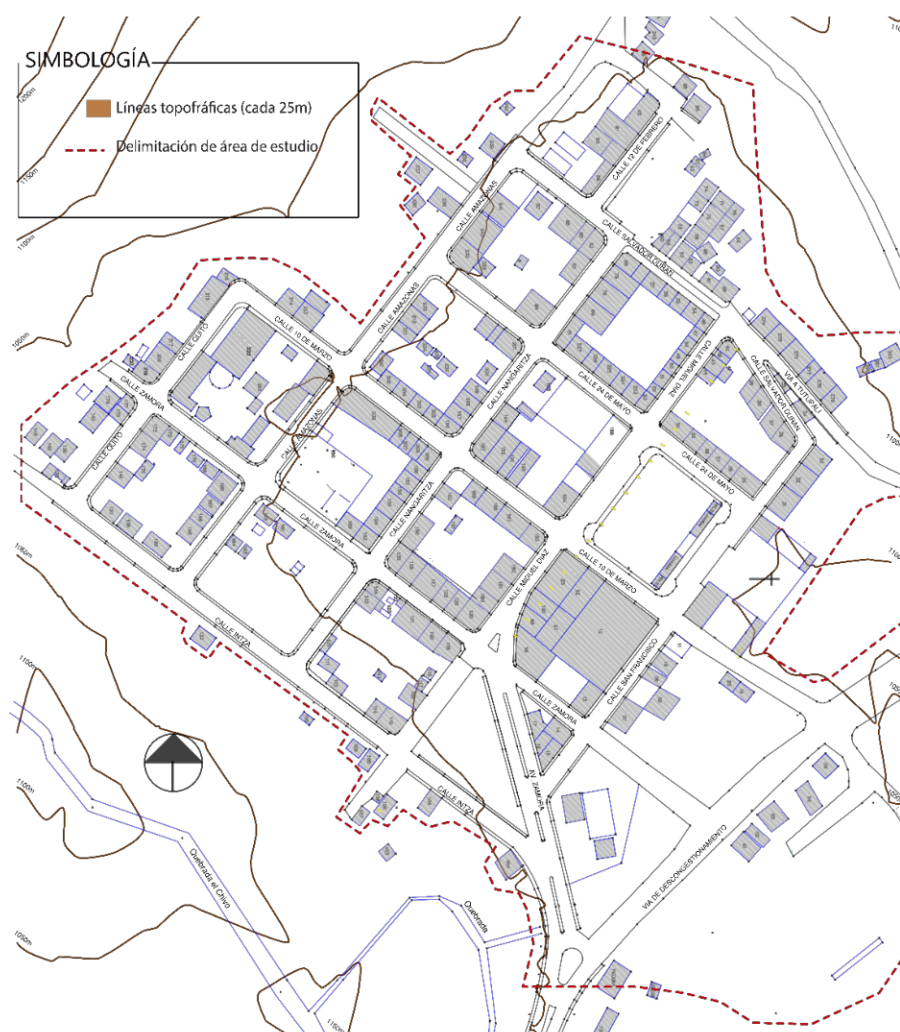


FIGURA 3.17: Topografía general en la cabecera cantonal de Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.17 la zona urbana está distribuida por 25 manzanas, 12 de ellas tienen un trazado hipodámico o de Damero (ángulo recto).

En el área urbana existe una diferencia de pendiente de 50 metros en sentido este-oeste. La zona norte de la ciudad es relativamente plana, la zona sur tiene una quebrada que provoca que se generen tres curvas de nivel (75 metros) desde la parte poblada hasta el margen del cauce. Por último, las características planimétricas de la zona de estudio permiten conocer las variaciones y alteraciones que posee este lugar, esto permitirá posteriormente tener un instrumento de planificación para el anteproyecto que se tiene previsto implantar en esta zona.

Vías y Accesibilidad

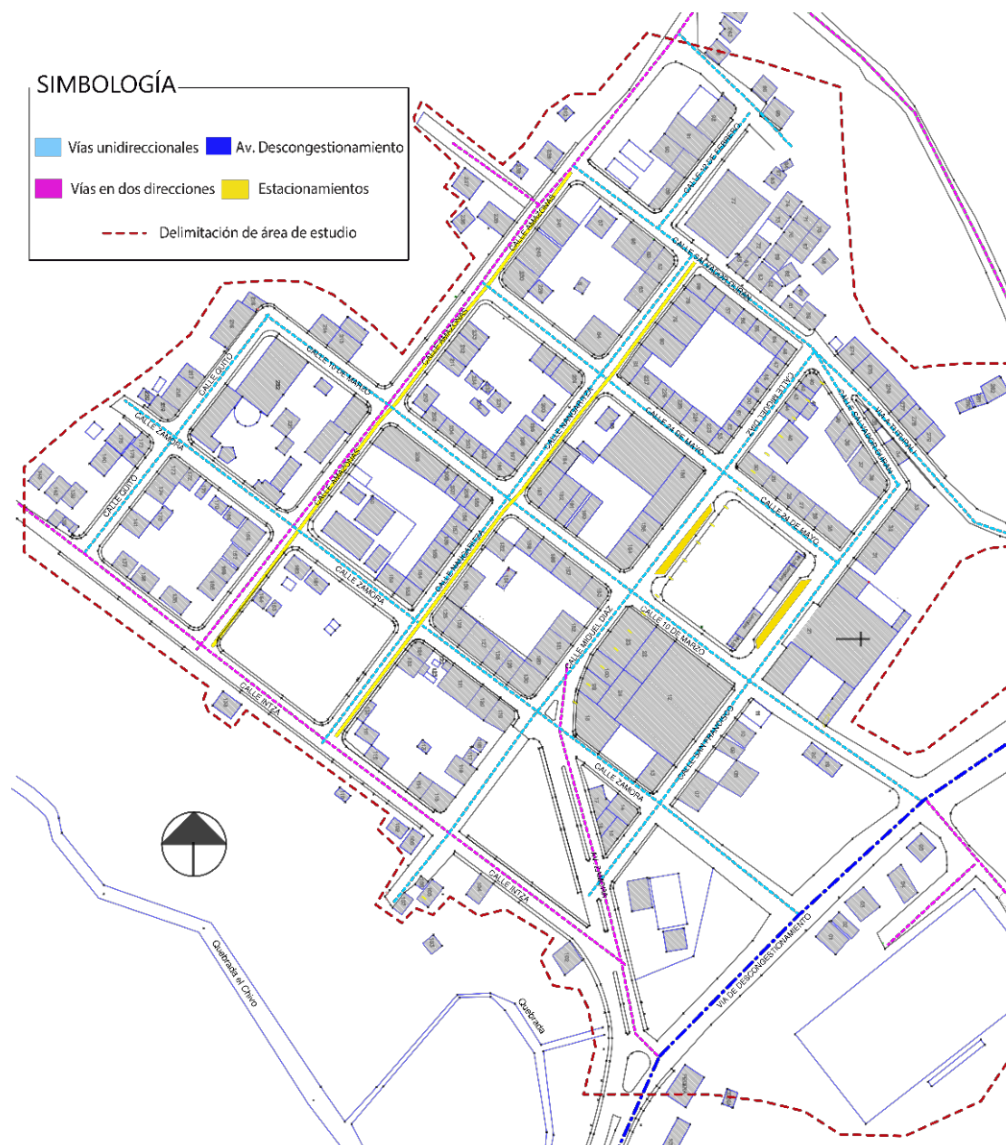


FIGURA 3.18: Vías y accesibilidad en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.18 se analiza las vías y accesibilidad en la zona urbana. Se puede decir que es una zona completamente conectada con todos los puntos de la ciudad. La línea celeste hace referencia a las vías unidireccionales, estas representan el 80% de toda la vialidad urbana del cantón Yacuambi.

La línea lila hace referencia a las vías en dos direcciones, estas representan el 20% de toda la vialidad urbana y se encuentran distribuidas generalmente en las zonas periféricas. La vía de descongestionamiento que conecta al centro urbano de norte a sur por la parte periférica es una vía de cuatro carriles con parterre central construida a nivel de asfalto en el año 2020.

Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

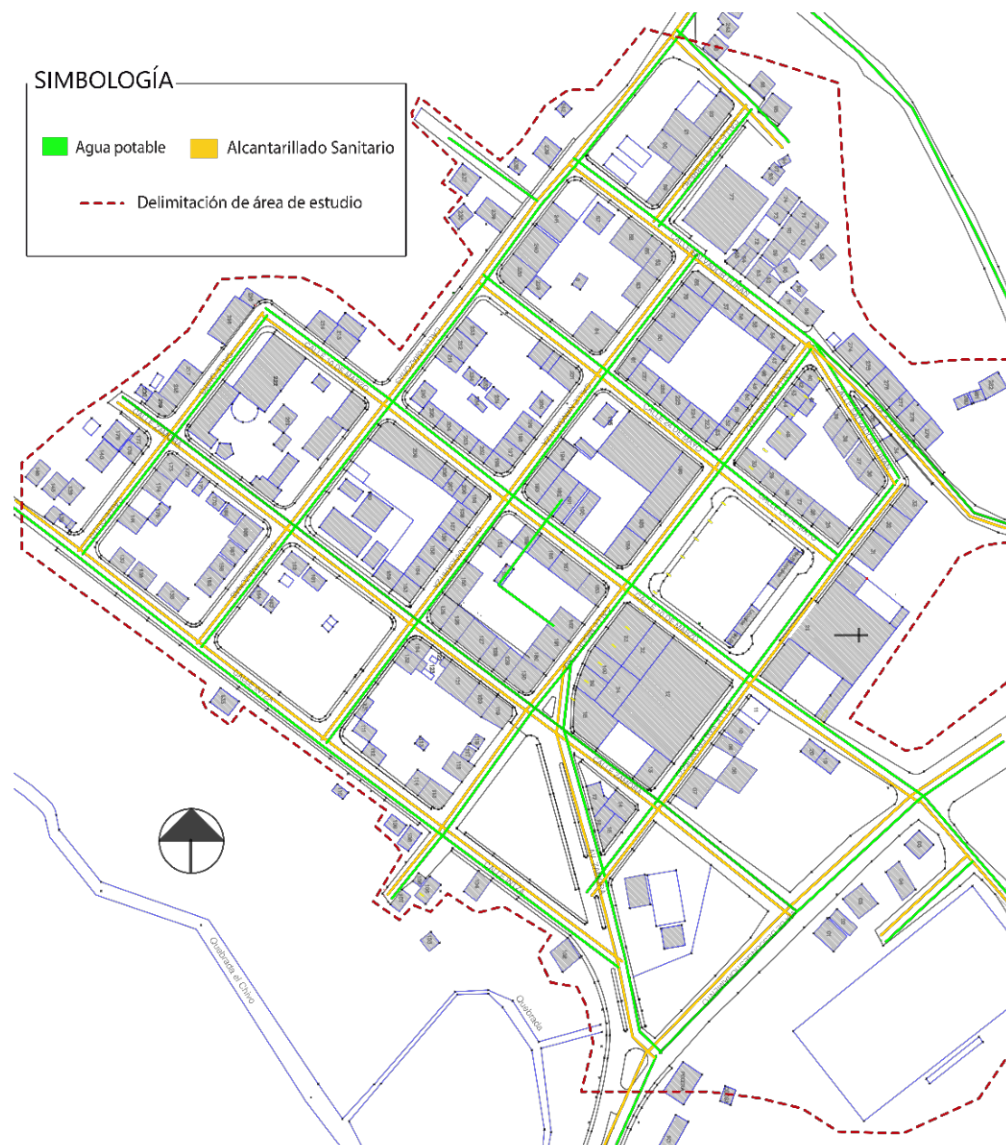


FIGURA 3.19: Agua potable y alcantarillado sanitario en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.19, la red de alcantarillado y agua potable se constituyen en los principales factores para la creación y el funcionamiento de un asentamiento poblacional. En este análisis se puede evidenciar que la cobertura de los dos servicios básicos es prácticamente el 100 % dentro del área urbana.

Uso de suelo

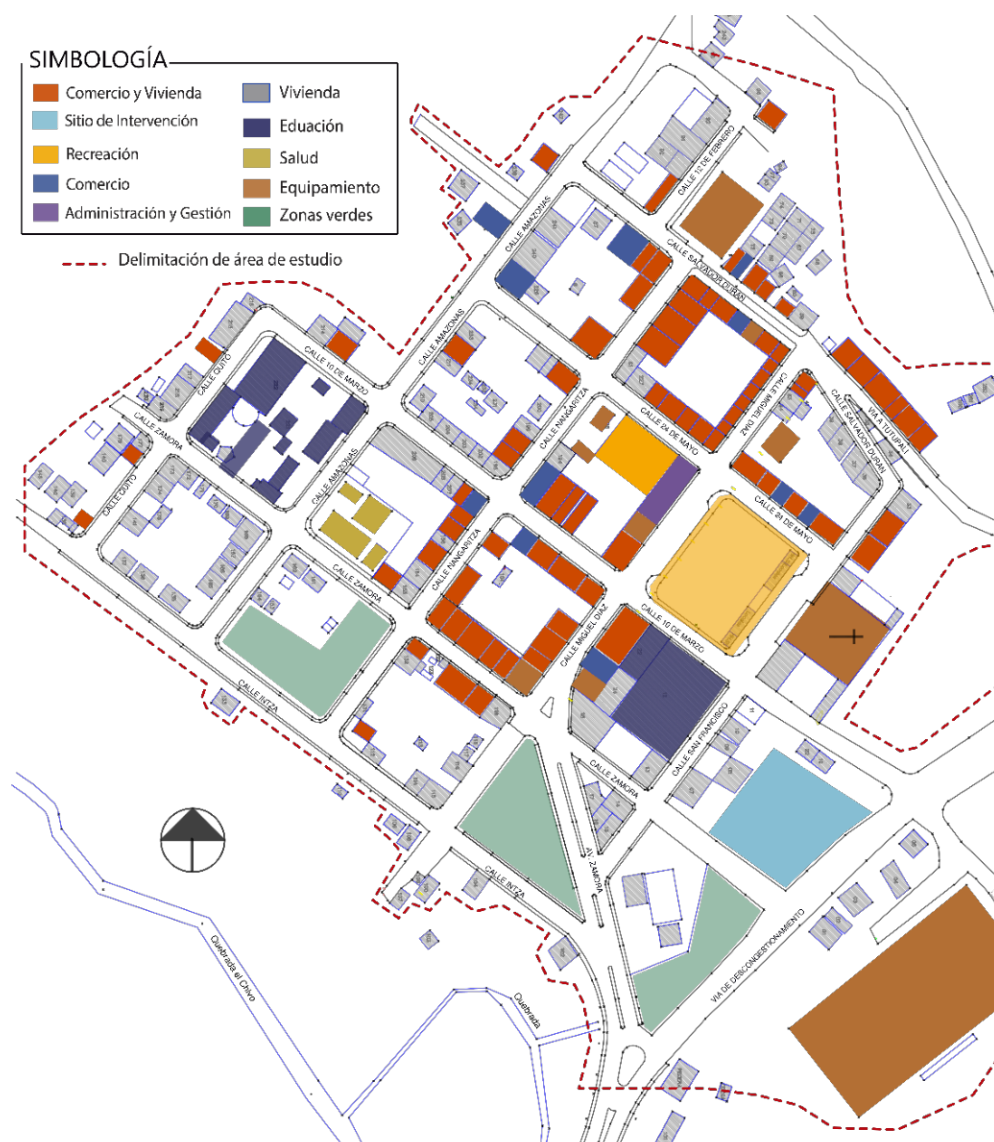


FIGURA 3.21: Uso de suelo en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la figura 3.21, en componente de Uso de Suelo se puede visualizar un equilibrio entre la vivienda y comercio-vivienda en la zona de análisis. En cuanto a las áreas verdes es necesario especificar que las zonas marcadas en la figura 14 corresponden a espacios naturales que no han sido modificadas y tampoco tienen obras de infraestructura dentro de estos espacios.

En cuanto al equipamiento, el estadio municipal está ubicado en una zona estratégica, cuenta con todos los servicios básicos y una vía de 4 carriles a un costado. La predominancia de la vivienda-comercio da en las calles: Miguel Días, Nangaritza, 24 de Mayo, Salvador Durán y 10 de Marzo, son las zonas donde existe más movimiento comercial y residencial.

Flujo peatonal

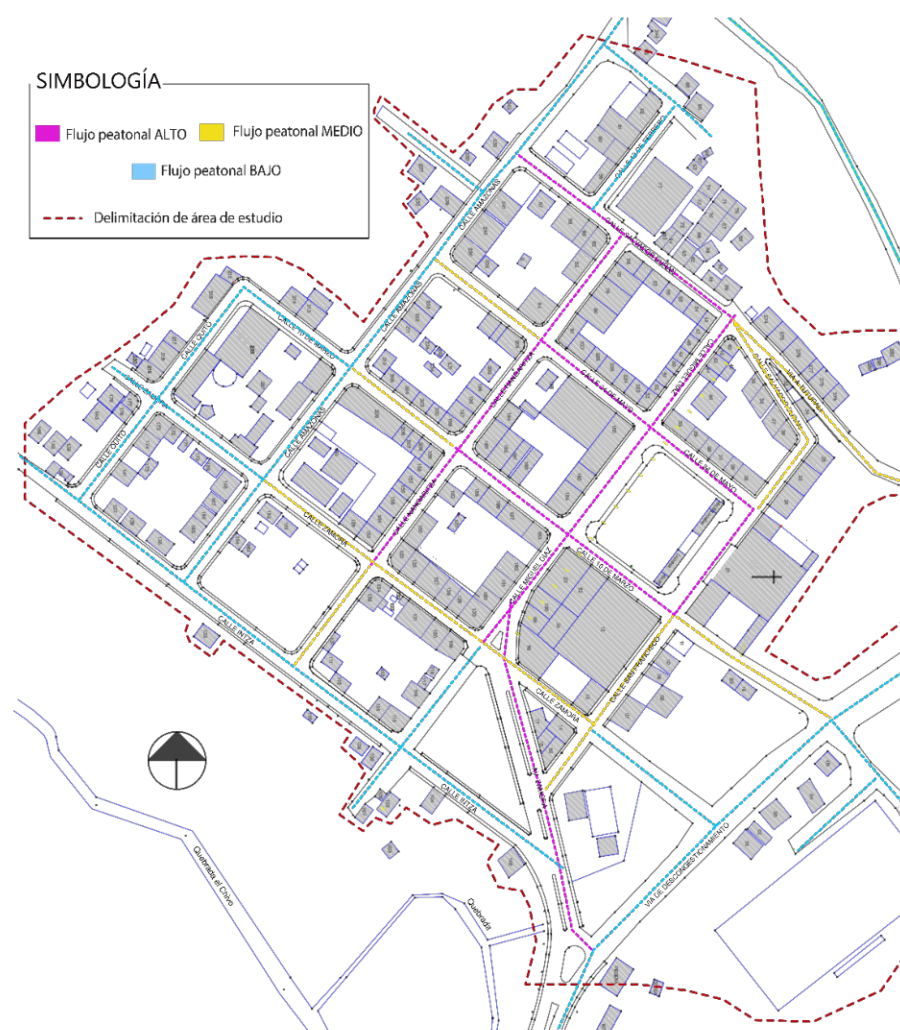


FIGURA 3.22: Flujo peatonal en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.22 se hace un análisis del flujo peatonal dentro del área urbana, La línea celeste hace referencia al flujo peatonal bajo, generalmente se encuentra distribuido en todas las vías periféricas: calle Intza, calle Amazonas, calle Quito y Avenida de Descongestionamiento.

Las líneas amarillas hacen referencia al flujo peatonal medio, por lo general se ve este panorama en las vías que conectan el centro con la periferia y significa un punto de conexión entre el flujo peatonal alto y bajo. Por último, la línea lila representa todo el flujo peatonal alto, este se encuentra alrededor de la plaza central donde se ubican los principales edificios gubernamentales y de administración pública.

Además, en la calle Nangaritza se ubican los principales comercios haciendo que esta vía sea muy transitada por los peatones, la calle Salvador Durán es una calle altamente comercial y conecta el mercado municipal con el ayuntamiento.

3.2. Análisis climático de la ciudad de Yacuambi

A continuación, se realizará un análisis individual de todos los elementos que inciden en el clima de un territorio: temperatura, humedad, vientos, precipitaciones y análisis solar a través de la carta estereográfica.

Temperatura

El clima predominante para esta zona oriental no es muy uniforme, existe una variación de temperatura de entre los 28°C hasta los 16°C, mediante el análisis de este cuadro se puede evidenciar que los meses con temperaturas más altas son entre septiembre y noviembre, mientras que los meses más fríos son entre abril y julio. La temperatura media está entre los 21 - 24°C en todo el año (figura 3.23).

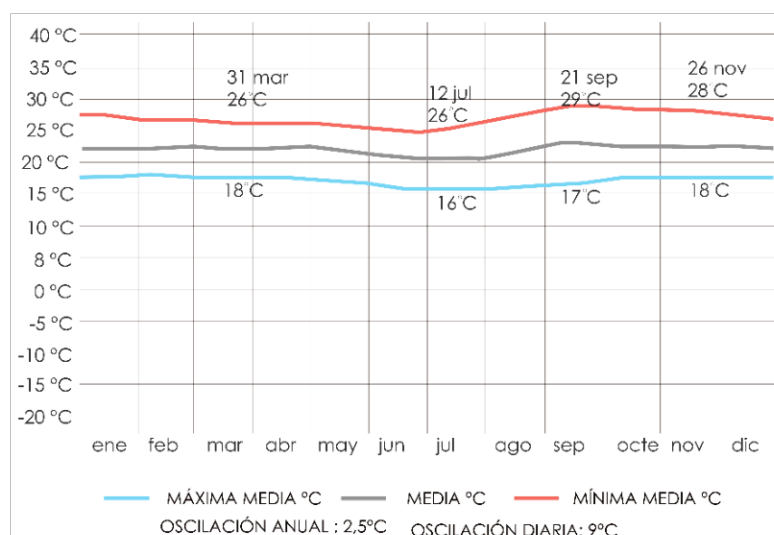


FIGURA 3.23: Análisis mensual de la temperatura del cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia con datos de: (INAMHI, 2017)

En cuanto a la variación media de la temperatura, en promedio, diariamente hay una oscilación de 9 °C, mientras que, la oscilación anual es de 2.5 °C, los factores que influyen en el promedio mensual y anual son las condiciones climáticas, al ser una zona cálida húmeda el clima es muy irregular.

Humedad

El cantón Yacuambi se caracteriza por los altos porcentajes de humedad debido la presencia de precipitaciones durante todo el año, si hablamos de valores se puede evidenciar en la tabla 3.6, se muestra que los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio son los que presentan los más altos niveles de precipitación, llegando hasta el 51 %, por

otra parte, los meses de julio, agosto y septiembre están con un mínimo de 10 %, siendo el periodo más cálido del año.

Tabla 3.6: Cuadro de humedad relativa anual del cantón Yacuambi.

HUMEDAD RELATIVA ANUAL			
Mes	Media máxima %	Media %	Media Mínima %
Enero	86 %	89 %	91 %
Febrero	86 %	89 %	90 %
Marzo	85 %	90 %	92 %
Abril	83 %	85 %	91 %
Mayo	85 %	87 %	92 %
Junio	82 %	92 %	93 %
Julio	85 %	84 %	95 %
Agosto	86 %	93 %	95 %
Septiembre	85 %	90 %	93 %
Octubre	84 %	86 %	89 %
Noviembre	84 %	86 %	88 %
Diciembre	85 %	88 %	89 %
TOTAL	85 %	88.3 %	91.5 %

Fuente: Elaboración Propia con datos de: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017).

En el gráfico 3.24, se muestra la humedad relativa en el cantón Yacuambi. Se puede ver el comportamiento anual que tiene esta componente, además de ser uno de los más húmedos, el cantón posee una humedad media anual de 88.3 %. Es necesario hacer énfasis en la cobertura vegetal de esta región, el 80 % del territorio es de vegetación y solo el 20 % es destinado al hábitat humano y la agricultura.

El mes con mayor humedad es Agosto con un promedio mensual del 93 %, una media máxima del 86 % y una media mínima del 95 %. Por otro lado, el mes con menor humedad es Julio con un promedio mensual del 84 %, una media máxima del 95 % y una media mínima del 85 % (ver gráfica 3.24).

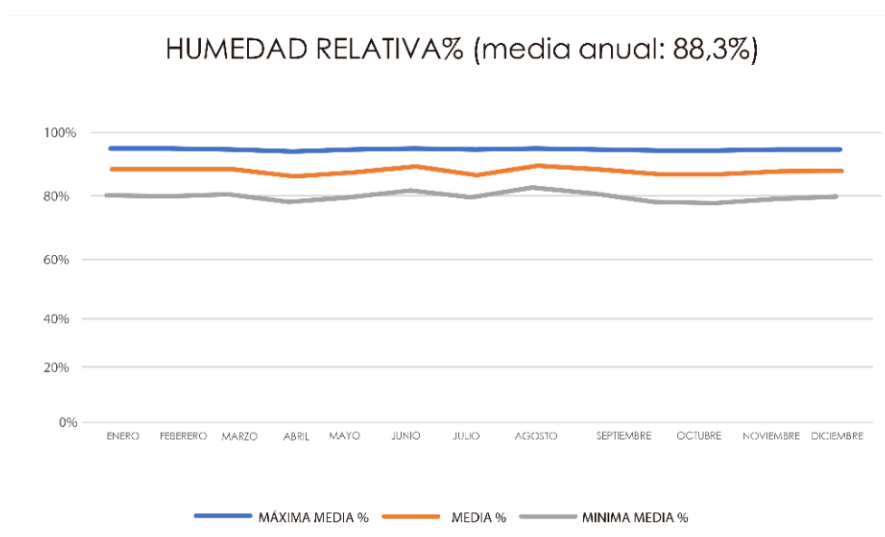


FIGURA 3.24: Análisis anual de la humedad relativa en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración Propia con datos de: (INAMHI, 2017)

Vientos

La cabecera cantonal se encuentra ubicada en una zona topográficamente irregular, el lugar está caracterizado por tener grandes pendientes, en la parte más baja se encuentra el Río Yacuambi desde donde provienen las principales corrientes de aire que llegan de forma directa a toda la zona oeste (ver figura 3.25), mientras del lado este existen las elevaciones montañosas con un pendiente moderada que no permite un contacto directo del flujo del viento.

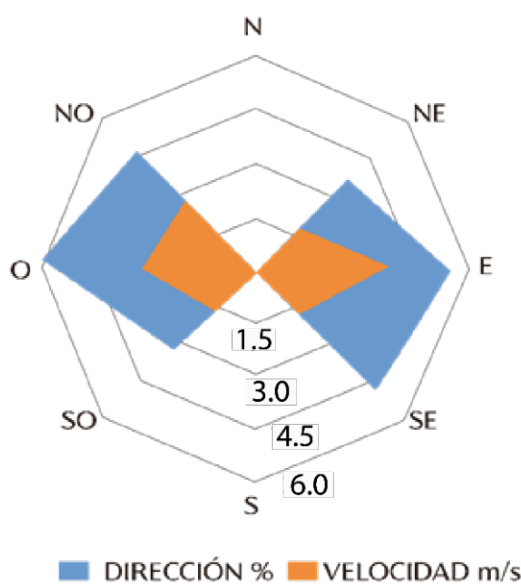


FIGURA 3.25: Análisis de la dirección de los vientos en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia con datos de: (INAMHI, 2017)

El promedio de velocidad media en Zamora es de 1.5 m/s, los vientos con mayor fuerza son provenientes de los meses de enero y junio, el promedio máximo de velocidad es 4.5 m/s, y la dirección de los vientos son predominantes al este y el oeste, especialmente en el mes de junio se alcanza una velocidad de hasta 6.0 m/s en la provincia de Zamora Chinchipe (figura 3.25).

Precipitaciones

Las precipitaciones en la Amazonia son muy variables, al ser un territorio cálido húmedo con una humedad de aproximadamente del 88 % es una zona con altas precipitaciones. Dicho de otra forma, las mayores precipitaciones ocurren en el mes de julio con 403 mm, y la más baja se da en octubre con 84,5mm (ver figura 3.26).

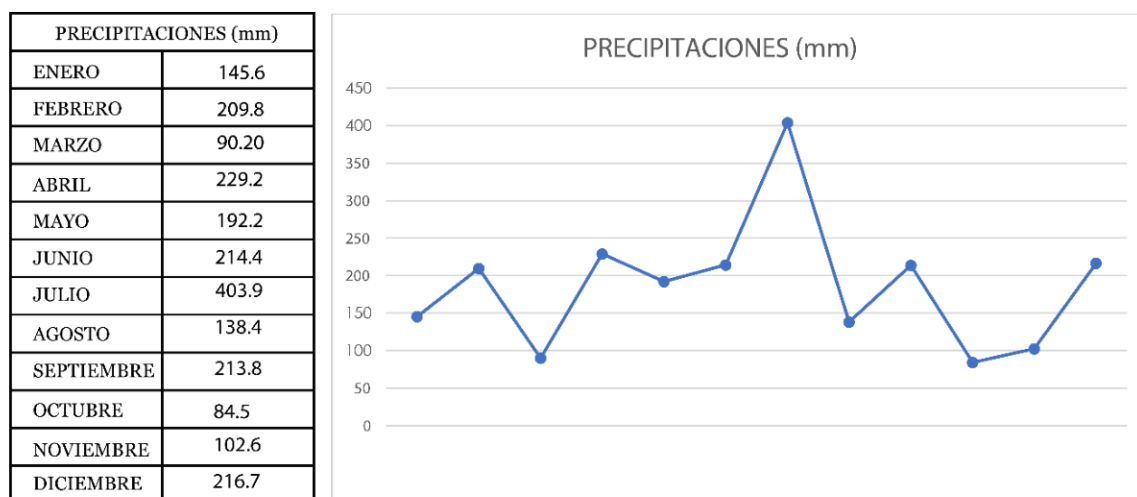


FIGURA 3.26: Análisis anual de las precipitaciones en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia con datos de: (INAMHI, 2017)

En la tabla de la figura 3.26 se puede evidenciar que una gran precipitación incluso en los meses más secos; marzo y octubre con 90.20mm y 84.5mm respectivamente y ambos meses son están considerados como los más cálidos con temperaturas de 26-29 °C. El mes con mayor precipitación es febreros y diciembre, con un promedio de 209.8mm y 216.7mm respectivamente, pero a diferencia de los meses anteriores, que se consideran los más secos del año y también los más cálidos, estos dos últimos no son los más fríos. El mes de julio es considerado el más frío, sobre todo durante las noches, con una temperatura media de 17 Oc.

Radiación solar

Dentro de este análisis se realiza una síntesis del ATLAS solar del Ecuador haciendo un enfoque directo en Zamora Chinchipe. En la tabla 3.7 se puede evidenciar los valores promedio de todos los meses de la insolación directa y difusa. Es necesario saber que el

término insolación hace referencia a la cantidad de energía solar que llega a una superficie, medida en Vatio/hora/metro cuadrado (CONELEC, 2010).

La Insolación directa es la radiación que incide sobre cualquier superficie con un único y preciso ángulo de incidencia, es decir, llega de manera directa a una superficie, la difusa cae en esa superficie con varios ángulos. Las superficies horizontales reciben el 100 % de insolación, mientras que las superficies verticales reciben en promedio un 50 % (CONELEC, 2010).

Tabla 3.7: Descripción de la insolación: difusa, directa u global en Zamora Ch.

INSOLACIÓN			
Mes	Insolación difusa	Insolación directa	Global
	Wh/m2/día	Wh/m2/día	
Enero	2900-3000	1200-1600	4000-4200
Febrero	2900-3020	1400-1850	4080-4340
Marzo	2800-2900	2060-2480	4220-4460
Abril	2800-2900	1300-1700	3820-4060
Mayo	2380-2510	1660-2140	3800-4000
Junio	2050-2200	1900-2475	3250-3500
Julio	2390-2560	2695-3310	4010-4280
Agosto	2350-2500	2300-2900	4380-4700
Septiembre	2500-2640	2555-3090	4610-4880
Octubre	2600-2720	2710-3175	4510-4780
Noviembre	2680-2810	2800-3300	4750-5000
Diciembre	2000-2110	2185-2630	4750-5000
TOTAL	2500-5600	2300-2700	4260-4480

Fuente: Elaboración Propia con datos de: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017).

La insolación global será la suma de ambas insolaciones, en la tabla 3.7 se puede evidenciar los meses donde menos Wh/m2 en el día llegan al suelo es en los meses de mayo y junio. Por otro lado, los meses que reciben más insolación son los meses de: noviembre con un rango de 4750-5000 y diciembre que comparte el mismo valor. La mayor parte de los valores del componente global proviene de la radiación difusa.

En síntesis, se ha utilizado el Abaco psicrométrico de Givoni (ver figura 3.27) para analizar el clima del cantón Yacuambi y partir de ello establecer las estrategias bioclimáticas que se van a considerar en el proyecto. El ábaco nos permite hacer una simulación del comportamiento climática en todas las épocas de año, la temperatura media anual es de 21-24 grados y la humedad media anual es de 89 %, con estos datos se puede ubicar la zona en la que se encuentra el cantón Yacuambi, se define como una zona de control con posible ventilación.

A partir de esto, se establecen las condiciones para poder diseñar una propuesta donde se consideren las variables más importantes como la humedad y la ventilación dentro del

proyecto, además de la correcta orientación para evitar el exceso de calor al interior de la edificación.

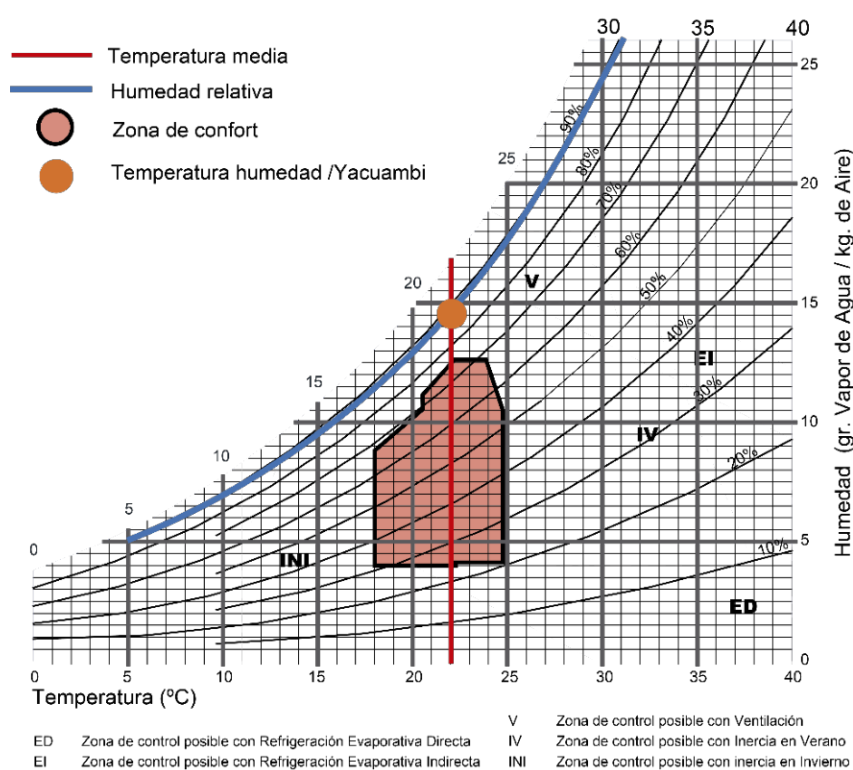


FIGURA 3.27: Ábaco Psicométrico del cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración Propia

3.3. Análisis de los materiales de la zona

En el presente tema se realizará una investigación de los principales materiales de construcción que son explotados y producidos en la Amazonía ecuatoriana. Los recursos naturales que son destinados para este fin son principalmente: madera, arcilla, áridos pétreos, entre otros.

Los recursos naturales dentro de la provincia de Zamora Chinchipe son numerosos, de hecho, se caracteriza por ser una zona con alto contenido de minerales, dos de las empresas transnacionales más grandes del país se encuentran dentro de esta provincia y están a cargo de la extracción de minerales como: oro, cobre y plata. Además, existen materiales de origen natural como la piedra, arena, ripio y otros minerales que son arrastrados por los ríos que envuelven este territorio.

A continuación, se hace una descripción de los principales materiales utilizados para fines constructivos identificados con su respectiva caracterización técnica.

Madera

La madera es uno de los principales recursos para el campo de la construcción, de hecho, fue la materia prima en las construcciones vernaculares dentro de esta provincia en los años 80. En la actualidad se ha visto una disminución en su explotación con la llegada de nuevas tecnologías. Dentro del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Yacuambi se contempla la principal fauna maderable.



FIGURA 3.28: Explotación de madera en la Amazonía. Fuente: (González Escobar, 2004).

Tabla 3.8: Descripción de la fauna natural en el cantón Yacuambi.

HUMEDAD RELATIVA ANUAL				
Recurso	Nombre común	Nombre científico	Especie amenazada	Demanda
Flora	Yarazo	Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk.	No	Alto
Flora	Pituca	Clarisia racemosa Ruiz & Pav.	Si	Medio
Flora	Yumbingue	Terminalia amazonia (J.F.Gmel.) Exell.	Si	Alto
Flora	Guayacán	Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson.	Si	Bajo
Flora	Juan Colorado	Vochysia aurantiacea Stefl.	No	Bajo
Flora	Cedro	Cedrela montana Moritz ex Turcz.	Si	Alto
Flora	Copal	Protium macrophyllum (Kunth) Engl.	No	Alto
Flora	Bella María	Marila magnifica Linden & Pl.	No	Bajo
Flora	Payanchillo	Aniba riparia (Nees) Mez.	Si	Bajo
Flora	Romerillo	Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb.	Si	Alto
Flora	Forastero	Endlicheria formosa A.C. Sm.	No	Bajo
Flora	Canelo	Nectandra laurel Nees.	No	Alto
Flora	Cascarillo	Ladenbergia oblongifolia (Humb. Ex Mu- tis) L. Anderson	No	Medio

Fuente: Elaboración Propia con datos de: (Lozano, 2017).

Ladrillo

Para realizar una investigación más específica sobre el ladrillo se realiza una visita in situ en una de las principales fábricas de ladrillo del cantón Yacuambi. La información se ha recogido mediante entrevista directa al propietario de esta empresa, es necesario recalcar que en la actualidad la demanda de ladrillo en esta zona de estudio va en aumento.

En la visita de campo que se realizó a varias fábricas de ladrillo de diferentes lugares del cantón Yacuambi, la Fábrica de Ladrillos Torres es la principal productora de ladrillos en este sector (ver figura 3.29), en una entrevista con el propietario en Sr. Ángel Torres manifiesta que: “Actualmente la fábrica produce en promedio 2 mil ladrillos diarios, el principal mercado es interno (dentro del cantón), los ladrillos son artesanales debido a que no cuentan con ninguna certificación de calidad”.



FIGURA 3.29: Fábrica Torres en el cantón Yacuambi. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el Sr. Ángel Torres manifiesta: “Nosotros producimos específicamente 4 tipos de ladrillo, el ladrillo macizo, que en los últimos años ha disminuido su producción debido al que el mercado ha reducido su demanda, el ladrillo de dos huecos es el más producido, es utilizado tanto en el sector público y privado, el ladrillo de 3 huecos se realiza bajo pedidos especiales y el de 6 huecos es más utilizado para fachadas, como estructura vista” (ver figura 3.30).

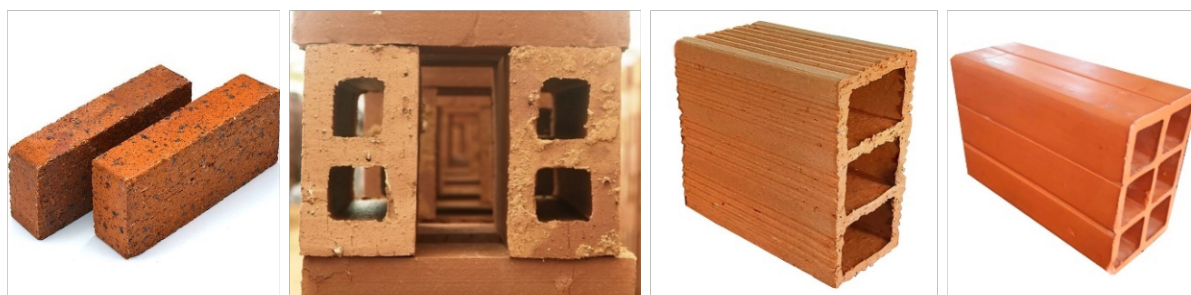


FIGURA 3.30: Tipos de ladrillo más producidos en la fábrica de ladrillos Torres. Fuente: Elaboración Propia.

El proceso de quemado del ladrillo es realizado en hornos de leña, puede durar un tiempo de 15-18 horas dependiendo del tipo de ladrillo. Es necesario hacer énfasis en este material, gracias a sus bondades se puede lograr una variedad de tipos y acabados (ver tabla 3.9).

Tabla 3.9: Cuadro de medidas del ladrillo.

Tipo	Medida	Peso Aprox.	Uso
Macizo	30*20*10 cm	13 lbs.	Paredes
Dos huecos	40*20*10 cm	12 lbs.	Paredes y acabados
Tres huecos	30*25*10 cm	8 lbs.	Paredes y acabados
Seis huecos	40*20*10 cm	10 lbs.	Acabados

Fuente: Elaboración Propia

Áridos pétreos

Los áridos pétreos son todas las rocas y minerales de origen natural que se utilizan en la construcción de obras arquitectónicas y civiles como: edificios, viviendas, carreteras, caminos, presas, canales, etc. Los principales ríos y canteras de la provincia de Zamora Chinchipe son utilizados como manteras para la explotación de estos minerales. El río Yacuambi provee el 90% de áridos a todo el cantón, entre los materiales que más se extraen están: grava, gravilla, arena fina, arena gruesa, piedra y material de mejoramiento (ver figura 3.31).



FIGURA 3.31: Áridos pétreos y minerales en la provincia de Zamora Chinchipe.
Fuente: (Poma Vélez, 2008).

Feldespatos

En la provincia de Zamora como producto de la meteorización del enorme Batolito de Zamora se han formado concentraciones de feldespatos de buena calidad (ver figura 3.32) en los sitios de Margarita, Jambue y Josué (cantón Zamora). Se utiliza en la industria del vidrio, cerámica de buena calidad, jabones, esmaltes y polvos limpiadores (Yacuambi, 2015).



FIGURA 3.32: Muestra de feldespato.
Fuente: (Poma Vélez, 2008).

3.4. Análisis del sitio de intervención

El sitio que se ha seleccionado se encuentra dentro del casco urbano a un lado de la Vía de Descongestionamiento, entre las calles: 10 de Marzo y Zamora. Entre las principales características del terreno se puede destacar su ubicación, está en un punto estratégico que cuenta con todos los servicios básicos, el área total del terreno es de 1099.85 m² (ver figura 3.33). A continuación, se detalla toda la información obtenida del departamento de avalúos y catastros del GAD Yacuambi.

ANÁLISIS DEL LUGAR

01. INFORMACIÓN TÉCNICA DEL LUGAR

1. CLAVE CATASTRAL	:	1904500103002001000
CODIGO NACIONAL		CODIGO LOCAL
19	04	50
01	03	002
001	000	
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA
ZONA	SECTOR	MANZANA
PREDIO	P. HORIZONTAL	
		CODIGO ANTERIOR
		010400201
2. UBICACION		
CALLE	:	10 DE MARZO Y AV . DEDESCONGESTIONAMIENT
NUMERO	:	BARRIO / SITIO : CENTRO
3. PROPIETARIO		
APELLIDOS	:	ROMERO MALDONADO
NOMBRES	:	JUSTO BENIGNO
CEDULA / RUC	:	1900061746
PASAPORTE	:	TELEFONO :
		CORREO ELECTRONICO :
DOMICILIO	:	CIUDAD : 28 DE MAYO
		DIRECCION : BARRIO NUEVA VIDA

02. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

TENENCIA	1. DOMINIO	2. TRASLACION DE DOMINIO	3. SITUACION ACTUAL	ESCRITURA SI	NO
	1 PUBLICO	2	1 COMPRA VENTA	6 ADJUDICACION	NOTARIA :
2 PRIVADO		2 HERENCIA	7 REMATE	FECHA NOTARIA :	2 ARRENDATARIO
		3 DONACION	8 PARTICION	LUGAR :	3 POSESIONARIO
		4 POSESION	9 COMPENSACION	R. PROP :	4 USUFRUCTUARIO
				FECHA R. PROP :	
DESCRIPCION TERRENO	1. OCUPACION	2. CARACT. SUELO	3. TOPOGRAFIA	4. LOCALIZACION	5. FORMA
	1 No edificado	1 Seco	1 A nivel	1 Esquinero	1 Regular
2 En construcción	2 Inundable	2 Bajo nivel	2 Intermedio	2 Irregular	2
3 Edificado	3 Cenagoso	3 Sobre nivel	3 Interior	3 Muy Irregular	
	4 Húmedo	4 Accidentado	4 En cabecera		
		5 Escarpado Hacia Arriba	5 En pasaje		
		6 Escarpado Hacia Abajo			
INFRAESTRUCTURAY SERVICIOS	1. VIAS	2. ENERGIA ELEC	3. ABASTEC. DE AGUA	4. ALCANTARILLADO	5. OTROS
	1. 1 Uso	1 No tiene	1 No Tiene	1 No tiene	1 No tiene
1 Peatonal	2 Tiene Red Pública	2 Red Pública	2 Red Combinada	2 Aceras	2
2 Vehicular	3 Alumbrado	3 Conexión Domiciliaria	3 Red Separada	3 Bordillos	
1. 2 Material	4 Red Provisional	4 Medidor	4 Pozo ciego	4 Red Telefónica	
1 Tierra	5 Red Definitiva			5 Recolectión de Basura	
2 Lastre		No. Medidores			
3 Piedra		2			
4 Adoquin		3			
5 Asfalto					
6 Hormigón					

FIGURA 3.33: Ficha catastral del predio.

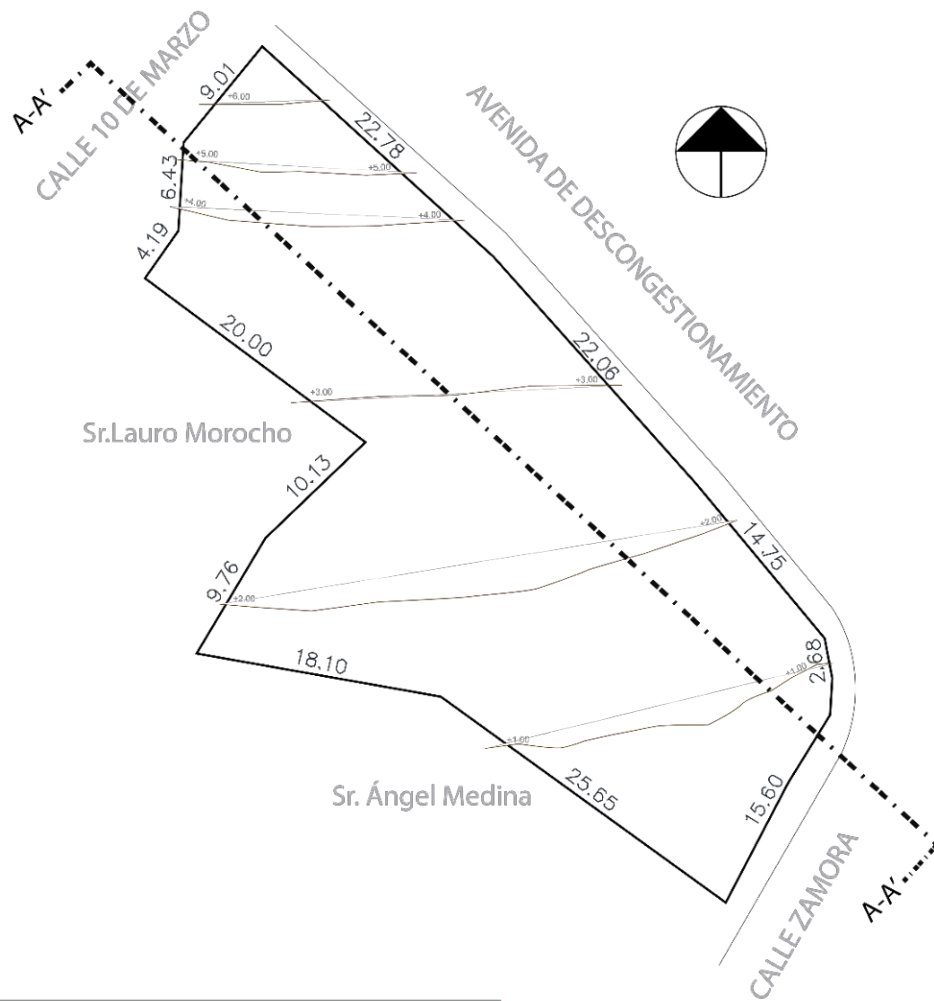
Fuente: Elaboración propia con datos de: (Lozano, 2017)

Flujos peatonales en el sitio de intervención

En la figura 3.34, la calle 10 de Marzo y la Av. Zamora tienen un flujo peatonal alto, estas dos calles conectan puntos importantes dentro de la zona (plaza central, Unidad Educativa Alonso de Mercadillo y Unidad Educativa Daniel Chalán), la calle San Francisco

Entre las características principales del sitio: actualmente es un terreno desocupado. La topografía del terreno es sobre nivel, tiene una forma irregular y es un terreno que posee tres frentes: la principal es hacia la Av. de Descongestionamiento, el segundo frente es hacia la calle 10 de Marzo y el otro frente es a la calle Zamora (ver figura 3.36).

3. SITIO DE INTERVENCIÓN



4. TOPOGRAFÍA

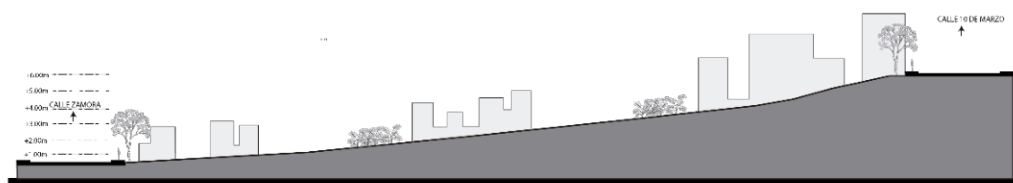


FIGURA 3.36: Sitio de intervención y sección longitudinal A-A' del terreno.
Fuente: Elaboración propia.

05. REGISTRO DEL ENTORNO



Fuente: Propia

Fuente: Propia

Fuente: GAD YACUAMBI

FIGURA 3.37: Entorno inmediato.

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente el predio se encuentra desocupado, cuenta con todos los servicios básicos y ha sido seleccionado por tener una ubicación estratégica dentro de la zona urbana de la ciudad de Yacuambi, el lugar es un punto intermedio de conexión de varias edificaciones de educación: Unidad Educativa Alonso de Mercadillo y Unidad Educativa Daniel Chalán. Además, existe equipamiento público como el Estadio Municipal de Yacuambi, Iglesia Central y el Centro Integral San José de Yacuambi (ver figura 3.37). La calle 10 de Marzo es la vía que conecta todos estos equipamientos, por lo tanto, el flujo peatonal es muy alto, para la presente trabajo se ha elegido esta arteria vial para ser el punto de mayor importancia en el desarrollo del proyecto arquitectónico.

3.5. Resumen del capítulo

El origen de este cantón amazónico se remonta al año 1800. Una de las características que más llaman la atención en la diversidad de culturas que existen dentro de Yacuambi. Es el punto de encuentro de los pueblos mestizos, Saraguro y Shuar. La mezcla de las culturas andina y amazónica (Saraguro y Shuar) dan como resultado una diversidad de tradiciones y gastronomía.

Se conoce que el cantón Yacuambi es uno de los nueve cantones que forman parte de la provincia de Zamora Chinchipe ubicada en la Amazonía ecuatoriana, está ubicado geográficamente en el sur del Ecuador. Tiene un área de 1248.10 km² y su principal característica geográfica es accidentada en todo su territorio. Una de sus principales características es ser uno de los asentamientos más antiguos de esta provincia.

Se han rescatado las principales características de cada nacionalidad, entre los más importantes están: cosmovisión, cultura, iconografía, gastronomía y vivienda. A partir de ello se podrán establecer pautas que aporten en el proyecto arquitectónico que se pretende plantear. Por otro lado, se hace un análisis del lugar: topográfico, urbano, vial, peatonal, entre otros., con esto se logra conocer el territorio y el sitio de intervención.

En este sentido, este capítulo aporta puntos muy importantes para el desarrollo del Centro de Interpretación Cultural dentro del casco urbano a un costado de la Ruta del Descongestionamiento, entre las calles: 10 de Marzo y Zamora. Entre las principales características del terreno se puede destacar su ubicación, se encuentra en un punto estratégico que cuenta con todos los servicios básicos.

PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

En este capítulo se plantea el proyecto arquitectónico estructurado de la siguiente manera: el programa arquitectónico es el punto de partida, dentro de este apartado se habla de los espacios que se van a crear dentro del Centro de Interpretación Cultural. Los criterios de confort térmico y energía incorporada van como segundo punto, aquí se habla de las estrategias que se van a implementar dentro del proyecto, tanto de los materiales de construcción y criterios de diseño.

Como parte final de este capítulo se desarrolla la propuesta de este proyecto desde la parte funcional, formal y tecnológica. Dentro de la propuesta funcional se han considerado varios factores como el flujo peatonal, la forma del terreno, visuales, entre otros. Con estas consideraciones se ha establecido un punto de partida para el diseño. En cuanto a la propuesta formal, para obtener la forma de las edificaciones se ha tomado de referencia los sistemas constructivos de la cultura Shuar, el modelo y color de los pavimentos están estrictamente relacionados con la iconografía y cosmovisión propia de las culturas del cantón Yacuambi.

En la propuesta tecnología, se han detallado los sistemas constructivos que se van a utilizar, es necesario hacer énfasis que el proyecto trata de evitar al máximo el uso de acabados en todas las envolventes de las edificaciones. Se realiza un cálculo de energía incorporada utilizando la misma metodología de los casos de estudios del capítulo 3. Por último, se realiza una comparación de la cantidad de Energía Incorporada del proyecto frente a los cuatro casos de estudio previamente analizados para poder tener una idea exacta del impacto va a causar este proyecto arquitectónico.

4.1. Programa arquitectónico

La intención del proyecto es potencializar el uso del espacio público y promover la cultura de este sector. A través de su historia, los aspectos culturales y la gastronomía son los pilares fundamentales para desarrollar espacios de convivencia en este proyecto. En el bloque A, en planta baja, se ubican los servicios higiénicos para el público en general, con un cuarto de servicio para almacenar los artículos de limpieza. Se ha considerado diseñar áreas de exposición gastronómica y una bodega de almacenamiento donde puedan guardar los elementos que se utilicen al momento de realizar las exposiciones.

Bloque B, este bloque se va a destinar una parte al área administrativa y la otra parte para la sala de exposición temporal, empieza por la secretaría y dirección general, cada uno con sus respectivos servicios higiénicos, el vestíbulo va a ser el espacio principal en el acceso a la edificación, posteriormente se ha considerado una zona para souvenirs y se termina en la zona de exposición temporal. En la zona exterior se considera una zona para una plaza (ver tabla 4.1).

Bloque C, la estructura de esta edificación está destinada al área de exposición permanente, en el acceso se pretende ubicar un vestíbulo, luego una área de información para los visitantes y posteriormente la zona de exposición permanente. En la parte externa se ubica una plaza con espacios de descanso y áreas verdes (ver tabla 4.1).

Las áreas exteriores se han planteado en cinco puntos diferentes: una plaza central, el bloque D que será un espacio destinado para el desarrollo de un auditorio al aire libre, las zonas de circulación peatonal, las áreas verdes y uno de los puntos más fuertes del proyecto que será el camino del agua. El objetivo primordial de este proyecto es brindar una identidad propia al lugar, contar la historia desde el origen y las vivencias de los pueblos y nacionalidades de este sitio. Se busca informar y explicar a los habitantes del lugar y a los turistas nacionales y extranjeros sobre los atractivos, recursos y acontecimientos que se relacionan con el lugar (ver tabla 4.1).

Tabla 4.1: Programación y áreas del C.I.C. del cantón Yacuambi.

PROGRAMACIÓN DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL				
BLOQUE A		Cantidad	Área	Total
1.1	Servicios Higiénicos	1	25.00	25.00
1.2	Cuarto de servicio	1	8.00	8.00
1.3	Bodega	1	12.00	12.00
1.4	Zonas de exposición gastronómica	6	9.25	55.50
1.5	Mirador	1	100.00	100.00
BLOQUE B		Cantidad	Área	Total
1.1	Secretaría	1	22.50	22.50
1.2	Dirección general	1	22.50	22.50
1.3	Tienda de souvenirs	1	15.00	15.00
1.4	Área de exposición temporal	1	80.00	80.00
1.5	Servicios Higiénicos	2	3.00	6.00
1.6	Vestíbulo	1	10.00	10.00
1.7	Plaza	1	65.00	65.00
BLOQUE C		Cantidad	Área	Total
1.1	Vestíbulo	1	35.00	35.00
1.2	Información	1	16.00	16.00
1.3	Área de exposición permanente	1	90.00	90.00
1.4	Plaza	1	65.00	65.00
BLOQUE D		Cantidad	Área	Total
1.1	Auditorio al aire libre	1	90.00	90.00
ÁREAS EXTERIORES		Cantidad	Área	Total
1.1	Plaza central	1	125.00	125.00
1.2	Auditorio al aire libre	1	90.00	90.00
1.3	Circulación	1	173.00	173.00
1.4	Camino del agua	1	50.00	50.00
1.5	Zonas verdes	1	247.00	247.00
TOTAL				1312.50

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Criterios de confort término y criterios de energía incorporada

Los criterios que se analizan previo a la propuesta están basados en el análisis climático del cantón Yacuambi. El ábaco psicométrico (ver figura 4.1) muestra los resultados que se han obtenido, en primera instancia se puede observar que la temperatura y humedad

se encuentran fuera de la zona de confort, la temperatura media es de 22 oC., se ubica dentro de la zona V lo que significa que se necesita de ventilación y obstrucción solar, para el primer requerimiento se han tomado dos estrategias que se analizan en la figura 4.1.

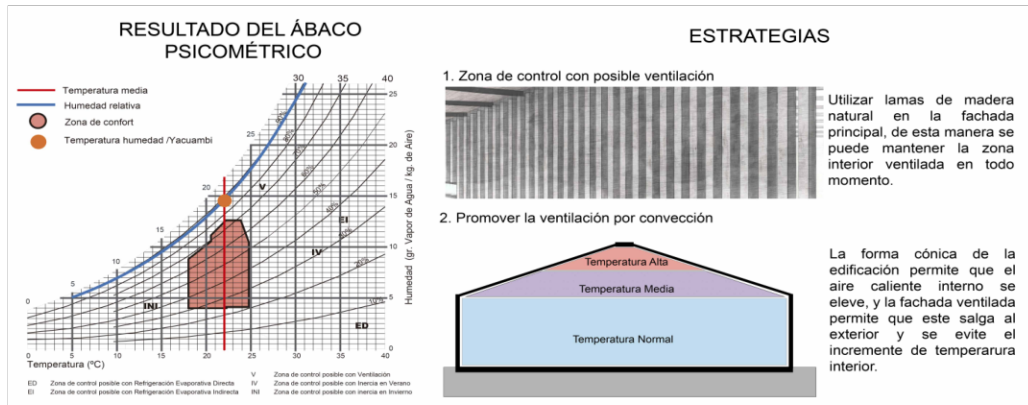


FIGURA 4.1: Estrategias para el confort térmico.
Fuente: Elaboración Propia

La implantación del proyecto frente a la trayectoria solar es de suma importancia para lograr un confort térmico al interior de una edificación. La fachada principal se orienta en sentido norte-sur (ver figura 4.2), de manera que aprovechan la luz del día para una iluminación natural. Por otro lado, la zona por donde sigue la trayectoria solar este-oeste se han colocado muros ciegos que no permiten el ingreso de los rayos solares y la temperatura al interior de la edificación. En este contexto, la altura de la edificación se ha diseñado tomando los principios de las construcciones Shuar, la forma cónica permite que el aire caliente se eleve hasta la zona más alta por efecto de las corrientes de convección (ver figura 4.1) y sea expulsada hacia el exterior a través de las lamas de madera.

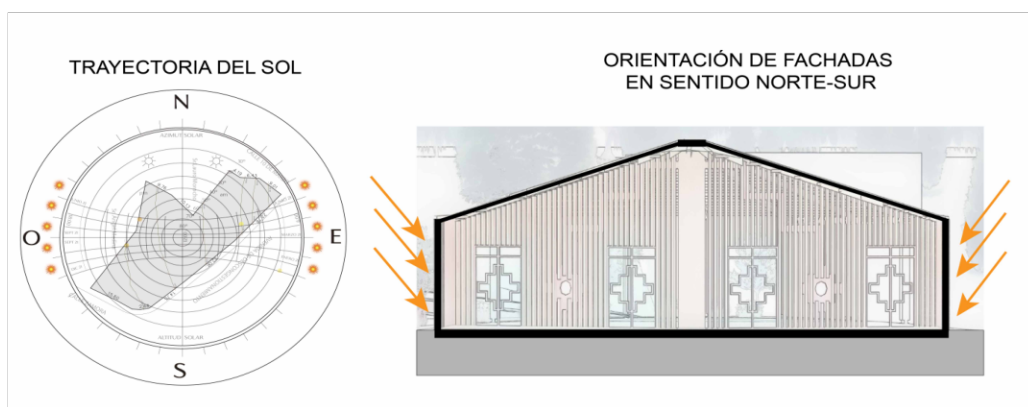


FIGURA 4.2: Trayectoria solar y orientación.
Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, dentro de los criterios de la Energía Incorporada se han elegido tres materiales principales para el proyecto (ver figura 4.3). La madera no procesada de la

localidad posee baja energía incorporada y se puede utilizar en la estructura, envolvente y acabados, el ladrillo artesanal de la zona es otro material con muy baja energía incorporada, el mercado local posee una variedad de modelos y formas, el hormigón pulido se ha elegido para ser utilizado en pisos, de esta manera se evita el uso de acabados que elevan la Energía Incorporada de una edificación.

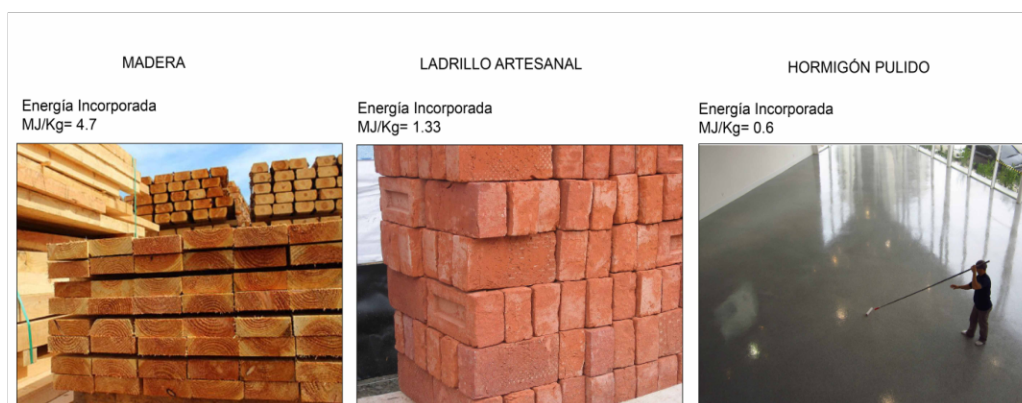


FIGURA 4.3: Materiales de construcción implementados
Fuente: Elaboración Propia

4.3. Propuesta funcional

A través del análisis urbano realizado en el capítulo 3 se identificó los principales flujos peatonales que existen dentro de la zona de influencia del proyecto. A partir de esto, se plantea la idea de diseñar un proyecto que permita que las personas que circulan por las aceras de la Av. de Descongestionamiento se sumerjan dentro del Centro de Interpretación cultural. El punto de partida es en la calle 10 de Marzo por donde existe un alto flujo peatonal debido a que conecta el centro de la ciudad con las principales instituciones públicas del cantón (ver figura 4.4). Por otro lado, el punto 2 es una zona de bajo flujo peatonal por lo que es necesario establecer una interconexión entre ambos puntos.

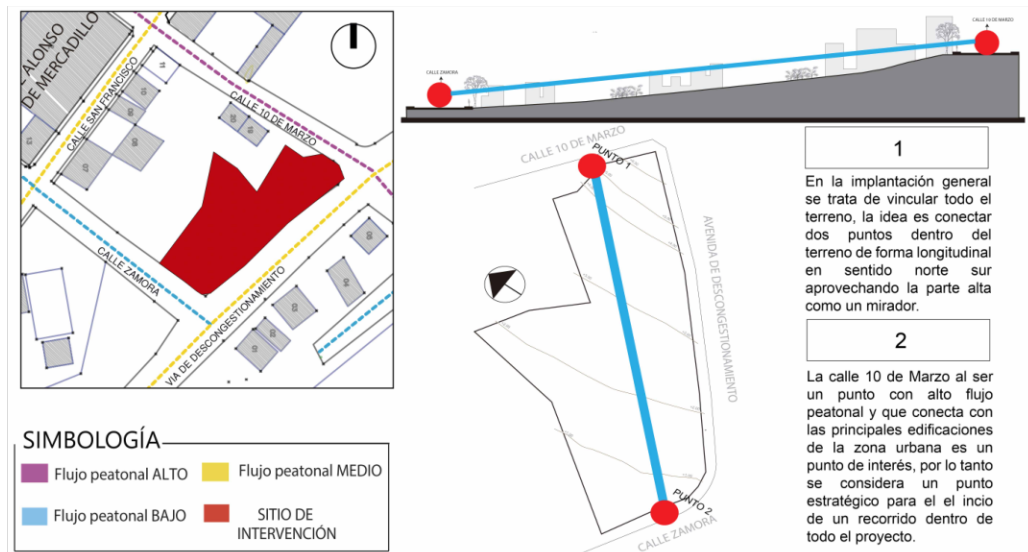


FIGURA 4.4: Puntos estratégicos
Fuente: Elaboración Propia

Para definir la forma de la circulación principal, se ha realizado la abstracción de uno de los principales símbolos de la cultura Shuar, la serpiente (ver figura 4.5). Este recorrido se presenta de manera orgánica a través de un canal de agua, el cual hace referencia al origen del nombre de Yacuambi (camino del agua). El recorrido y canal de agua van desde el punto 1 hasta llegar al punto 2, pasando por los 4 puntos de interés principales del proyecto: bloque A y plaza, bloque B, bloque C y bloque D (ver figura 4.6). Esta estrategia refuerza a la idea principal del proyecto que es conectar de norte a sur las dinámicas urbanas del sector.

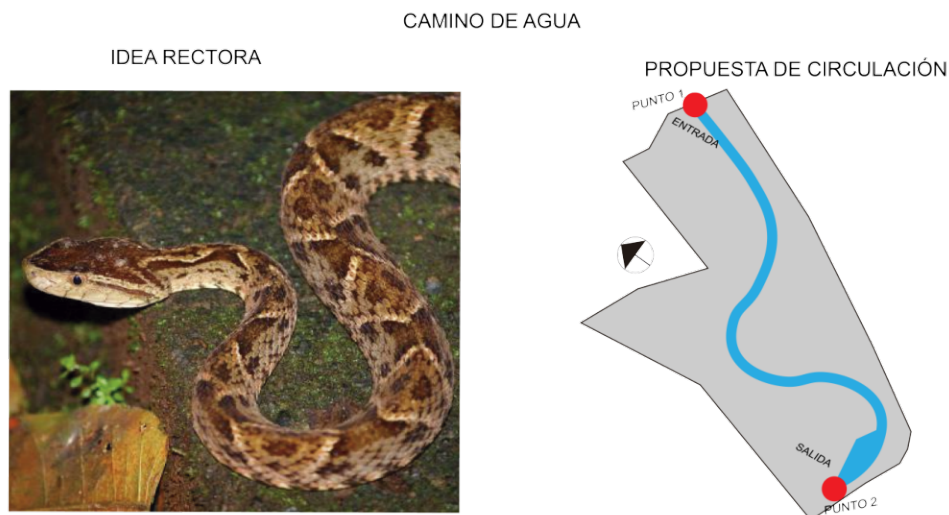


FIGURA 4.5: Idea rectora de la circulación
Fuente: Elaboración Propia

Para la propuesta funcional el punto de partida fue encontrar las características prin-

cipales del terreno. Al estar junto a una avenida principal, se busca colocar una franja de protección natural con la utilización de árboles de la zona principalmente frutales (yaraso, guaba, pomarrosa, entre otros). Además, aportan a la reducción del CO2 emitido los por vehículos que circulan diariamente. Las visuales del proyecto se han determinado en un solo punto principal, en la calle 10 de Marzo, que de hecho es la zona más alta del proyecto desde donde se puede tener una visual libre de todo el proyecto (ver figura 4.6).

Dicho esto, se plantea la idea de desarrollar una propuesta con edificaciones de una sola planta con la intención de mantener las vistas desde la zona más alta. Además, se plantea la idea de colocar un mirador desde donde los visitantes puedan apreciar todo el proyecto. Los nodos son puntos de importancia que se han planteado dentro del proyecto.

Estos son: bloque A, compuesto por mirador y zona de exposición gastronómica, bloque B, compuesto por la sala de exposición permanente, Bloque C, compuesto por sala de exposición temporal y el bloque D que comprende un auditorio al aire libre. Estos puntos se encuentran distribuidos a lo largo de todo el proyecto y serán unidos mediante la circulación el canal de agua que conecte de manera consecutiva todos estos elementos (ver figura 4.6).

Además, los bloques B y C vinculan el recorrido exterior con la zona interna de cada edificación, dado que su circulación interior es continua a la circulación exterior, creando un espacio expositivo continuo. En el área exterior del bloque C el recorrido termina con un espejo de agua da culminación a este recorrido que destaca la culturalidad de Yacuambi.

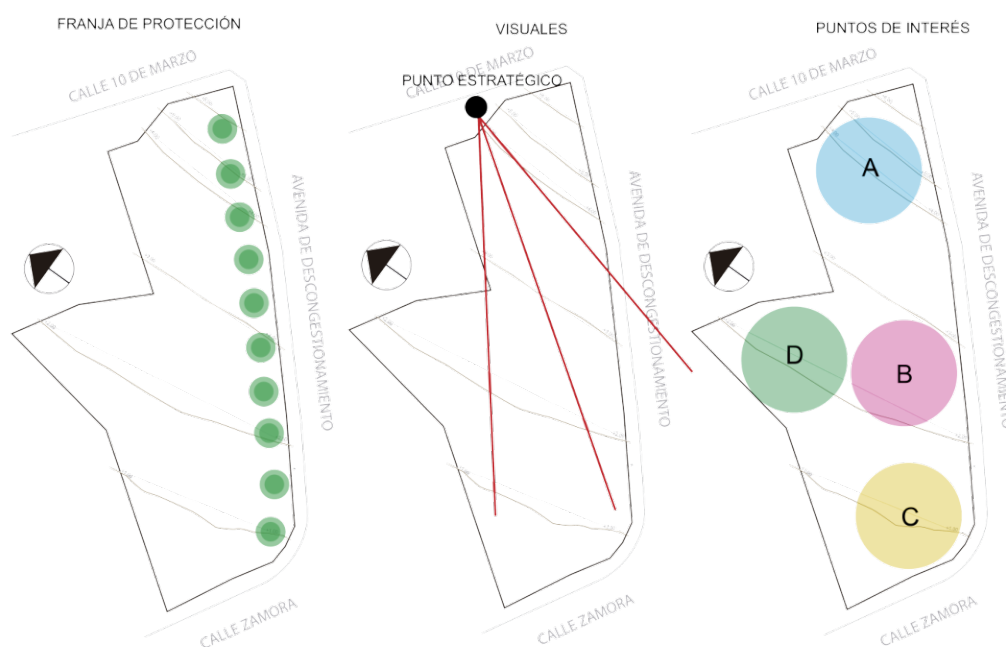


FIGURA 4.6: Franja de protección, visuales y nodos dentro de la propuesta arquitectónica
Fuente: Elaboración Propia

La acera pública también ha sido intervenida con el objetivo de vincular al proyecto,

se ha ubicado mobiliario urbano de madera natural en zonas determinadas, es necesario recalcar que existe cuatro accesos dentro del proyecto, los dos principales están ubicados en las calles: 10 de Marzo y Zamora que son los puntos de partida y llegada en el recorrido del agua por todo el emplazamiento, mientras que los dos últimos accesos están en la Avenida de Descongestionamiento (ver figura 4.7).

En resumen, el emplazamiento final se plantea con la idea de potencializar el uso del espacio público y el rescate cultural, plasmado en la arquitectura y el respeto al entorno urbano con la utilización de la flora nativa. La implantación del proyecto se realiza con base en los criterios mencionados, la cual se muestra en la figura 4.7.

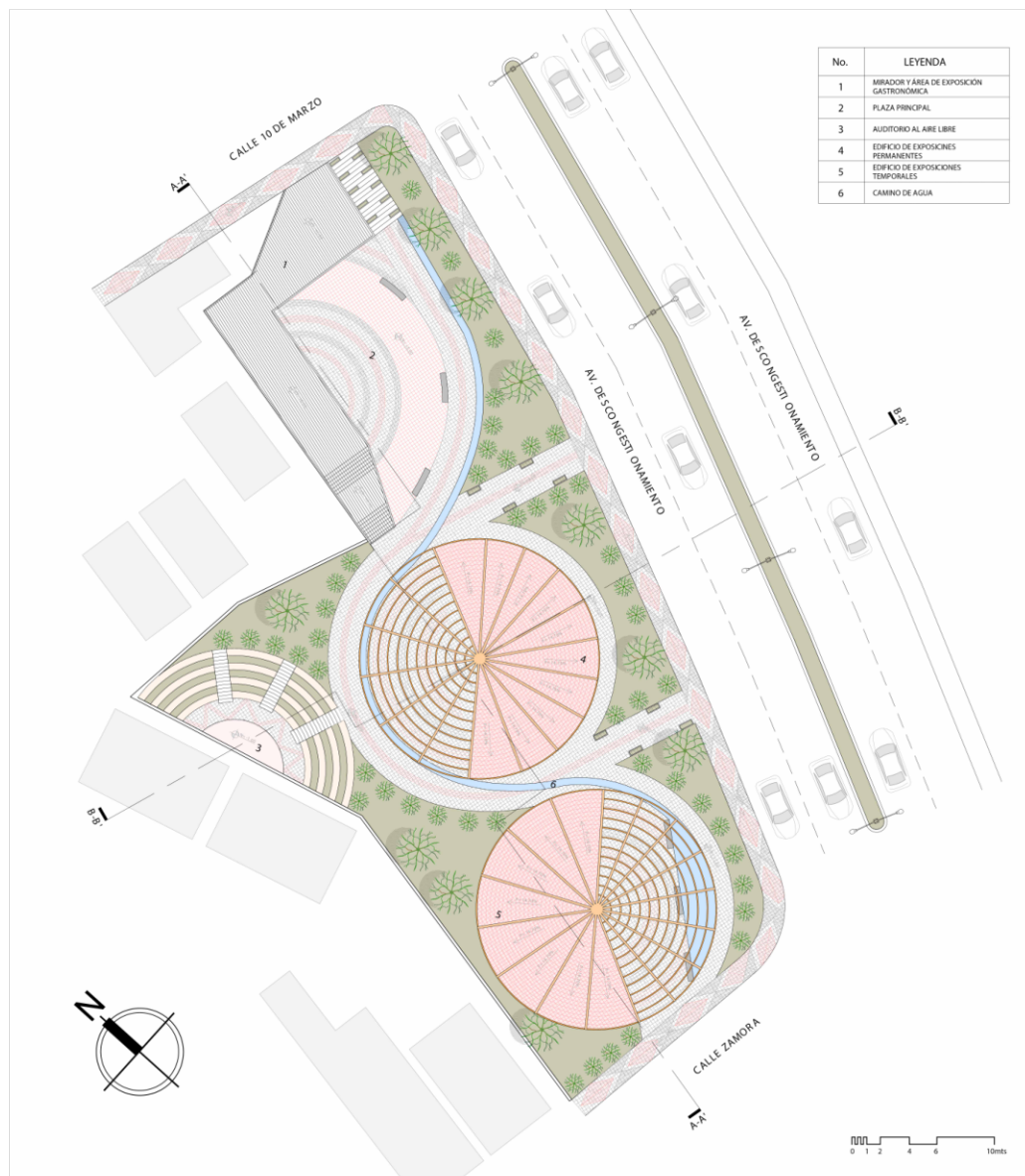


FIGURA 4.7: Emplazamiento general del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la funcionalidad de los bloques B y C, se ha considerado crear los siguientes espacios: plaza, vestíbulo y circulación perimetral al vestíbulo que pase dentro del área de exposición (ver figura 4.8) con el objetivo de crear circulaciones dinámicas similares al camino del agua ubicada en la zona externa del proyecto. La distribución de los ambientes y el flujo desde un espacio a otro hacen una diferencia en la sensación y utilidad del ambiente, tratando de optimizar al máximo los espacios y creando un solo tipo de circulación. La plaza es el punto principal antes de entrar al museo, una pérgola cubre toda la plaza y hace un juego de sombras el piso.

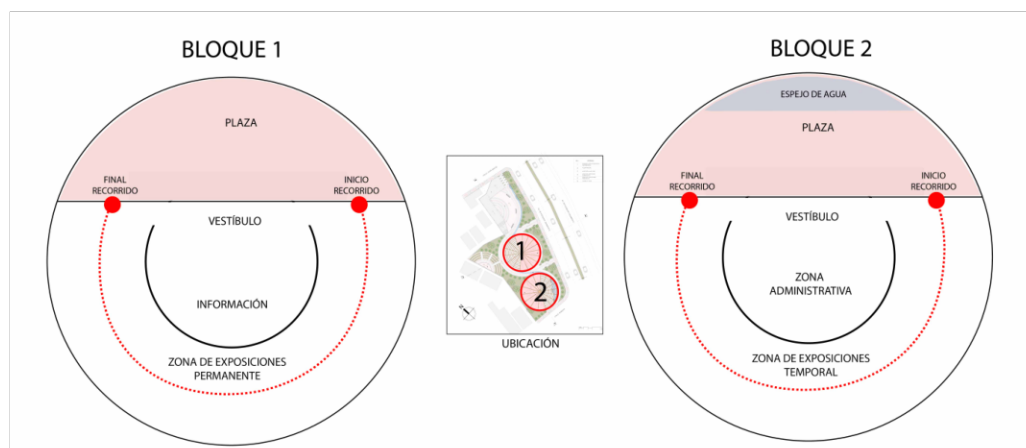


FIGURA 4.8: Emplazamiento general del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

Uno de las principales características de estas plantas es su circulación, estas le dan continuidad al recorrido externo que parte desde la calle Zamora, pasa por el bloque A y en los bloques B y C se vinculan con las zonas interiores, de manera que los visitantes puedan tener una interrelación interna y externa en el recorrido.

El vestíbulo es el primer espacio al interior de la edificación, más adelante se encuentra un espacio de información donde se brinda toda la asesoría para poder ingresar al museo. En el bloque 1, el recorrido que se plantea es de forma continua, se cuenta la historia de Yacuambi desde sus inicios, se hace énfasis sus fundadores, los primeros habitantes y principales asentamientos dentro de este cantón.

Durante todo el recorrido se va conociendo mediante cuadros y textos como fue el proceso de evolución del cantón hasta la actualidad. Cabe recalcar que la planta está inspirada en la cultura Shuar, es de forma circular con una planta libre e iluminada y su cubierta de forma cónica (ver figura 4.9).

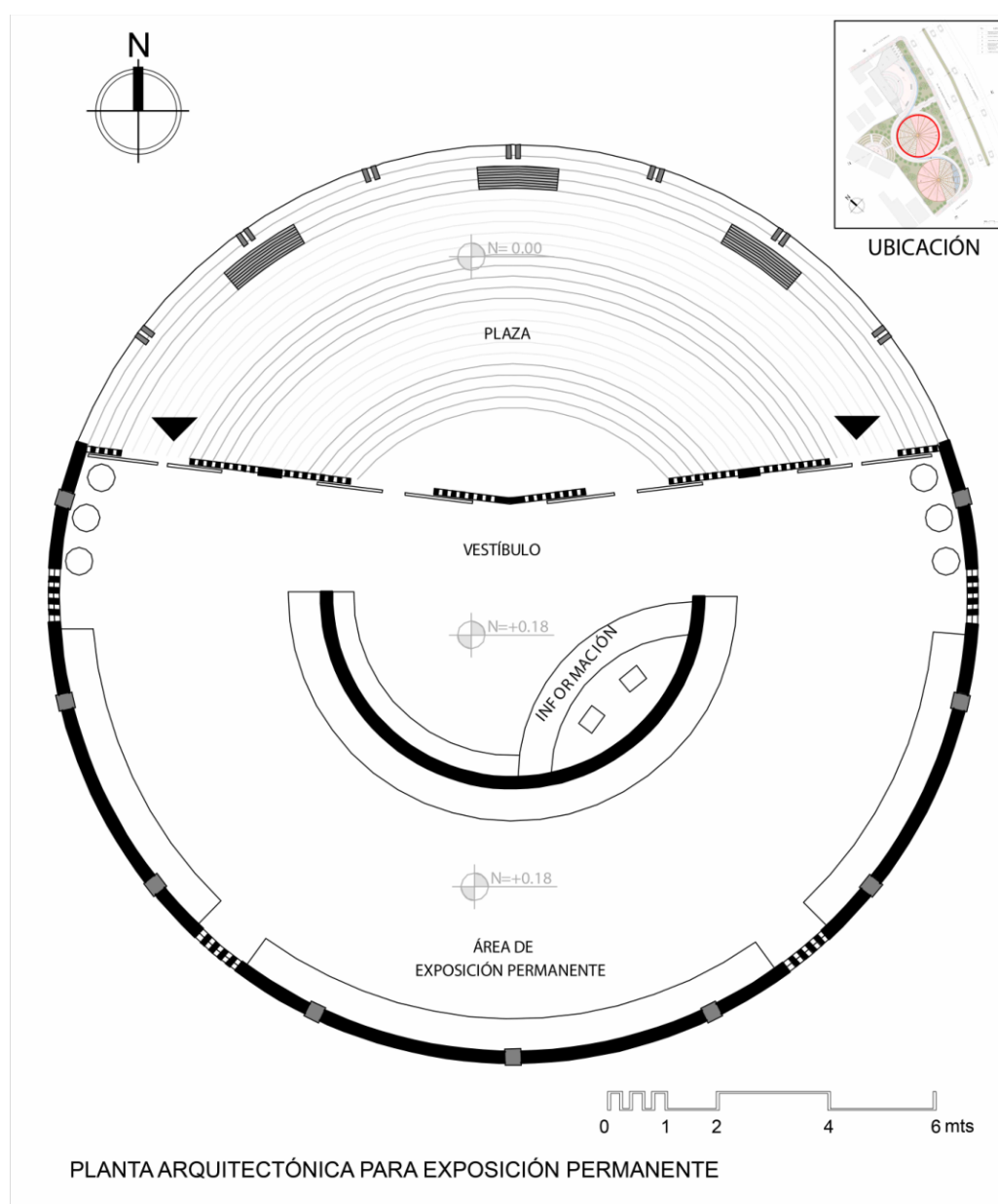


FIGURA 4.9: Planta arquitectónica del bloque 1 de exposición permanente.

Fuente: Elaboración Propia

En el bloque 2 se encuentra la zona administrativa (ver figura 4.10). La plaza en combinación con un espejo de agua forma parte del ambiente exterior. Asimismo, una pérgola cubre toda la plaza y hace un juego de sombras. El mobiliario urbano es netamente de madera natural y se ha colocado de manera lineal junto al espejo de agua, el pavimento de los pisos da continuidad al semicírculo de la planta arquitectónica con una serie de colores rescatados de la cultura Shuar.

Existen dos accesos centrales en este módulo, la dirección general y secretaría del Centro de Interpretación Cultural se ubican en la parte central. El recorrido funciona de la misma manera que en el bloque A. Dentro de área de exposiciones temporales se ha

diseñado espacios para que puedan colocar por un cierto tiempo exposiciones en todo el recorrido, en la parte final de recorrido existe una zona de souvenirs donde los visitantes podrán obtener artículos y productos de esta zona.

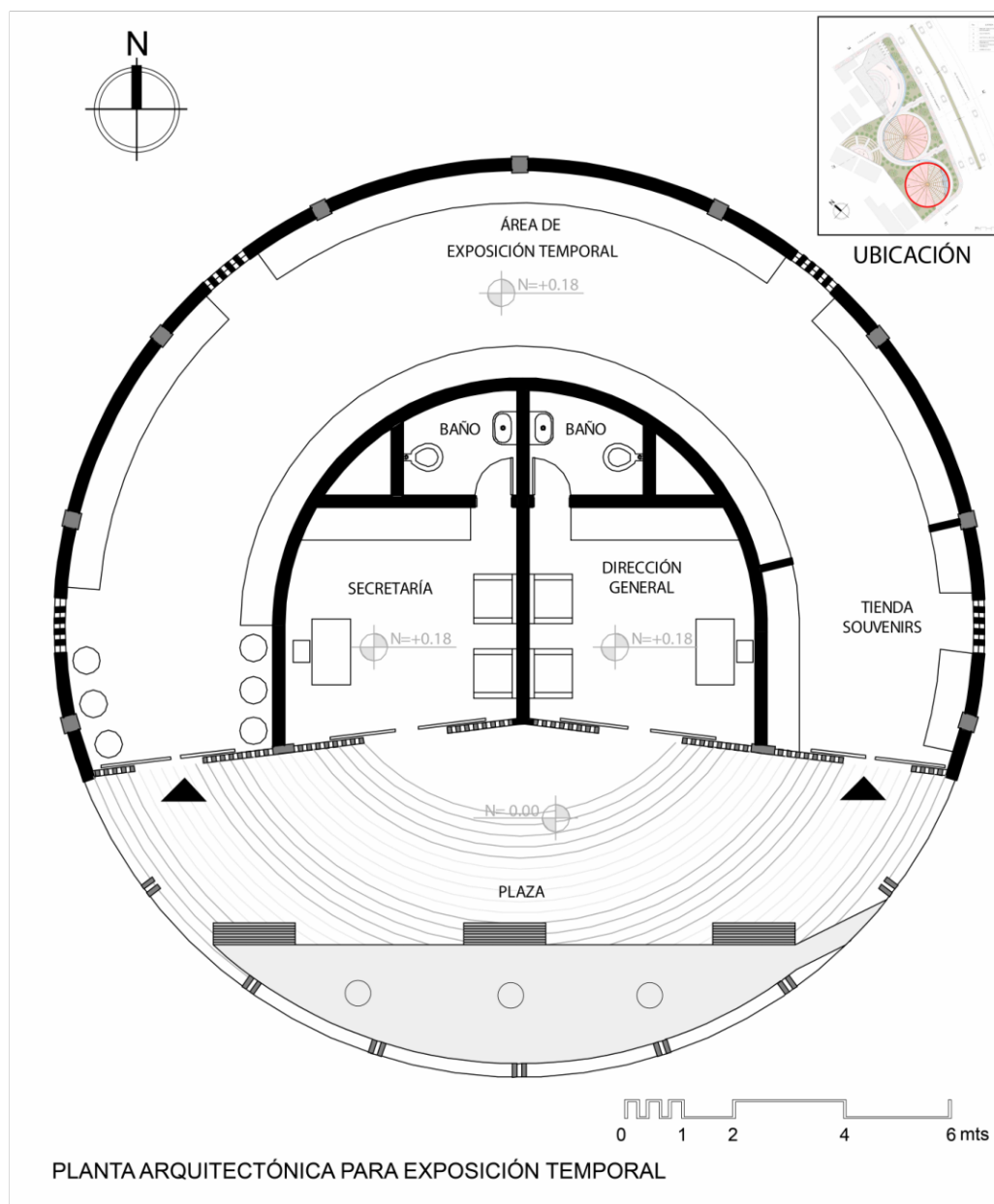


FIGURA 4.10: Planta arquitectónica del bloque 2 de exposición temporal
Fuente: Elaboración Propia

En la zona más alta del proyecto se propone el diseño de una edificación donde se pueda realizar exposiciones gastronómicas de las tres culturas del cantón. Además, se implementan servicios higiénicos públicos en la parte interior (ver figura 4.11). Se ha considerado diseñar un espacio de almacenamiento o bodega para poder guardar los implementos que se utilicen durante los días de exposiciones.

La modulación de la planta y estructura son de hormigón armado, la mampostería de todo el edificio es de ladrillo artesanal. En lo que respecta a puertas de acceso, el material principal de estos elementos es la madera, la fachada principal es un espacio abierto al público sin paredes, la intención es poder aprovechar al máximo cada espacio interno de los locales de manera que se puedan visualizar desde el exterior.

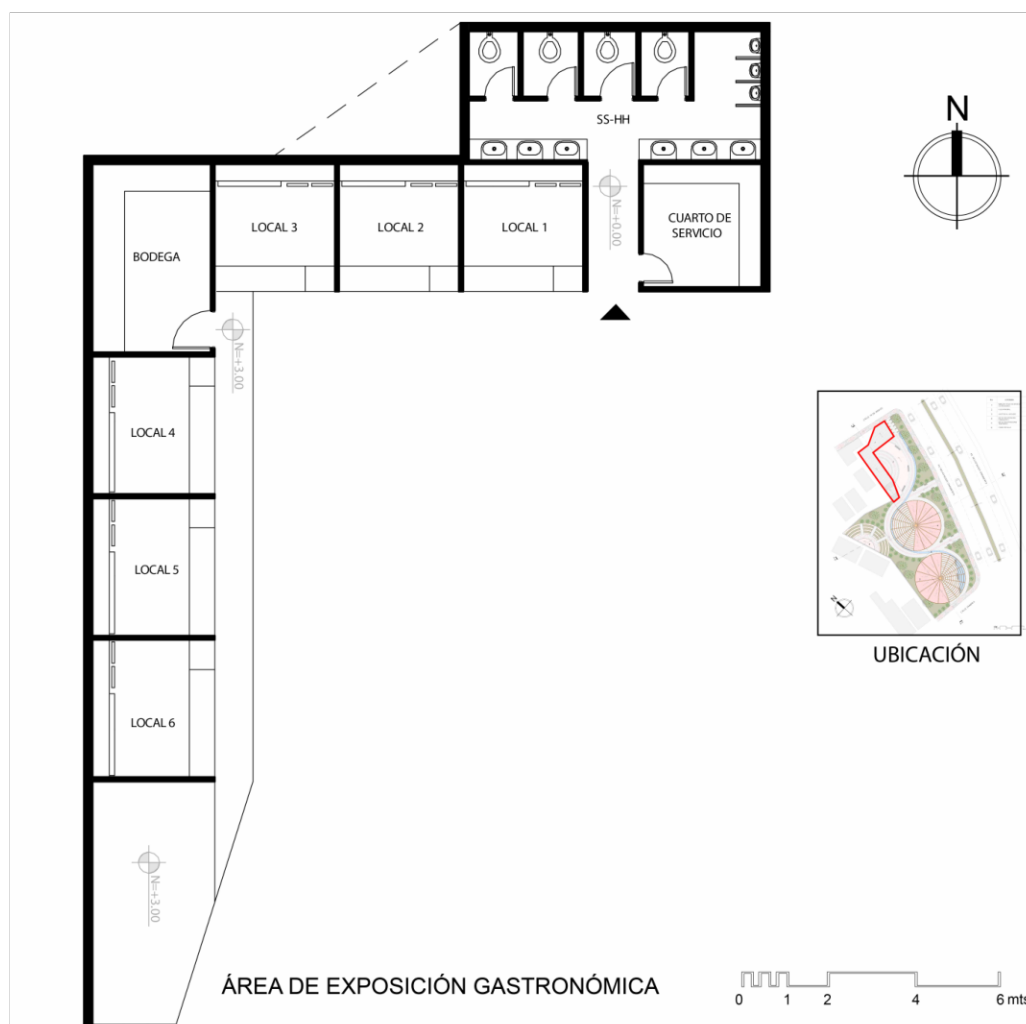


FIGURA 4.11: Planta baja del mirador y zona de exposición gastronómica
Fuente: Elaboración Propia

En la cubierta de esta edificación se diseña un mirador en toda la superficie de la cubierta (ver figura 4.12). Finalmente, se ha considerado elegir un sistema constructivo que tenga baja incidencia en cuanto a la Energía Incorporada, no se han colocados acabados en los muros, el piso es de hormigón pulido y no tiene cielo raso.

El mirador está compuesto por un piso de adocreto que se vinculan con los pavimentos de todo el proyecto. El pasamanos es de madera y está conformado por balaustres y barandales de madera natural, la ubicación estratégica de este bloque permite aprovechar las visuales hacia todo el proyecto. Además, existe una conexión entre el mirador y la

plaza central del proyecto a través gradas que están ubicadas en un extremo del volumen, haciendo que las personas hagan un recorrido por toda la cubierta desde la acera pública ubicada en la calle 10 de Marzo.

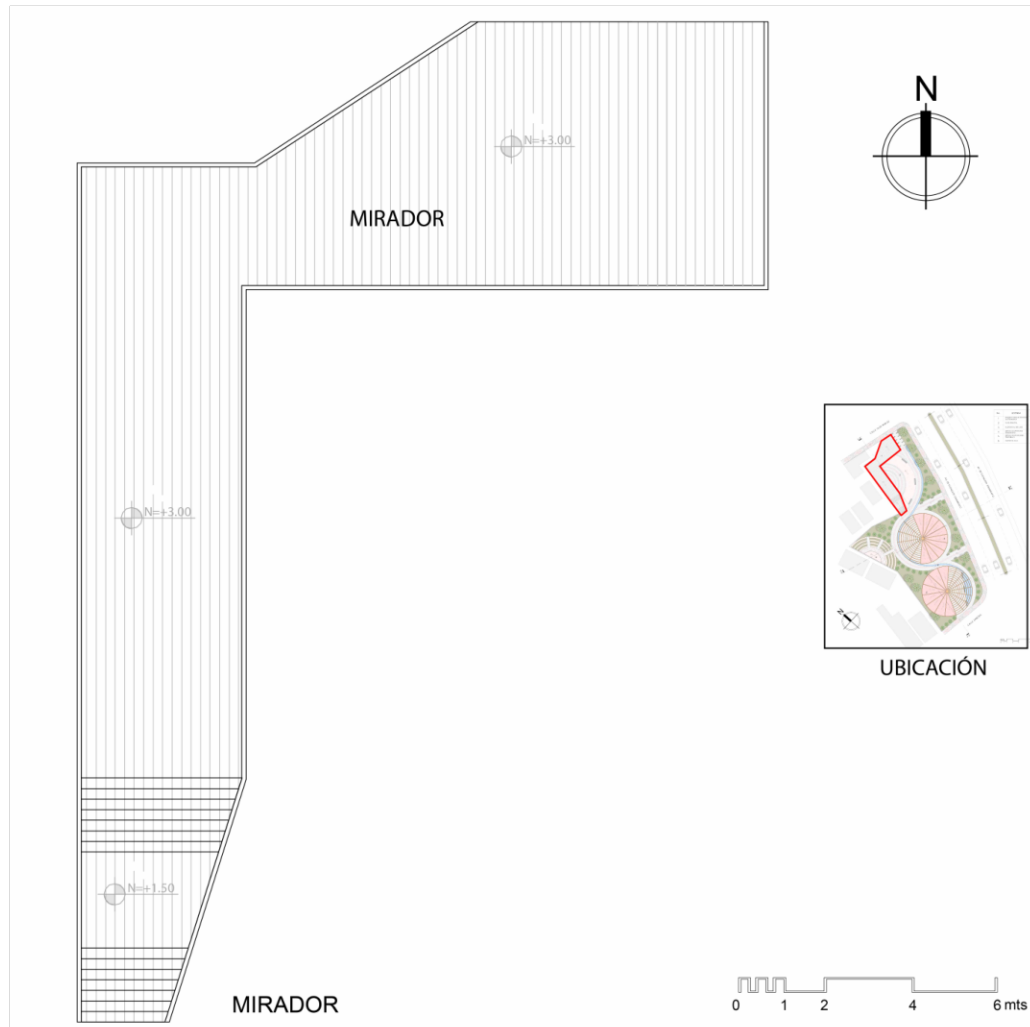


FIGURA 4.12: Planta arquitectónica del mirador
Fuente: Elaboración Propia

4.4. Propuesta formal

El desarrollo volumétrico de edificio se basa principalmente en rescatar la identidad cultural de los pueblos y nacionalidad más representativos del cantón. La propuesta implica realizar una vinculación de los edificios con las áreas exteriores, como premisa la vivienda Shuar en el modelo base que se ha elegido debido a sus características formales típicas de una vivienda amazónica. Se ha tomado la forma en su totalidad, pero se ha reinterpretado con una arquitectura moderna en combinación con los materiales de construcción seleccionados anteriormente.



FIGURA 4.13: Propuesta formal del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al diseño de pavimentos y los colores seleccionados están directamente relacionados con la iconografía Shuar, se ha realizado una abstracción de las figuras y una vinculación de los dos colores principales utilizados dentro de esta cultura milenaria. Como resultado final se obtiene un diseño combinado entre “X” y rombos que serán utilizados para la textura de los pisos.

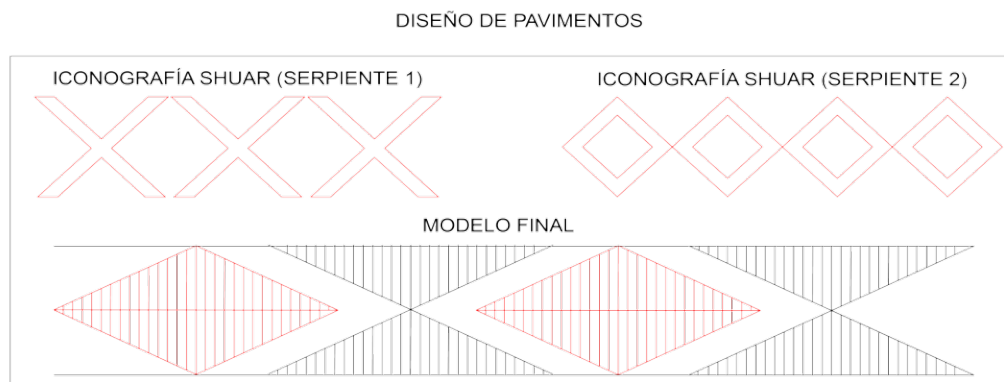
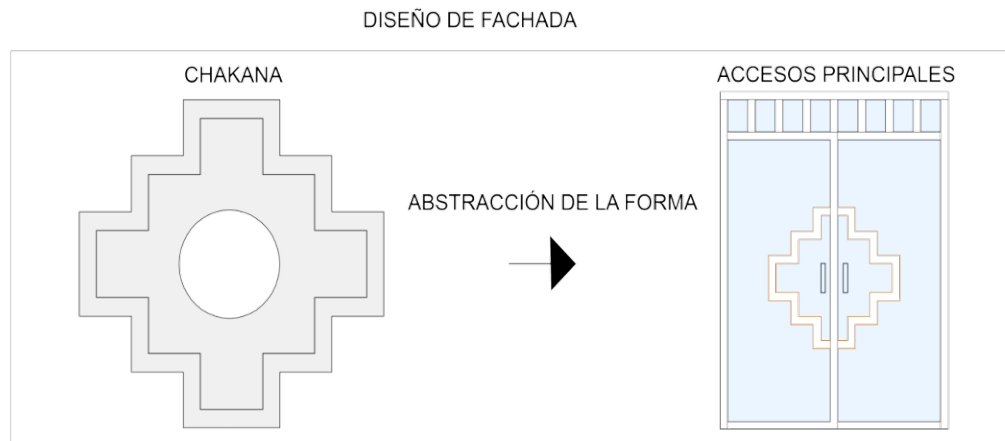


FIGURA 4.14: Diseño de pavimentos
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al diseño de fachadas, se ha planteado la idea de plasmar los símbolos de la cosmovisión andina. La Chakana es uno de los símbolos más importantes en las culturas andinas (pueblo Saraguro) que hacen referencia a los 4 elementos: tierra, agua, aire y fuego. Además, también hace referencia a los cuatro puntos cardinales: norte, sur, este y oeste. Al ser un símbolo de suma importancia se ha realizado un proceso de abstracción de la forma para colocar en los accesos principales de los dos bloques A y B del proyecto.



A continuación, se detalla la propuesta arquitectónica del Centro de Interpretación Cultural del cantón Yacuambi realizado en un software en 3D (Lumion 11):

La plaza principal tiene varios elementos urbanos como: zonas de descanso, áreas verdes, pero sobre todo está situado frente al área de exposición gastronómica, de esta manera se pretende vincular ambas áreas para poder aprovechar cada espacio dentro de este proyecto. En la zona perimetral de la plaza se extiende en forma de hilera el camino del agua que recorre todo el sitio que ha sido intervenido.



FIGURA 4.16: Vista de la plaza y área de exposiciones
Fuente: Elaboración Propia

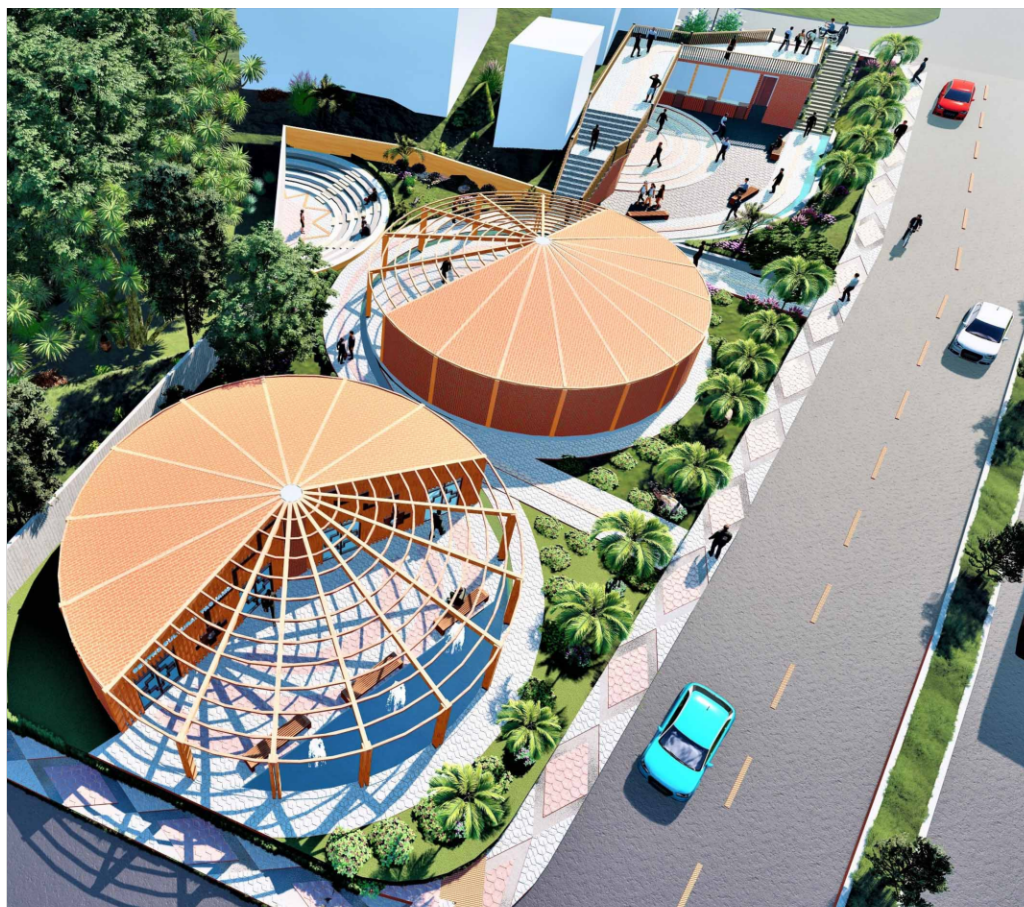


FIGURA 4.17: Vista aérea en sentido sur-norte del C.I.C del cantón Yacuambi
Fuente: Elaboración Propia

El proyecto busca establecer una relación con el sitio implementado lo largo de un terreno irregular en su forma y superficie, el diseño pretende romper con una continuidad urbana que no tiene una identidad propia entre su masificación y su entorno, convirtiéndolo en un nuevo elemento de referencia en el centro densamente poblado. Basado en el concepto de arquitectura tradicional amazónica, el Centro de Interpretación Cultural busca ser un espacio que promueva la historia escrita lienzos en la parte interior y plasmada en la forma, color y texturas exteriores, además el camino de agua como una columna vertebral que enlaza todo el proyecto.

La masa del edificio se combina estrictamente con los principios culturales de los conceptos arquitectónicos modernos. Cada volumen es un espacio expositivo diferente. Para explorar su relación, se creó el concepto de vías fluviales como elementos de conexión y generadores de experiencias.

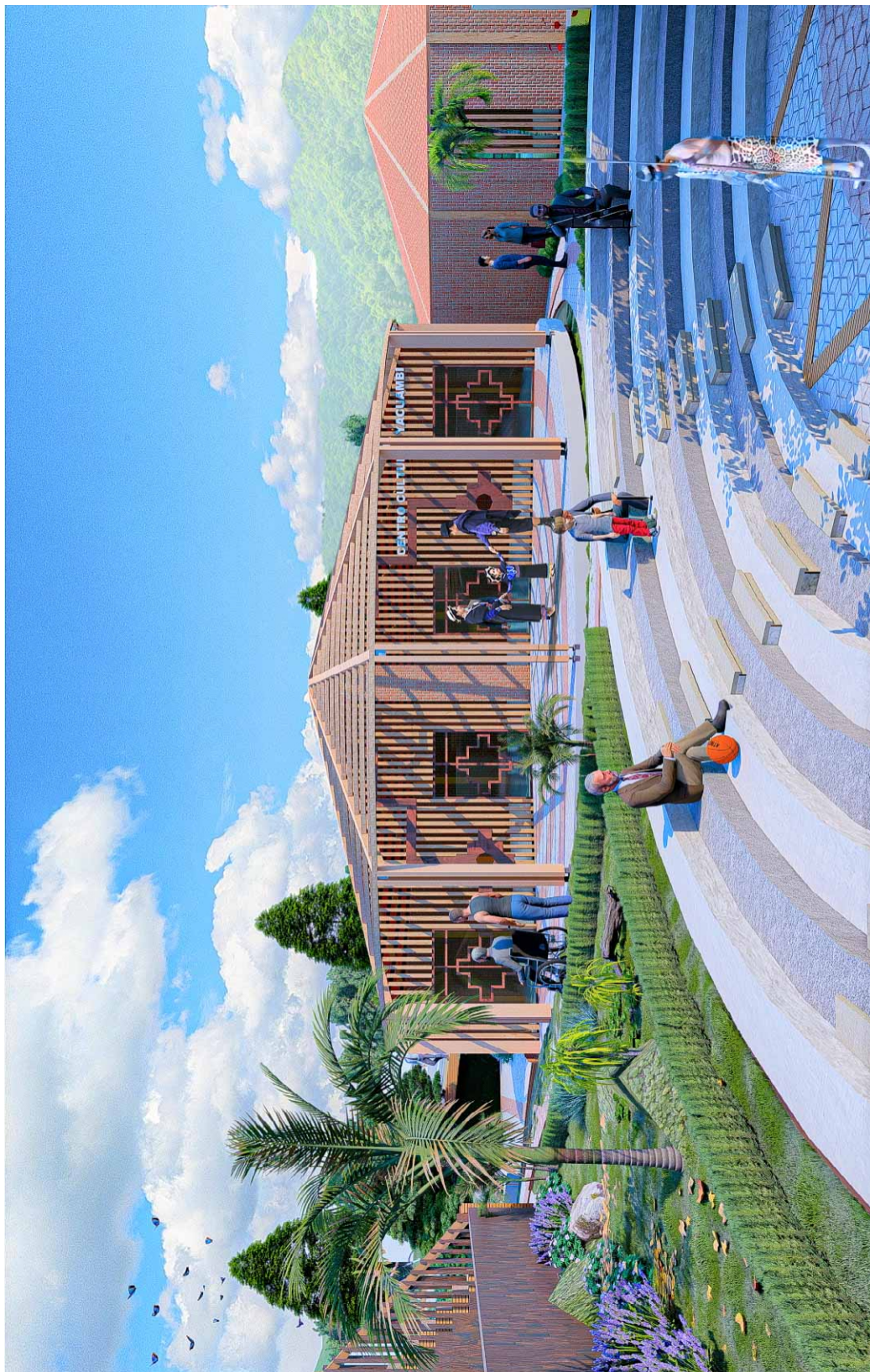


FIGURA 4.18: Vista frontal del museo de exposición permanente desde el auditorio al aire libre
Fuente: Elaboración Propia

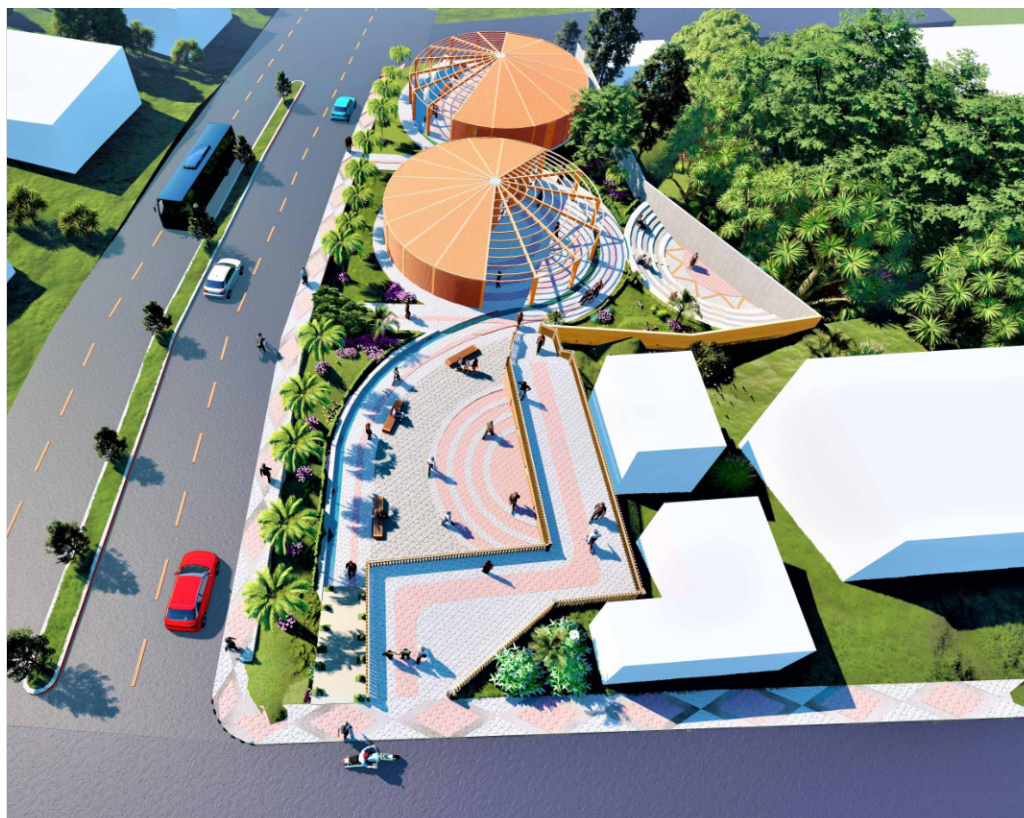


FIGURA 4.19: Vista aérea en sentido norte-sur.

Fuente: Elaboración Propia

Desde este punto se puede evidenciar al proyecto como un espacio de encuentro revestido de materiales típicos de la Amazonía. Un centro de interpretación varado sobre un espacio a desnivel, la vinculación de los colores del pavimento con el proyecto se puede evidenciar a simple vista. Dado el importante rescate cultural en las formas arquitectónicas creadas en nuestra propuesta, se fue consolidando la oportunidad estratégica de potenciar un espacio de recuperación y divulgación de la relevancia histórica de este sector y de los espacios que los rodean.

Frente a la extensión en el paisaje verde, el Centro de Interpretación minimiza su presencia física a través de edificaciones de una sola planta. Las cubiertas de ladrillo contribuyen a reducir el impacto ambiental. Se mantiene el protagonismo de las áreas verdes, el mirador genera un espacio transitable y accesible desde el extremo lateral del terreno, permitiendo el paseo de los visitantes por toda la cubierta.



FIGURA 4.20: Vista panorámica desde el mirador
Fuente: Elaboración Propia



FIGURA 4.21: Perspectiva interna del área de exposición permanente
Fuente: Elaboración Propia

La circulación lineal permite crear una línea de tiempo que a través de cuadros se plasma la historia del cantón Yacuambi, las lamas de madera en las ventanas permiten la entrada de iluminación para evitar el uso excesivo de la luz artificial.



FIGURA 4.22: Perspectiva interna del área de exposición temporal desde el vestíbulo principal
Fuente: Elaboración Propia

4.5. Propuesta tecnológica

El clima de la Amazonía se caracteriza principalmente por ser cálido húmedo, además de tener variaciones de temperatura muy notables en el día, por lo tanto, mientras menos masa tenga la envolvente de una edificación mayor puede ser las oscilaciones del flujo de aire que se puedan dar en el interior de la vivienda.

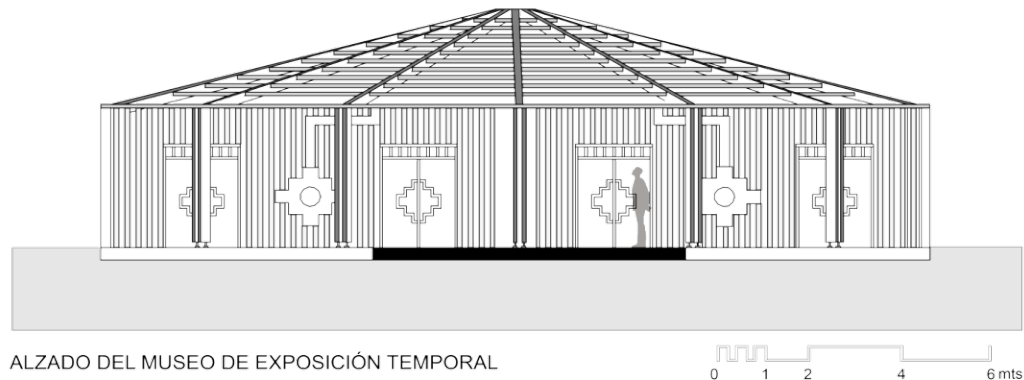


FIGURA 4.23: Alzando frontal del área de exposición permanente.

Fuente: Elaboración Propia

La envolvente de la edificación tiene una masa térmica baja para evitar el posible retraso de calor que se genere en el interior de la vivienda, así mismo las lamas de madera en la fachada principal para poder ventilar el ambiente interior. El auditorio al aire libre se plantea con la idea de evitar saturar el terreno con edificaciones y crear ambientes externos a vista del público (ver figura 4.24).



FIGURA 4.24: Sección transversal

Fuente: Elaboración Propia

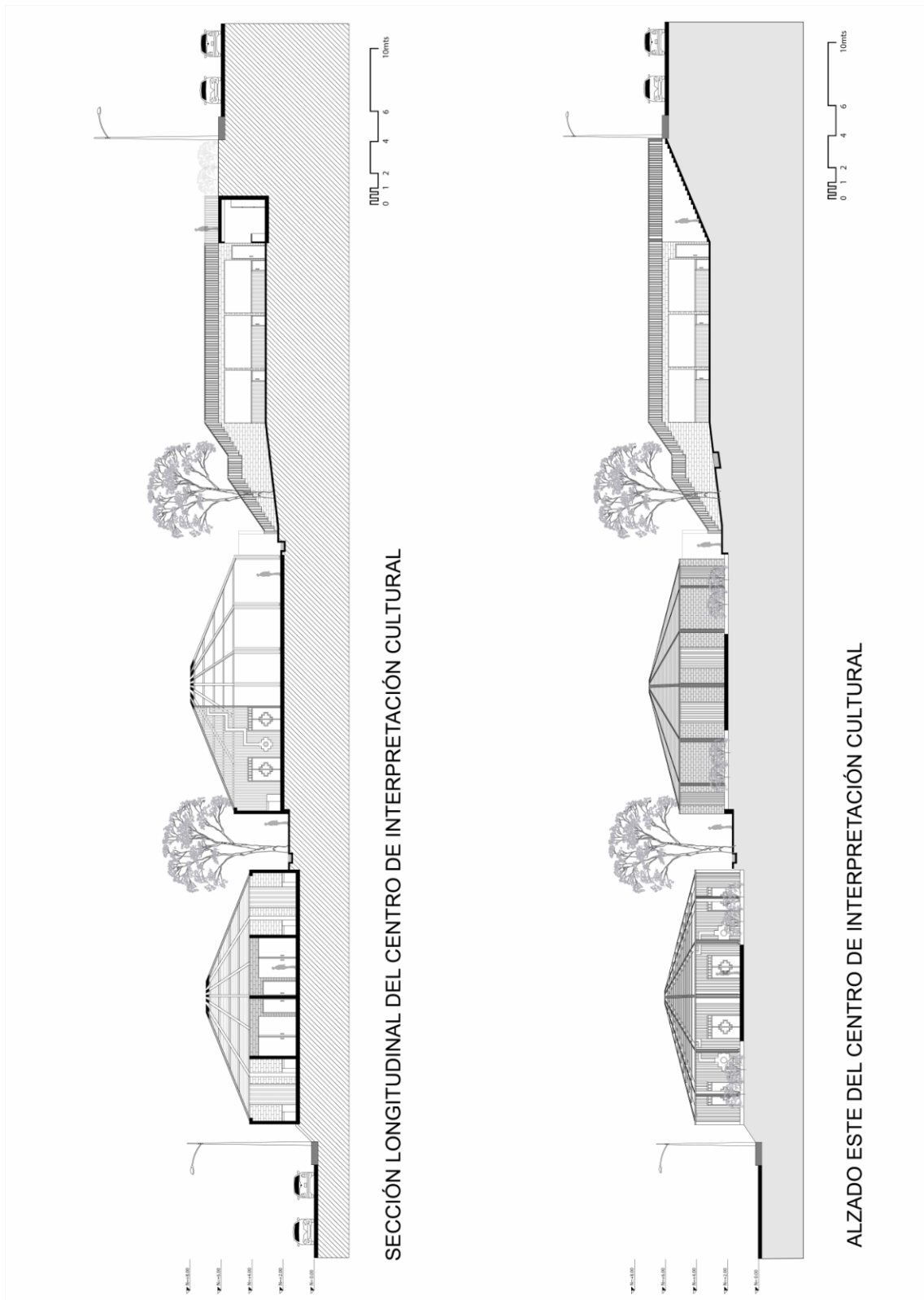


FIGURA 4.25: Sección longitudinal y alzado del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

Solución constructiva para el bloque A

La propuesta arquitectónica se adapta a un desnivel de 6 metros en la parte longitudinal del terreno, en la zona alta se genera una edificación que funciona como mirador, en la planta baja se propone construir un muro de contención para la erosión del terreno.

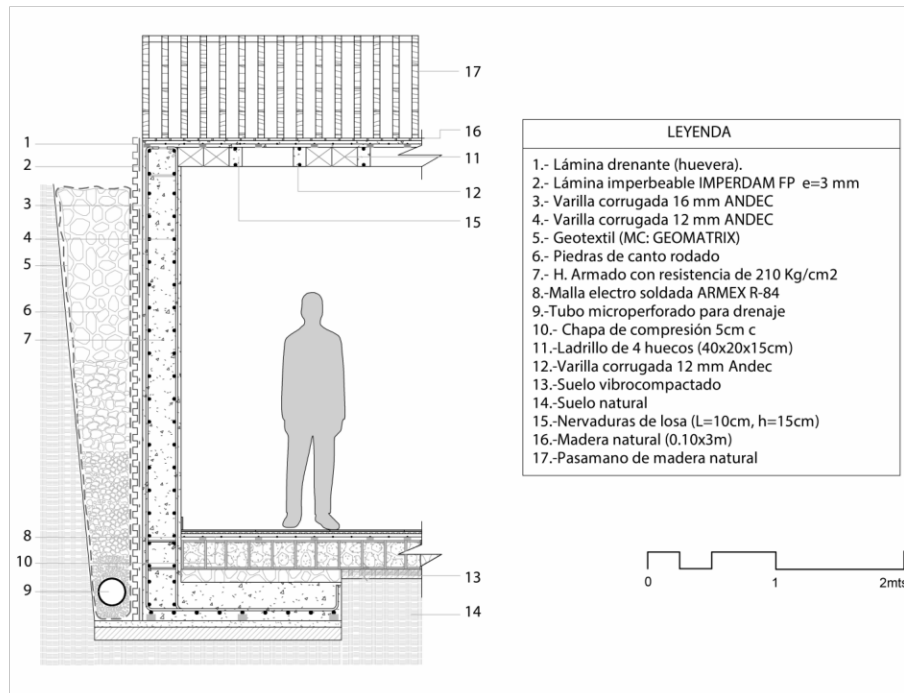


FIGURA 4.26: Sección constructiva con muro de contención.

Fuente: Elaboración Propia

El anclaje de los pasamanos en la cubierta de la edificación se realiza mediante placas tipo U con pernos acerados de 3/8x4", esto permite que la madera no esté en contacto directo contra el piso y evitar posibles agentes patógenos que degraden la madera.

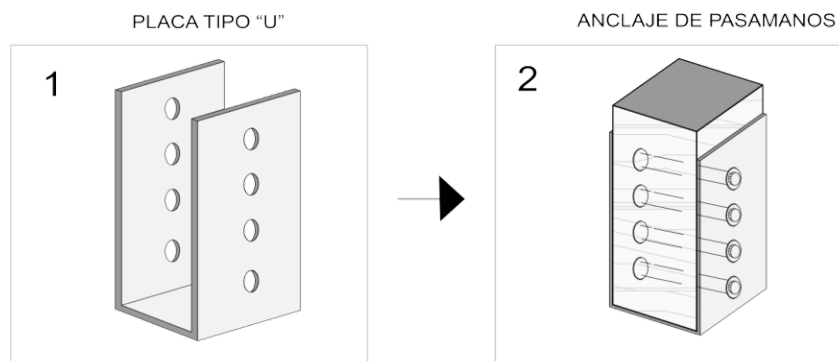


FIGURA 4.27: Anclaje mediante placa tipo "U".

Fuente: Elaboración Propia

Solución constructiva para el bloque B y C

Los bloques B y C del área de exposiciones comparten el mismo sistema constructivo, la cimentación es de hormigón armado y se una a la columna mediante una placa de acero IPE de 5mm. El anclaje de las columnas es a través de cuatro pernos galvanizados de 3/8x4". Los ladrillos se colocan de manera vertical para la mampostería (ver figura 4.28).

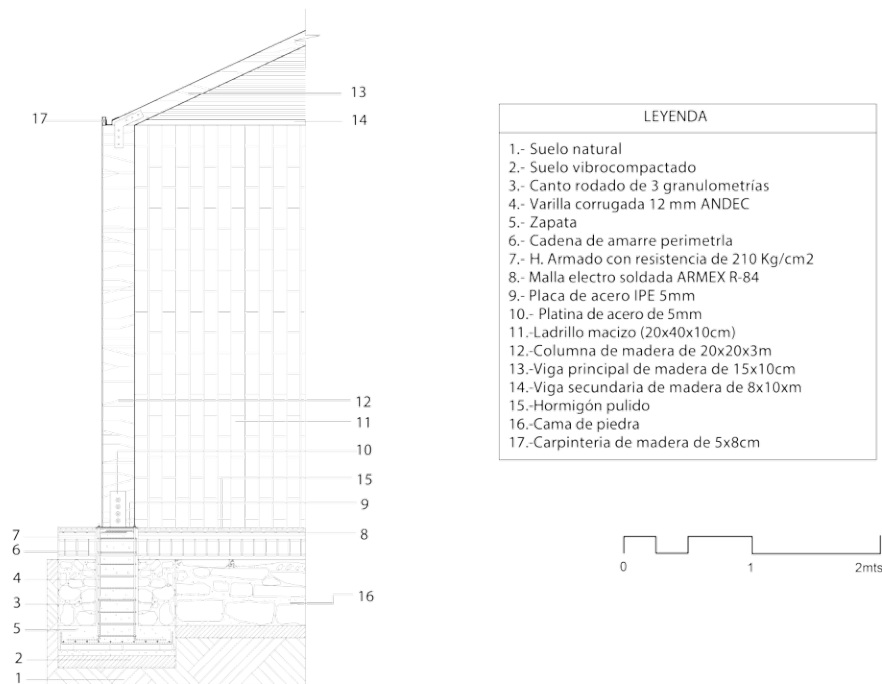


FIGURA 4.28: Sección constructiva de los bloques A y B.
Fuente: Elaboración Propia

En la parte exterior las columnas que soportan la pérgola están ancladas mediante placas de anclaje tipo cuchillo y unidas mediante pernos galvanizados. Por diseño, las columnas van a estar elevadas 10cm del suelo para evitar la humedad.

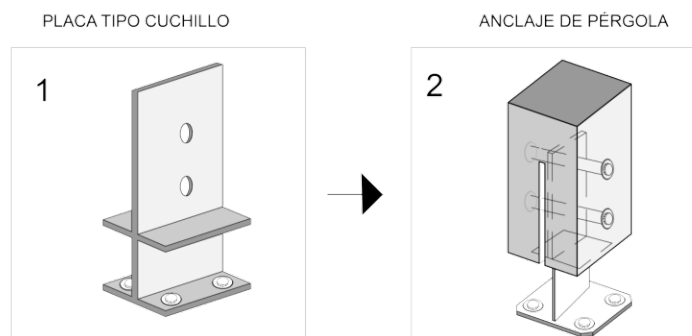


FIGURA 4.29: Anclaje mediante placa tipo cuchilla.
Fuente: Elaboración Propia

El anclaje de la madera en los pisos es a través de machimbrado con tiras de madera natural de 5x2cm como base para evitar el contacto directo con el piso. Los balaustres del pasamanos son de 5x4cm y tienen una separación de 10cm.

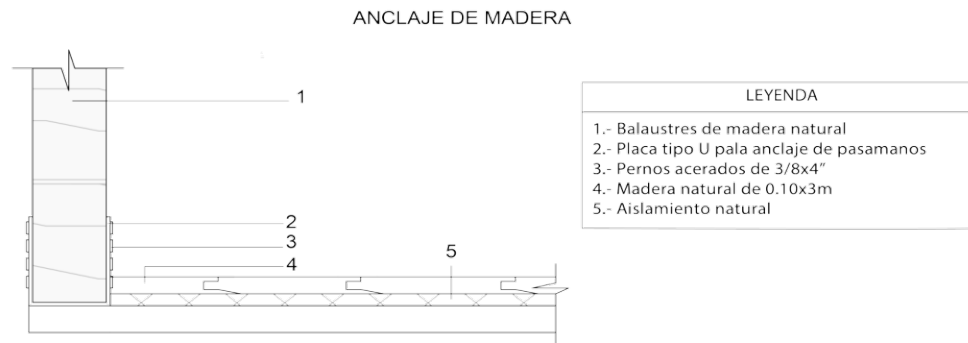


FIGURA 4.30: Anclaje de madera y hormigón.
Fuente: Elaboración Propia

El camino del agua que recorre todo el proyecto uniendo todos los puntos principales del proyecto es de 50cm de ancho y una profundidad de 25cm, está conformado una base de hormigón y una capa de piedra natural de río de 10cm. El agua que se va a utilizar es producto de la recolección de las aguas lluvias proveniente de las cubiertas de las edificaciones y de una cisterna de 1500 lts que se abastece las 24 horas del día.

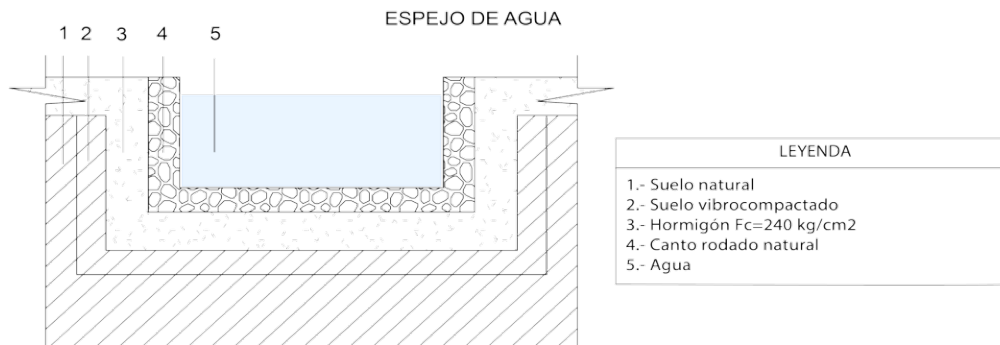


FIGURA 4.31: Detalle arquitectónico del espejo de agua.
Fuente: Elaboración Propia

4.6. Resultados de la Energía Incorporada de la Propuesta

Dentro del análisis de Energía Incorporada en el Centro de Interpretación Cultural del Cantón Yacuambi (ver Anexo 3), los resultados dentro de la estructura, envolvente y acabados muestran que; (ver figura 4.32), la Energía Incorporada (EI) de la Estructura sobresale de las demás componentes con 346 MJ/m² al ser un sistema constructivo de madera y ladrillo existen factores como el material que provocan una disminución notable de EI dentro de esta componente, además es necesario considerar la utilización en cantidades mínimas de acero en los anclajes.

En el tercer caso, los acabados obtienen una EI de 39 MJ/m². Los resultados a simple vista son bastante marcados entre los tres componentes, aunque se puede rescatar una predominancia de EI en la estructura, y un mínimo valor dentro de la categoría de acabados, entre los factores principales están nula utilización de acabados en la estructura.

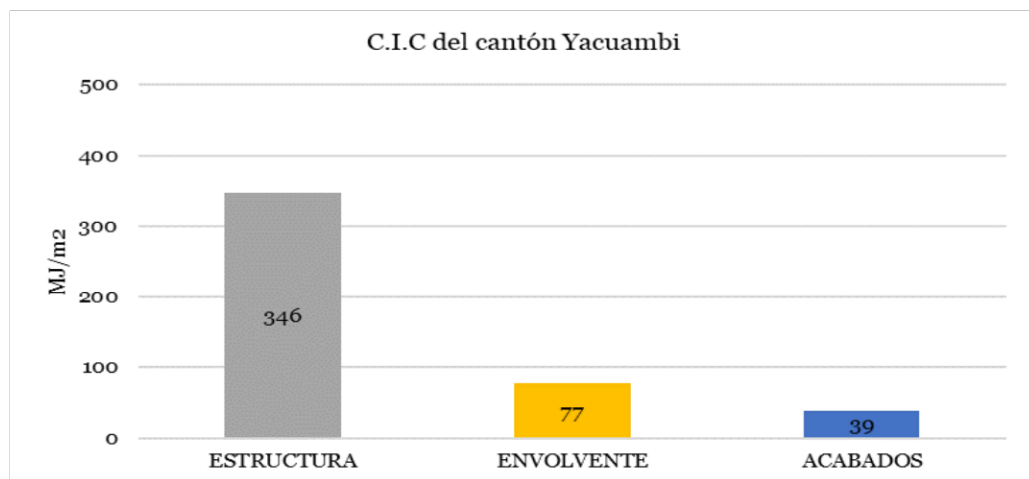


FIGURA 4.32: Análisis de la EI del C.I.C Yacuambi.
Fuente: Elaboración Propia

Estructura

En esta componente se encuentran todos los elementos estructurales como; zapata, cadena de hormigón armado, columna de madera, viga de madera y losa de planta baja. La estructura de la vivienda del Centro de Interpretación Cultural empieza por las zapatas aisladas con estructura de hormigón armado, las columnas y vigas son netamente de madera, y la losa de planta baja es de hormigón pulido, para minimizar el impacto ambiental en los acabados.

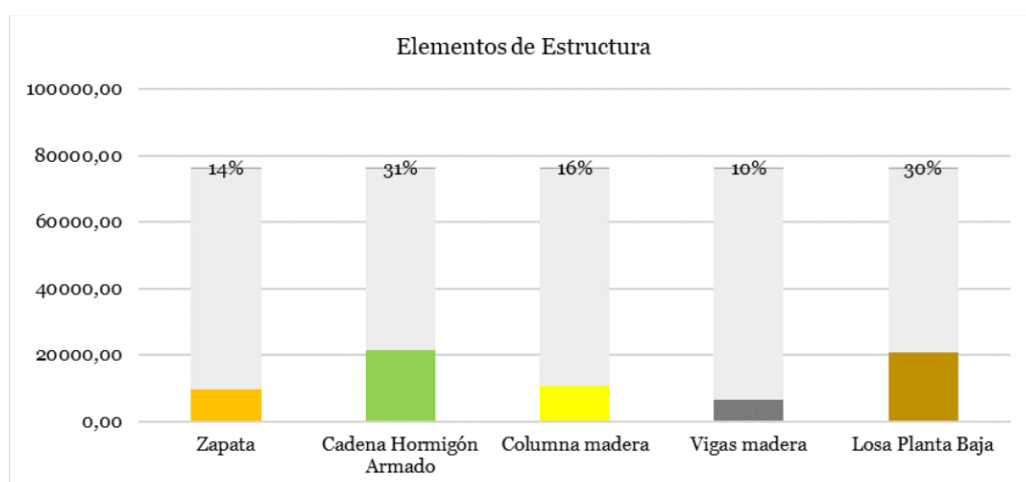


FIGURA 4.33: Análisis de la EI en los elementos de la estructura.
Fuente: Elaboración Propia

La losa de planta baja representa el 30% de la EI dentro de la componente de la estructura y la cadena de hormigón armado presenta un 31%, uno de los factores principales es por el volumen del material y el valor de MJ/Kg de los dos elementos esenciales que conforman el hormigón armado. Los elementos estructurales de madera son uno de los principales, pero los valores dentro de la EI hacen que su impacto sea mínimo. Es necesario recordar que se puede comprender el impacto de los elementos a través de análisis de dos variables, peso del material y EI por unidad de peso (ver figura 4.34).

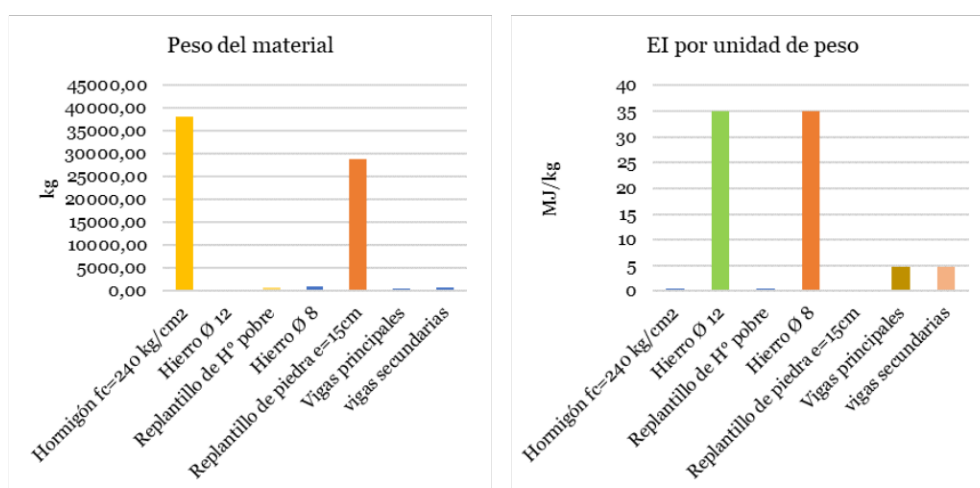


FIGURA 4.34: Peso del material y EI por unidad de peso.
Fuente: Elaboración Propia

Dentro de estos resultados, de acuerdo al peso del material, el hormigón $f_c=240$ kg/cm² predomina, es superior con respecto a los demás elementos. Por otro lado, los valores dentro de la energía incorporada por unidad de peso para el hierro son valores muy elevados, como consecuencia la Energía Incorporada de toda la varilla empleada en la cimentación de este proyecto va a tener índices muy altos.

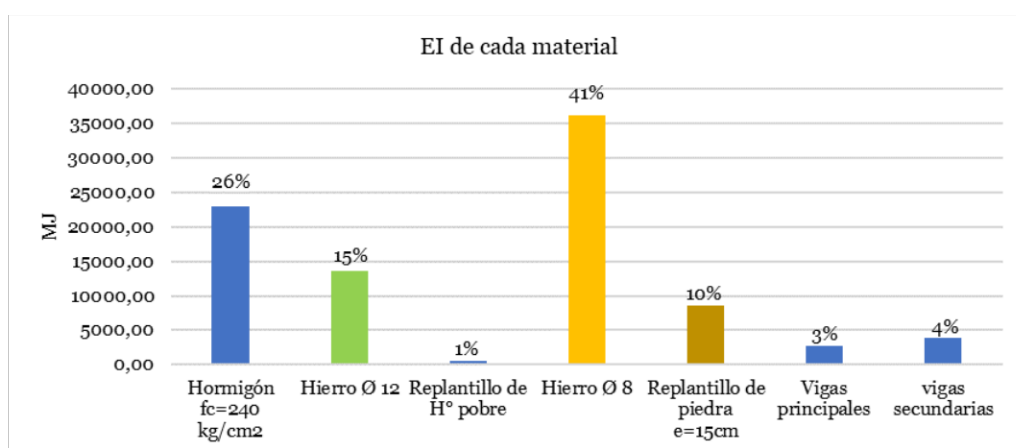


FIGURA 4.35: Energía incorporada total por cada material en la estructura.
Fuente: Elaboración Propia

Los materiales de construcción con más EI en esta construcción son: Hierro de 8mm con el 41 %, hormigón $f_c=240$ kg/cm² con el 26 %, hierro de 12mm con el 15 %, replanteo de piedra con un 10 %, las vigas principales y secundarias de madera con el 4 y 3 % respectivamente, finalmente el replanteo de hormigón pobre con el 1 % (ver figura 4.36).

Envolvente

En la figura 4.36, el elemento con más porcentaje de relevancia dentro de los elementos de la envolvente es el ladrillo macizo en las paredes con el 49 %, seguido por el ladrillo macizo de la cubierta 40 %, en tercer lugar, aparecen las maderas con un 11 %.

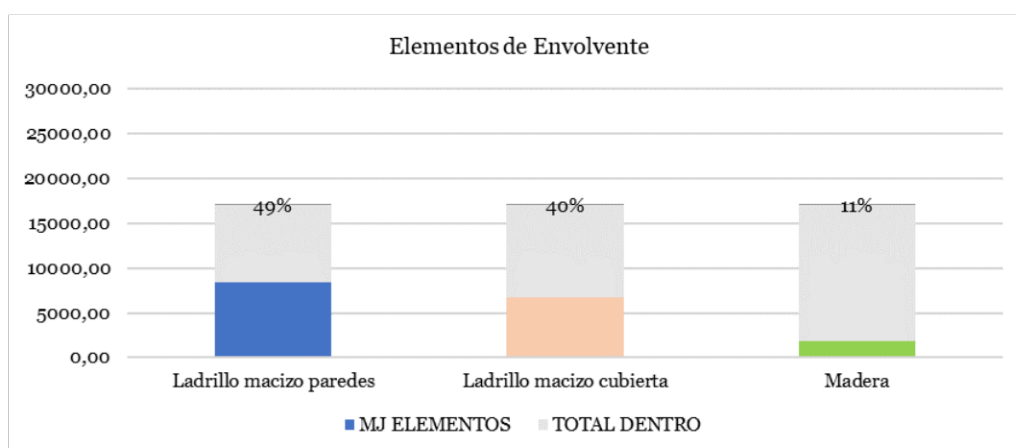


FIGURA 4.36: Elementos dentro de la componente
Fuente: Elaboración Propia

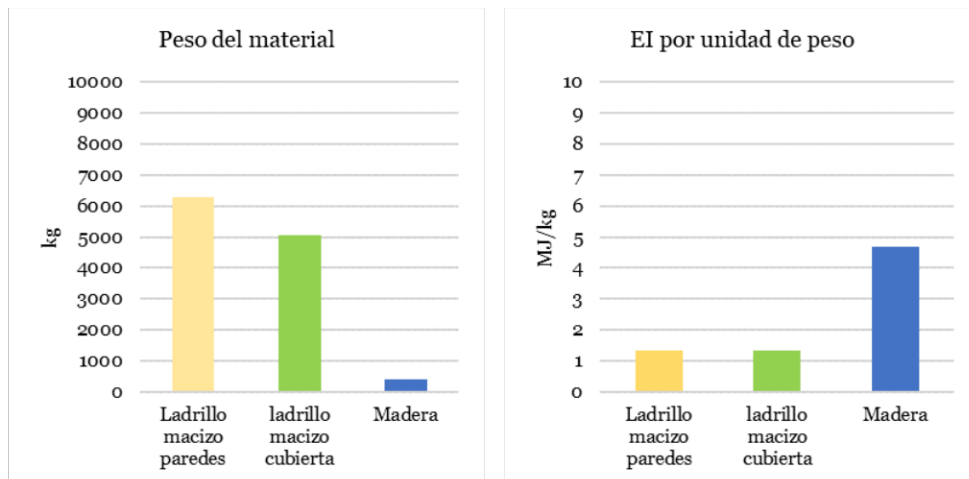


FIGURA 4.37: Peso del material y EI por unidad de peso.
Fuente: Elaboración Propia

El ladrillo es el material que tiene más incidencia dentro del peso del material. No obstante, en la EI los niveles de incidencia son los más bajos. El ladrillo macizo (cubierta) es la segunda más alta dentro de esta categoría. La madera por su peso es muy inferior en comparación con los demás elementos, pero en la EI es más alta frente a los dos tipos de ladrillo.

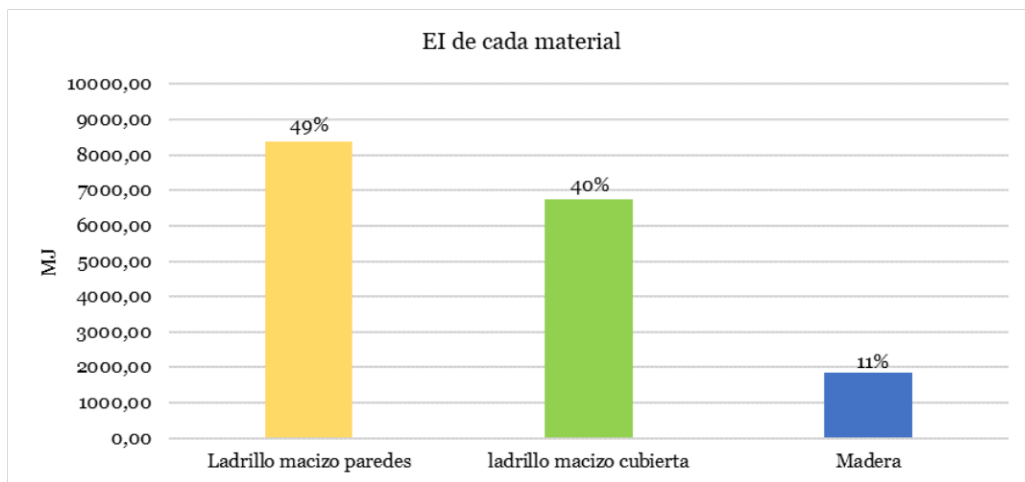


FIGURA 4.38: Energía incorporada final de la envolvente.
Fuente: Elaboración Propia

En base a estos resultados, el ladrillo macizo en paredes tiene una EI del 49 % frente a los otros materiales dentro de la componente de envolvente. El ladrillo macizo de cubierta ocupa el segundo lugar con un 40 % y la madera tiene una incidencia del 11 %. Es necesario recalcar el volumen del ladrillo en una comparación con la madera, este último es un inferior.

Acabados

En la última componente el elemento con mayor incidencia son las puertas de acceso de aluminio y vidrio con un 50%. Las puertas de madera son el siguiente elemento con mayor EI en esta edificación con un 37%, se encuentra principalmente en los accesos a los diferentes espacios de la vivienda. El hormigón pulido ocupa el tercer lugar con un 12% y se encuentra principalmente en el piso de la edificación (ver figura 4.39).

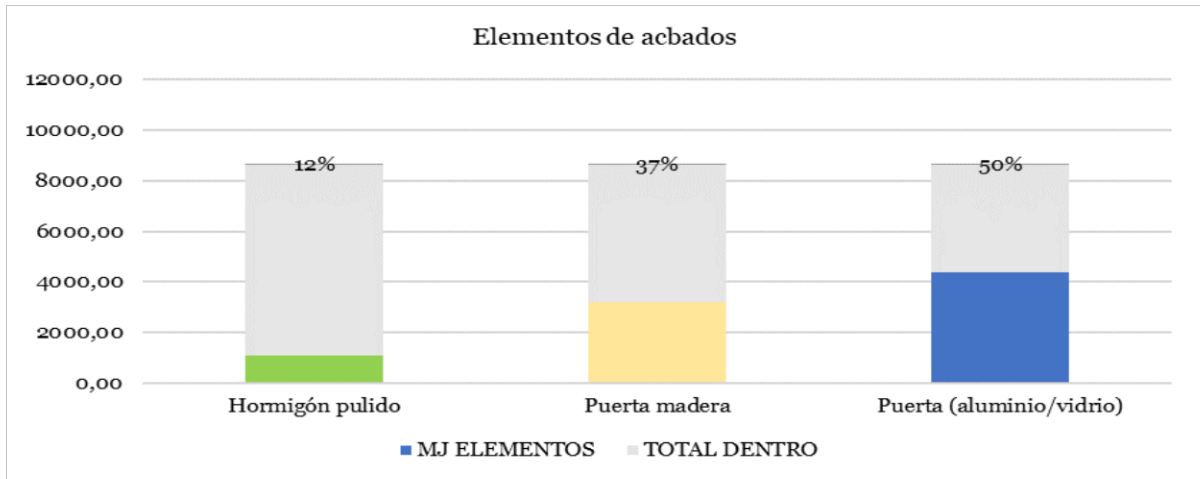


FIGURA 4.39: Elementos de los acabados y el porcentaje de incidencia dentro de la edificación. Fuente: Elaboración Propia

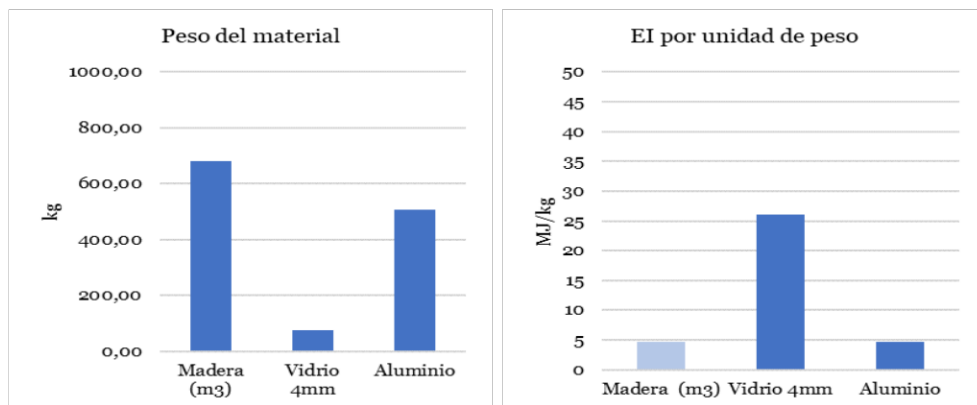


FIGURA 4.40: a) Peso del material y b) EI por unidad de peso dentro de los acabados. Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4.40, de acuerdo al peso del material, la madera tiene la incidencia más alta dentro de esta categoría. En contraste, el valor de este mismo elemento dentro de la energía incorporada por unidad de peso es similar al aluminio. El vidrio por su peso es muy inferior, es casi nulo en comparación con los otros componentes, pero en la EI es el principal factor en cuanto a contaminación.

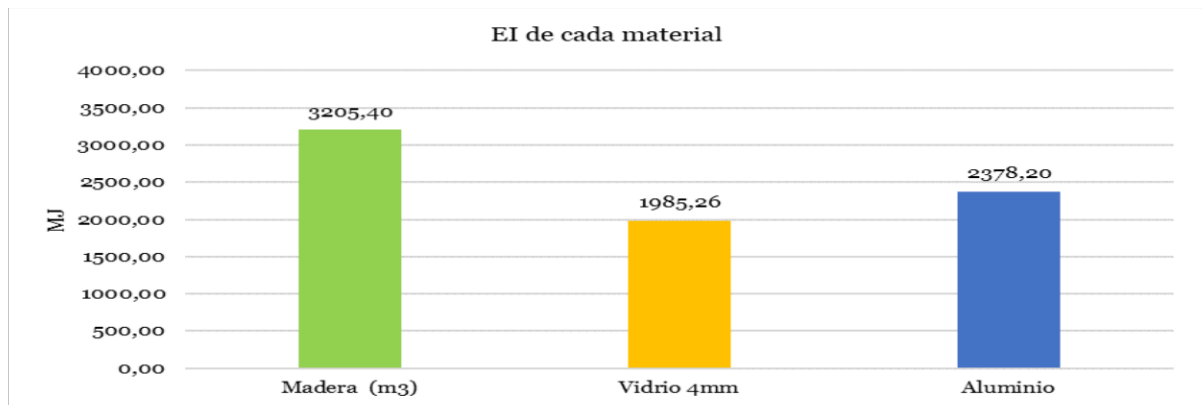


FIGURA 4.41: Energía incorporada final de la envolvente.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4.41, el elemento con más porcentaje de relevancia en los elementos de acabados es la madera con 3205.40 MJ/Kg, seguido por el aluminio con 2378.20 MJ/Kg y finalmente el vidrio con 1985.26 MJ/Kg.

Como resultado de los cálculos de energía incorporada en todos los componentes dentro de esta edificación, se obtuvo como resultado que la energía consumida en esta construcción fue de aproximadamente 16 años (ver Anexo 5).

Análisis comparativo de los casos de estudio P1-P2-P3-P4 y el C.I.C del cantón Yacuambi

El Centro de Interpretación Cultural del Cantón Yacuambi luego del análisis realizado, muestra resultados positivos en cuanto a la Energía Incorporada que se necesitará en todo el proyecto. En todos los periodos de análisis las componentes tuvieron muchas variaciones, generalmente mientras más se acercan a la modernidad la EI de cada edificación ha aumentado de manera acelerada, es por ellos que se ha planteado la idea de crear un proyecto que ayude a reducir el impacto ambiental causado.

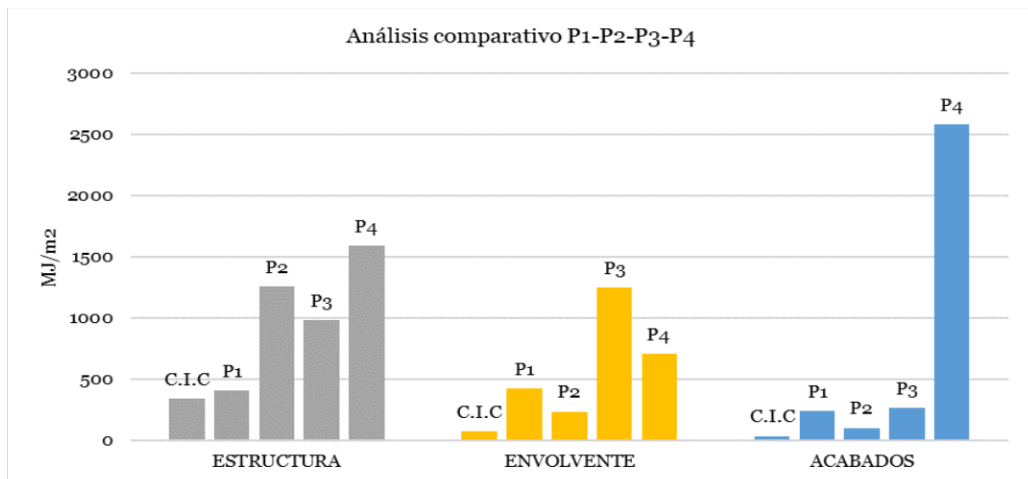


FIGURA 4.42: Análisis comparativo general de las edificaciones en los periodos: P1-P2-P3-P4 y el C.I.C del cantón Yacuambi.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, la propuesta que se plantea muestra una significativa reducción de Energía Incorporada, en la estructura tiene una incidencia casi similar a la Casa Montaña del periodo 1, la envolvente muestra una muy marcada diferencia frente a los cuatro periodos analizados (ver figura 4.42), y los acabados presentan los índices de EI más bajos de toda la componente, entre los factores principales es porque se ha tratado de minimizar al máximo la ultimación de materiales para los acabados, estos se dan directamente con materiales naturales de la estructura.

Conclusiones

El consumo total de energía relacionada al campo de la construcción a nivel mundial aumenta en un promedio de 1,5 %/año, la mayor parte de energía es destinada a la calefacción, iluminación y ventilación dentro de las viviendas. A partir de este análisis se han podido extraer las siguientes conclusiones:

En respuesta al primer objetivo se ha podido determinar que, a nivel mundial que los países que más contaminan son China y Estados Unidos, estos dos países representan casi el 50 % de las emisiones de CO₂ que son emitidas a nivel mundial. Los materiales de construcción que generan un mayor impacto en la huella de carbono son el cemento y la madera procesada. Ante este panorama, se ha logrado identificar estrategias que contribuyan a contrarrestar la contaminación. Se ha considerado tomar criterios de confort térmico como la ventilación por convección y la selección de materiales con baja Energía Incorporada. Además, en este capítulo se ha podido rescatar que el Ecuador también ha sufrido la globalización de materiales sin ser correspondiente a las condiciones climáticas y a los materiales de cada región.

A través de los análisis de los sistemas constructivos de las últimas cuatro décadas, se ha concluido que la Energía Incorporada crece desde la década de los 90, estos se deben, al uso de materiales como el hierro, aluminio y alucubond a lo largo del periodo: 1980-2020. En el periodo 1 el porcentaje de MJ/m² está por debajo de los 500 megajulios por metro cuadrado, para el periodo 2 el valor promedio supera los 650 MJ/m², la utilización de hierro hace que este valor suba de manera significativa. El periodo 3 tiene un valor de EI que supera los 1200 MJ/m², el uso de hierro en la cubierta influyó en el aumento de este valor. Por último, en el periodo 4 (201-2020) el valor medio de MJ/m² es de 2000, el uso de materiales con alta Energía Incorporada en la fachada provocó que se aumente de manera drástica este valor. Efectivamente, se determinó que la Energía Incorporada aumentó hasta en un 300 % desde 1980 hasta el año 2020.

En base al análisis urbano, social y cultural se ha seleccionado el predio ubicado junto a la Av. de descongestionamiento. El análisis climático nos permitió definir las estrategias más importantes que son la ventilación y la protección solar provocado por la alta humedad del cantón y las temperaturas por arriba del confort térmico. El proyecto arquitectónico se ha generado a partir de repotenciar el usos del espacio público y la culturalidad del sector a través de una implantación que une dos puntos. El proyecto rescata características morfológicas importantes de la cultura Shuar. Las soluciones constructivas toman como base minimizar el impacto ambiental a través de sistemas vernaculares en combinación con tecnologías actuales como el uso del metal en cantidades mínimas.

Los aspectos más importantes que se han considerado para el proyecto fueron dos: el

confort térmico y los materiales de construcción con baja Energía Incorporada. En definitiva, se propone un proyecto que brinde una solución al desconfort térmico provocado por el exceso de calor en la Amazonía, el sistema constructivo típico del pueblo Shuar permite lograr un ambiente interior confortable a través del efecto de corriente de evitando el uso de sistemas de refrigeración dentro del proyecto. Además, los materiales de construcción seleccionados fueron tres: madera, ladrillo artesanal y el hormigón pulido que permitieron obtener una EI final de 462 MJ/m² en la propuesta. Es importante recalcar que se puede disminuir hasta en un 80 % el nivel de contaminación en comparación con las construcciones de estos últimos años.

Recomendaciones

Los materiales de construcción que actualmente se encuentran con mayor demanda son los que generan el mayor impacto ambiental y por consecuencia son los mayores contribuyentes a la huella de carbono. El alucubond es un material que posee una EI de 450 MJ/Kg, es decir, la cantidad de emisión de CO₂ es estratosféricamente grande en comparación con otro tipo de materiales de origen natural por lo tanto no se recomienda utilizar en la construcción.

Es necesario incentivar a los constructores a la utilización de materiales de construcción del entorno, se deben incorporar criterios de sostenibilidad y eficiencia energética. El ladrillo es un material que presenta muchas bondades en cuanto a su utilización, además posee una Energía Incorporada de 1.33 MJ/Kg, Por lo tanto, sería un gran aporte para reducir el impacto ambiental.

Este estudio también se podría generar en viviendas residenciales dentro de esta región, de esta manera se generaría un aporte a la demanda de vivienda que existe no solo en la región amazónica si no a nivel de la nación. Se puede incluir otros bloques temáticos que complementen al presente trabajo de investigación como la búsqueda de generar energía limpia a través de recursos naturales sin generar un impacto ambiental.

Referencias

- Acosta, M. E. (2009). *Políticas de vivienda en Ecuador desde la década de los 70: análisis, balance y aprendizajes* (Tesis de Master no publicada). Quito: FLACSO sede Ecuador.
- Acosta, O. J. P., Delgadillo, L. A., y Montero, F. O. T. (2019). El impacto de las microfinanzas como estrategia dirigida a la población base de la pirámide (PBP) de la ciudad de Ibagué. *Revista Gestión y Finanzas*, 2(4).
- Ansaldi, W., y Giordano, V. (2012). *América Latina. La construcción del orden* (Vol. 2). Ariel Argentina.
- Arcos, I., y Alonso, L. (2020). Centro Cultural Multidisciplinario: Complejo Yanuyacu. (Publisher: Universidad Internacional SEK)
- Armani, J. (2005). VIDET: una herramienta de creación visual para sitios web adaptables a la medida de los profesores que no son programadores. *Revista de tecnología educativa y sociedad*, 8 (3), 36–52.
- Baquero, M. T., y Quezada, F. (2016, diciembre). Eficiencia energética en el sector residencial de la Ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 7(2), 147–165. Descargado 2022-07-07, de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1065> (Number: 2) doi: 10.18537/mskn.07.02.11
- Barragán, A., y Terrados, J. (2017). Sustainable cities: An analysis of the contribution made by renewable energy under the umbrella of urban metabolism. *Urban Regeneration & Sustainability; WIT Press: Southampton, UK*, 60.
- Beltrán, A. P. R. (2013). La habitabilidad en la vivienda social en Ecuador a partir de la visión de la complejidad: elaboración de un sistema de análisis. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*.
- Berrezueta Guamán, N. L. (2019). Diseño interior a partir de la iconografía Shuar. Descargado 2022-06-12, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9084> (Accepted: 2019-06-27T15:36:21Z Publisher: Universidad del Azuay)
- Blender, M. (2015). *Confort Térmico Archives*. Descargado 2022-06-03, de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/category/confort-termico/>
- Bohorquez, E., Gomez, G., y Londoño, R. (2011). RECUPERACIÓN DE LA HISTORIA AMBIENTAL, VALORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA QUEBRADA SUAITOQUE (GUATEQUE–BOYACA). *Bio-grafía*, 270–283.
- Bolaños-Silva, T., Ruiz-Solano, J. R., Farfán-Sopó, M. P., González-Vallejo, J. D., y Ruiz-Triana, V. D. (2019). Propuesta de diseño de alojamientos rurales indígenas en la comunidad Nasa-Páez en Toribío, Cauca. Turismo y cultura en el posacuerdo. *CS*(28), 229–257. (Publisher: Universidad Icesi)
- Braga, M. B. (2011). Juan Bautista Alberdi: o Pensamento Político e Econômico de um Liberal Latino-Americano no Século XIX. *Brazilian Journal of Latin American Studies*, 10(18), 19–37.
- Cabrera, A., y Soria, P. (2014). *Vulnerability of bamboo housing to climate change in the Coast of Ecuador*. Quito: INBAR. <https://sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com/>.
- Cabrera Jara, N. E., Orellana Vintimilla, D. A., Hermida Palacios, M. A., y Osorio Guerrero, P. E. (2016, julio). Evaluando la sustentabilidad de la densifi-

- cación urbana. Indicadores y su dimensión espacial en el caso de Cuenca (Ecuador). *Bitácora Urbano Territorial*, 25(2), 21. Descargado 2022-07-07, de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/49014> doi: 10.15446/bitacora.v2n25.49014
- Castells, E. (2012). *Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad* [Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad]. Descargado 2022-07-07, de <https://www.editdiazdesantos.com/libros/elias-castells-xavier-energia-agua-medioambiente-territorialidad-y-sostenibilidad-L27000090101.html>
- Castillo Cisneros, M. D. C. (2016, diciembre). Multiculturalismo e interculturalidad en América Latina, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México. *Comparative Cultural Studies - European and Latin American Perspectives*, 89–91 Pages. Descargado 2022-07-07, de <https://oajournals.fupress.net/index.php/ccselap/article/view/8084> (Artwork Size: 89-91 Pages Publisher: Comparative Cultural Studies - European and Latin American Perspectives) doi: 10.13128/CCSELAP-20072
- Castro, V., Tintaya, P., y others. (2017). *Chakana: método de enseñanza alternativo en la carrera de ingeniería agronómica de la Universidad Indígena Boliviana Aymara "Tupak Katari"* (PhD Thesis).
- CELEC EP, E. (2016). *Informe anual de energía. Gobierno Nacional de la República del Ecuador*.
- Concha Alban, M. C. (2007). Consultoría para la planeación en las actividades ambientales relacionadas con el sector energético colombiano: Informe final de actividades. (Publisher: Bogotá (Colombia):)
- CONELEC. (2010). Consejo Nacional de Electricidad. Atlas del Ecuador. Distrito Metropolitano de Quito-Ecuador. , 216.
- Conti, J., Holtberg, P., Diefenderfer, J., LaRose, A., Turnure, J., y Westfall, L. (2016). *International Energy Outlook 2016*. , 290.
- David Baena, M. A., y Quiroz, C. M. (2016). Instalación del sistema de alumbrado público autosostenible en zona de parqueaderos de la Institución Universitaria Pascual Bravo. (Publisher: Medellín, Colombia)
- Eras, A. A., y Barragán, E. A. (2013, enero). Mecanismos de Promoción y Financiación de las Energías Renovables en El Ecuador. *Revista Técnica .energía*, 9(1), 128–135 pp. Descargado 2022-06-03, de <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/142> (Number: 1) doi: 10.37116/revistaenergia.v9.n1.2013.142
- Fernandez, T., Fernandez, T., y Fernandez, E. (2004). *La Revolución Industrial*. Descargado 2022-06-03, de https://www.biografiasyvidas.com/historia/revolucion_industrial.htm
- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., DElia, M., y Paris, M. (2003). *Protección de la calidad del agua subterránea*. Banco Mundial.
- García, J. R., y Díaz, A. (2011). Sistemas lumínicos de luz natural de alta eficiencia aplicados en la arquitectura. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 6(10), 83–96.
- Gonzalez, N., y Javier, F. (2004). *ARQUITECTURA BIOCLIMATICA EN*

- UN ENTORNO SOSTENIBLE* | | Casa del Libro. Descargado 2022-07-08, de <https://www.casadellibro.com/libro-arquitectura-bioclimatica-en-un-entorno-sostenible/9788489150645/950918> (ISBN: 9788489150645)
- González Escobar, L. F. (2004). *Evolución histórica de la arquitectura en madera en el Chocó*. Barrio Taller. Descargado 2022-06-12, de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8412> (Accepted: 2019-06-24T17:30:10Z)
- Guzmán, S., y Iñiguez, M. (2016, noviembre). Metodología para elección de estabilizantes químicos para bloques de tierra. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 5(9), 151–159. Descargado 2022-07-08, de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/1033> (Number: 9) doi: 10.18537/est.v005.n009.12
- IEA, I. E. A. (2016). *Key World Energy Statistics 2016*. Descargado de https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/key_energ_stat-2016-en doi: https://doi.org/https://doi.org/10.1787/key_energ_stat-2016-en
- INAMHI. (2017). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. , 12.
- INEC. (2010). *Base de Datos-Censo de Población y Vivienda 2010*. Descargado 2022-06-12, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>
- INEC. (2017). *Informe de vivienda en el Ecuador. Gobierno Nacional de la República del Ecuador*.
- Jaramillo, J. (2018). Impacto del sector de la construcción en el Ecuador. *PERSPECTIVA*, 1, 1–1.
- Kabundi, A., y Nadal De Simone, F. (2011). France in the global economy: a structural approximate dynamic factor model analysis. *Empirical Economics*, 41(2), 311–342. (Publisher: Springer)
- Katan, T. E., Uwijint, S., Unkuch, K. T., y Pellizzaro, S. C. (1975). Respeto a los animales, Dios, Arutam. Descargado 2022-06-12, de <http://languages.flacso.edu.ec/handle/57000/199> (Accepted: 2018-01-22T07:27:52Z)
- Kaygusuz, K., Yükses, [U+FFFD], y Sari, A. (2007, abril). Renewable Energy Sources in the European Union: Markets and Capacity. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 2, 19–29. doi: 10.1080/15567240500400887
- Koroneos, C., y Dompros, A. (2007, mayo). Environmental assessment of brick production in Greece. *Building and Environment*, 42(5), 2114–2123. Descargado 2022-06-03, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132306000795> doi: 10.1016/j.buildenv.2006.03.006
- Lecca Díaz, G. K., y Prado Canahuire, L. A. (2019, abril). Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita - Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. Descargado 2022-07-08, de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625743> (Accepted: 2019-05-22T22:01:36Z Publisher: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)) doi: 10.19083/tesis/625743
- Lozano, S. (2017). GAD MUNICIPAL DEL CANTON YACUAMBI. , 323.
- Macias, J., Iturburu, L., Rodriguez, C., Agdas, D., Boero, A., y Soriano, G. (2017).

- Evaluación energética incorporada y operativa de diferentes métodos constructivos empleados en viviendas de interés social en Ecuador. *Energía y Edificios*, 151, 107–120.
- Martínez, J. A., Montoya, N., y Sierra, M. (2014, julio). The energy of the future: Bioalcohols from urban solid residuals (USR). *Revista EAN*(77), 64–81. Descargado 2022-06-03, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-81602014000200003&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Martínez Nari-Nua, G. H., y Pellizzaro, S. M. s. (2009). *Mitos Shuar. Tomo II Shakáim*. Descargado 2022-07-18, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21023> (Accepted: 2021-09-22T17:15:02Z)
- NEC. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS – Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Descargado 2022-06-03, de <https://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-se-ds/>
- Nicholls, C. I., y Altieri, M. A. (2019, marzo). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1), 55–61. Descargado 2022-06-03, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-42662019000100055&lng=en&nrm=iso&tlng=es (Publisher: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)
- Noboa Araujo, B. N. (2009). Adaptación de la casa de la comuna nacional Shuar para el alojamiento ecoturístico. Descargado 2022-06-12, de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/518> (Accepted: 2013-06-25T16:19:13Z Publisher: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato)
- ONU. (2008). *Asamblea General. Cumbre sobre el cambio climático. República Popular Democrática de Corea: Informe del Secretario General*.
- Ortega Zuñiga, M. L. (2017, mayo). Estudio de la eficiencia energética en el sector residencial ecuatoriano y definición de propuestas de mejora desde el ámbito normativo. Descargado 2022-07-08, de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/117089> (Accepted: 2018-05-10T11:27:24Z Publisher: Universitat Politècnica de Catalunya)
- Pedroza Pallares, Y. E., y Arena Paez, Y. X. (2019). *ANALISIS DE LA HUELLA DE CARBONO Y ALTERNATIVAS DE MITIGACION EN EL USO DE LOS MATERIALES MAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION* (Thesis). Descargado 2022-06-03, de <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/2113> (Accepted: 2020-10-20T01:08:39Z)
- Pohle, P., y Reinhardt, S. (2004). Indigenous knowledge of plants and their utilization among the Shuar of the lower tropical mountain forest in southern Ecuador. , 7, 17.
- Poma Vélez, J. E. (2008). Geología y geoquímica de suelos en el sector la hueca, provincia de Zamora Chinchipe. Descargado 2022-06-12, de <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/1500> (Accepted: 2012-01-18T15:51:16Z)
- Rivera Torres, J. C. (2012, diciembre). El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies*, 25(2), 164–181. Descargado 2022-07-08, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1657-97632012000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es (Pu-

- blisher: Pontificia Universidad Javeriana)
- Saavedra, F. E. (2014). *Historia del debate ambiental en la política mundial, 1945-1992: La perspectiva latinoamericana* (1.^a ed.). Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Santiago de Chile. Descargado 2022-06-03, de <https://www.jstor.org/stable/j.ctt14jxsfb>
- Salomon, K. R., y Silva Lora, E. E. (2009, septiembre). Estimate of the electric energy generating potential for different sources of biogas in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, 33(9), 1101–1107. Descargado 2022-06-03, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096195340900052X> doi: 10.1016/j.biombioe.2009.03.001
- Tello Jiménez, N. R. (2015). La cruz andina como motivo de representación. Descargado 2022-06-12, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4199> (Accepted: 2015-06-10T19:16:52Z Publisher: Quito: UCE)
- Timmer, H. (2003). *La chakana. De kosmos fluistert zijn namen.*
- Torres, A. (2020). El Impacto de los materiales en la arquitectura sostenible. La Energía incorporada en las viviendas de Cuenca. Cuenca-Ecuador.
- Torres Quezada, J., Avilés, A., Isalgue, A., y Pages-Ramon, A. (2022). La evolución de la Energía Incorporada en las edificaciones residenciales andinas. Metodología aplicada a Cuenca-Ecuador. *Energía y Edificación*, 111858. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111858>
- Valdez, F. (2010). La investigación arqueológica en el Ecuador: Reflexiones para un debate. *Revista del Patrimonio Cultural del Ecuador-INPC*, (2), 6-23. , 40.
- Yacuambi, P. (2015). *PDOT Yacuambi*. Descargado 2022-06-12, de <https://www.gadyacuambi.gob.ec/>
- Zhang, Y., Choudhary, R., y Soga, K. (2015, noviembre). Influence of GSHP system design parameters on the geothermal application capacity and electricity consumption at city-scale for Westminster, London. *Energy and Buildings*, 106, 3–12. Descargado 2022-06-03, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037877881530181X> doi: 10.1016/j.enbuild.2015.07.065

Anexo 1. Tabla de cálculo de energía incorporada de la Casa Montaña.

Anexo 2. Tabla de cálculo de energía incorporada de la Casa Seas

CÁLCULO DE EI PERÍODO AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1996	Sistema constructivo			Materiales		Peso		Energía incorporada						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Descripción	U	Cantidad	Kg/unidad	Kg	Mj/kg	Mj Materiales	MJ Elemento	MJ		
ESTRUCTURA	Zapata	m3	4,32	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	4,32	2400	10368,00	1,15	11923,2	21056,33			
				Hierro Ø 12	m	234	0,9	210,60	37,48	7893,288				
				Hierro Ø 14	m	0	0	0,00	35	0				
				Hierro Ø 16	m	0	0	0,00	35	0				
				Replantillo de H° pobre	m3	1,08	1400	1512	0,82	1239,84				
	Cadena Hormigón Armado	m3	2,55	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	2,55	2400	6130,56	1,15	7050,144	35187,24			
				Hierro Ø 12	m	494,1	0,9	444,69	37,48	16666,9812				
				Hierro Ø 8	m	784,7	0,39	306,033	37,48	11470,11684				
	Columna Hormigón Armado	m3	3,60	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	3,60	2400	8640	1,15	9936	28218,74			
				Hierro Ø 8	m	420,00	0,39	163,8	37,48	6139,224				
				Hierro Ø 12	m	360	0,9	324	37,48	12143,52				
	Losas de Entrepiso(x2)	m3	16,44	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	16,44	2400	39456	1,15	45374,4	174316,45			
				Hierro Ø 12	m	1549,68	0,9	1394,712	37,48	52273,80576				
				Hierro Ø 14	m	0	0	0	0	0				
				Hierro Ø 16	m	0	0	0	0	0				
	Vigas de Hormigón	m3	2,5544	Malla Electrosoldada	m2	1549,68	1,32	2045,5776	37,48	76668,24845	35950,60			
				Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	2,5544	2400	6130,56	1,15	7050,144				
				Hierro Ø 8	m	611	0,39	238,29	37,48	8931,1092				
				Hierro Ø 12	m	592	0,9	532,8	37,48	19969,344				
				Hierro Ø 14	m	0	0	0	0	0				
Losas Planta Baja	m3	4,14	Hierro Ø 16	m	0	0	0	0	0	17999,57				
			Malla Electrosoldada	m2	1,14	1,32	1,5048	35	52,668					
			Replantillo de piedra e=15cm	m3	12,42	1750	21735	0,3	6520,5					
GRADAS	m3	2,24	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	2,24	2400	5376	1,15	6182,4	7991,11				
			Hierro Ø 8	m	0	0	0	0	0					
			Hierro Ø 10	m	0	0	0	0	0					
			Hierro Ø 12	m	53,62	0,9	48,258	37,48	1808,70984					
CUBIERTA	m3	Estructura de madera	Viga madera seca 10x10cm	m3	0,24	550	132	18,39	2427,48	6170,73				
			Viga de madera seca 8x8cm	m3	0,21	550	115,5	18,39	2124,045					
			Tira de madera de 4x6cm	m3	0,16	550	88	18,4	1619,2					
MAMPOSTERÍA	m2	70,57	Ladrillo macizo	u	642	7,07	4539	3,74	16975,6	12801,25	62354,94			
			Bloque	u	2750	3,5	9625	1,33	12801,25	18420,1				
			Ladrillo macizo	u	2750	3,5	9625	1,33	12801,25	18420,1				
ACABADO DE CUBIERTA	m2	24,5	Lámina duratecho	m2	24,50	1,02	24,99	57,8	1444,422	1444,42				
VENTANAS	Unidad	9	Vidrio 4mm	m2	20,25	10,01	202,7025	26	5270,265	29689,21				
			Marco aluminio	ml	21,12	2,82	59,56	410	24418,944					
ACABADOS MUROS	m3	3,15	Enlucido	m3	3,15	Mortero 1:3	m3	2,27	2000	4540,00	1,1	4994	4994,00	
			Empaste	m2	0,28	Empaste	m2	0,29	1030	298,7	35	10454,5	10454,50	
			Pintura	m2		Pintura	gl	0,60	5,2	3,11896	20	62,3792	62,38	
			Cerámica Muro	m2	3,36	Cerámica	m2	3,36	14	47,05	2,5	117,6166667	733,62	
						Mortero 1:3	m3	0,28	2000	560	1,1	616		
PISOS	m2	1,44	Cerámica Piso Baño	m2	1,44	Mortero 1:3	m3	0,231	2000	462	1,1	508,2	558,60	
			Cerámica	m2	1,44	14	20,16	2,5	50,4					
			Caerámica Piso Ducha	m2	0,76	Mortero 1:3 (m3)	m3	0,23	2000	462	2,5	1155	1155,00	
PUERTAS	Unidad	10	Puerta madera	m3	0,76	550	418	4,7	1964,6	1964,60				
			Puertas (aluminio/vidrio)	Unidad	1	Aluminio	ml	5,1	2,82	14,382	410	5896,62		
PASAMANOS	m3	0,14	Hormigón	m3	0,14	2400	336	1,15	386,4	1398,36				
			Hierro	ml	30	0,9	27	37,48	1011,96					
CIELO RASO	m2	166,48	Hormigón	m2	0	8,2	0	35	0	0,00				
MOBILIARIO	m3	0,00	Madera	m2	0	0	0,00	0	0,000	0,00				

Anexo 3. Tabla de cálculo de energía incorporada de la Casa Morocho

CÁLCULO DE EI PERÍODO AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2008	Sistema constructivo		Materiales		Peso		Energía incorporada									
	Descripción	Unidad	Cantidad	Descripción	U	Cantidad	Kg/unidad	Kg	Mj/kg		Mj Materiales	MJ Elemento	MJ			
									Mj/kg	Mj						
ESTRUCTURA	Zapata	m3	1,80	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	1,80	2400	4320,00	0,6	2592	5943,60					
				Hierro Ø 12	m	90	0,9	81,00	35	2835						
				Hierro Ø 14	m	0	0	0,00	0	0						
				Hierro Ø 16	m	0	0	0,00	0	0						
				Replanteo de H° pobre	m3	0,45	1400	630	0,82	516,6						
	Cadena Hormigón Armado	m3	1,74	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	1,74	2400	4185,6	0,6	2511,36	19097,73					
				Hierro Ø 12	m	174	0,9	156,6	35	5481						
				Hierro Ø 8	m	813,58	0,39	317,2962	35	11105,367						
	Columna Hormigón Armado	m3	2,16	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	2,16	2400	5184	0,6	3110,4	14828,40					
				Hierro Ø 8	m	360,00	0,39	140,4	35	4914						
				Hierro Ø 12	m	216	0,9	194,4	35	6804						
				Hierro Ø 14	m	0	0	0	0	0						
	Losa de Entrepiso	m3	1,62	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	1,62	2400	3888	0,6	2332,8	11734,50					
				Hierro Ø 12	m	121	0,9	108,9	35	3811,5						
				Hierro Ø 14	m	0	0	0	0	0						
				Hierro Ø 16	m	0	0	0	0	0						
				Malla Electrosoldada	m2	121,00	1,32	159,72	35	5590,2						
	Vigas	m3	1,744	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	1,744	2400	4185,6	0,6	2511,36	33022,55					
				Hierro Ø 8	m	313,86	0,39	122,4054	35	4284,189						
				Hierro Ø 12	m	174	0,9	156,6	35	5481						
Vigas Madera 0,15*0,15				m3	2,05	550	1127,5	18,4	20746							
Hierro Ø 16				m	0	0	0	0	0							
Losa Planta Baja	m3	3,07	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	3,07	2400	7368	0,6	4420,8	9260,21						
			Malla Electrosoldada	m2	0,09	1,32	0,1188	35	4,158							
			Replanteo de piedra e=15cm	m3	9,21	1750	16117,5	0,3	4835,25							
GRADAS	Grada de Hormigón	m3	0,79	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	0,79	2400	1896	0,6	1137,6	2053,31					
				Hierro Ø 8	m	0	0	0	0	0						
				Hierro Ø 10	m	0	0	0	0	0						
				Hierro Ø 12	m	29,07	0,9	26,163	35	915,705						
CUBIERTA	Estructura de hierro	m3		Perfil tipo G de 80x2mm	m	84,41	2,77	233,8157	35	8183,5495	24904,06					
				Perfil tipo G de 60x2mm	m	244,32	1,95	476,424	35	16674,84						
				Ángulo de 3/4x2mm	m	0,75	1,74	1,305	35	45,675						
MAMPOSTERÍA	Ladrillo macizo	m2	70,57	Bloque	u	2212,5	8,2	18143	4	72570,0	72570,00					
				Bloque	u	2765,63	3,5	9679,705	1,33	12874,00765	12874,0					
ENVOLVENTE	ACABADO DE CUBIERTA	Lámina ondulada de acero (tipo teja)	m2	24,5	Lámina ondulada de acero (tipo teja)	m2	95,35	4,37	416,6795	57,8	24084,0751	24084,08	153934,25			
ACABADOS	VENTANAS	Aluminio / vidrio	Unidad	8	Vidrio 4mm	m2	30,13	7,5	225,975	26	5875,35	44406,17				
					Marco aluminio	ml	73,42	1,28	93,98	410	38530,816					
	ACABADOS MUROS	Enlucido	m3	3,15	Mortero 1:3	m3	0,64	2000	1280,00	0,6	768	768,00				
					Empaste	m3	3,54	Empaste	m2	3,54	103	364,62		35	12761,7	12761,70
					Pintura	m2	354	Pintura	gl	16,38	5,2	85,176		20	1703,52	1703,52
					Cerámica Muro	m2	3,36	Cerámica	m2	18,36	14	257,04		2,5	642,6	696,60
	PISOS	Cerámica sala	m2	63,63	Cerámica	m2	63,63	14	890,82	2,5	2227,05	2277,45				
					Cerámica	m2	1,44	14	20,16	2,5	50,4					
					Cerámica baño	m2	0,76	Mortero 1:3 (m3)	m3	0,05	2000	90		0,6	54	54,00
	PUERTAS	Puerta madera	Unidad	9	Madera (m3)	m3	0,76	550	418	18,4	7691,2	7691,20				
Puertas (aluminio/vidrio)					Unidad	1	Aluminio	ml	5,1	2,82	14,382	410		5896,62		
PASAMANOS	Hormigón	m3	0,75	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	0,75	2400	1800	0,6	1080	1080,00					
				Hierro	ml	0	Tubo redondo	ml	0	0			0	0		
CIELO RASO	Estuco	m2	166,48	Hormigón	m2	0	8,2	0	35	0						
MOBILIARIO	Closet	m3	0,00	Madera	m2	0	0	0,00	0	0,000						

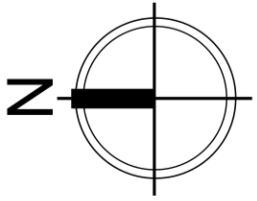
Anexo 4. Tabla de cálculo de energía incorporada de la Casa Poma

CÁLCULO DE EI PERÍODO AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2018	Sistema constructivo			Materiales		Peso		Energía incorporada							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Descripción	U	Cantidad	Kg/unidad	Kg	Mj/kg		MJ Elemento	MJ			
									Mj Materiales	MJ Elemento					
ESTRUCTURA	Zapata	m3	2,16	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	2,16	2400	5184,00	0,6	3110,4	6533,40				
				Hierro Ø 12	m	97,2	0,9	87,48	35	3061,8					
				Hierro Ø 14	m	0	1,2	0,00	35	0					
				Hierro Ø 16	m	0	1,58	0,00	35	0					
				Replanteo de H° pobre	m3	0,43	1400	602	0,6	361,2					
	Cadena Hormigón Armado	m3	4,73	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	4,73	2400	11347,2	0,6	6808,32	15537,39				
				Hierro Ø 12	m	157,6	0,9	141,84	35	4964,4					
				Hierro Ø 8	m	275,8	0,39	107,562	35	3764,67					
	Columna Hormigón Armado	m3	11,76	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	11,76	2400	28224	0,6	16934,4	56641,20				
				Hierro Ø 8	m	1792,00	0,39	698,88	35	24460,8					
				Hierro Ø 12	m	484	0,9	435,6	35	15246					
				Hierro Ø 14	m	0	1,2	0	35	0					
	Losa de Entrepiso(x3)	m3	18,21	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	18,21	2400	43704	0,6	26222,4	51430,28				
				Hierro Ø 12	m	800,25	0,9	720,225	35	25207,875					
				Hierro Ø 14	m	0	1,2	0	35	0					
				Hierro Ø 16	m	0	1,58	0	35	0					
				Malla Electrosoldada	m2	0,00	1,32	0	35	0					
	Vigas de Hormigón	m3	8,41	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	8,41	2400	20184	0,6	12110,4	72460,20				
				Hierro Ø 8	m	2402	0,39	936,78	35	32787,3					
				Hierro Ø 12	m	875	0,9	787,5	35	27562,5					
Hierro Ø 14				m	0	1,2	0	35	0						
Hierro Ø 16				m	0	1,58	0	35	0						
Losa Planta Baja	m3	4,43	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	4,43	2400	10632	0,6	6379,2	10260,02					
			Malla Electrosoldada	m2	1,33	1,32	1,7556	35	61,446						
			Replanteo de piedra e=15cm	m3	7,28	1750	12731,25	0,3	3819,375						
GRADAS	Grada de Hormigón	m3	1,7	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	1,70	2400	4080	0,6	2448	5427,90				
				Hierro Ø 8	m	0	0,39	0	35	0					
				Hierro Ø 10	m	0	0,61	0	35	0					
				Hierro Ø 12	m	94,6	0,9	85,14	35	2979,9					
CUBIERTA	Estructura de acero	m		Caja G 100 X 50 X 15 X 2	m	32,50	3,41	110,825	35	3878,875	13450,43				
				Correa 80 x 40 x 15 x 2	m	78,5	2,77	217,445	35	7610,575					
				Ángulo L 50 X 2	m	32,2	1,74	56,028	35	1960,98					
MAMPOSTERÍA	Ladrillo	m2	118,2	Ladrillo	u	4520	3,5	15820	1,33	21040,6	29488,60				
				Mortero 1:3	m3	2,64	2000	5280	1,6	8448					
ENVOLVENTE	ACABADO DE CUBIERTA	Lámina ondulada de acero (tipo teja)	m2	48,5	Lamina ondulada (tipo teja)	m2	48,5	4,37	211,945	57,8	12250,421	12250,42	103311,63		
	VENTANERÍA	Aluminio / vidrio	Unidad	47,35	Vidrio 4mm	m2	47,35	10,1	478,24	26	12434,11	61572,61			
ACABADOS	ACABADOS MUROS			Enlucido	m3	1,16	Mortero 1,3	m3	1,16	2000	2320	0,6	1392	1392,00	
				Empaste	m2	0,59	Empaste Sika	m3	0,59	1030	607,7	35	21269,5	21269,50	
				Pintura	m2		Pintura	gl	12,60	5,2	65,52	20	1310,40	1310,40	
				Alucubond	m2	0,2	Lámina de aluminio	m3	0,2	33,84	6,768	410	2774,88	2809,95	
	PISOS				Cerámica	m2	72,75	Cerámica	m2	72,75	13,2	960,3	2,5	2400,75	4584,75
					Mortero 1:3 (m3)	m3	1,82	2000	3640	0,6	2184				
					Piso flotante	m3	0,37	Piso flotante	m3	0,37	650	240,5	40	9620	9620,00
	PUERTAS				Madera	Unidad	6	Madera Natural	m3	0,057	550	31,35	4,7	147,345	147,35
					Hierro	Unidad	1	Hierro	m2	4,75	0,42	1,995	35	69,825	
	PASAMANOS	NO	m	0,00	bloque		0	0	0	0	0	0,00			
CIELO RASO	PVC	m2	48,50	PVC	m2	22,5	42,5	956,25	349	333731,250	333731,25				
MOBILIARIO	Clóset	m3	0,00	Madera	m3	0	550	0,00	4,7	0,000	0,00				
	Cocina	m3	0,00	Madera	m3	0	550	0,00	4,7	0,000	0,00				

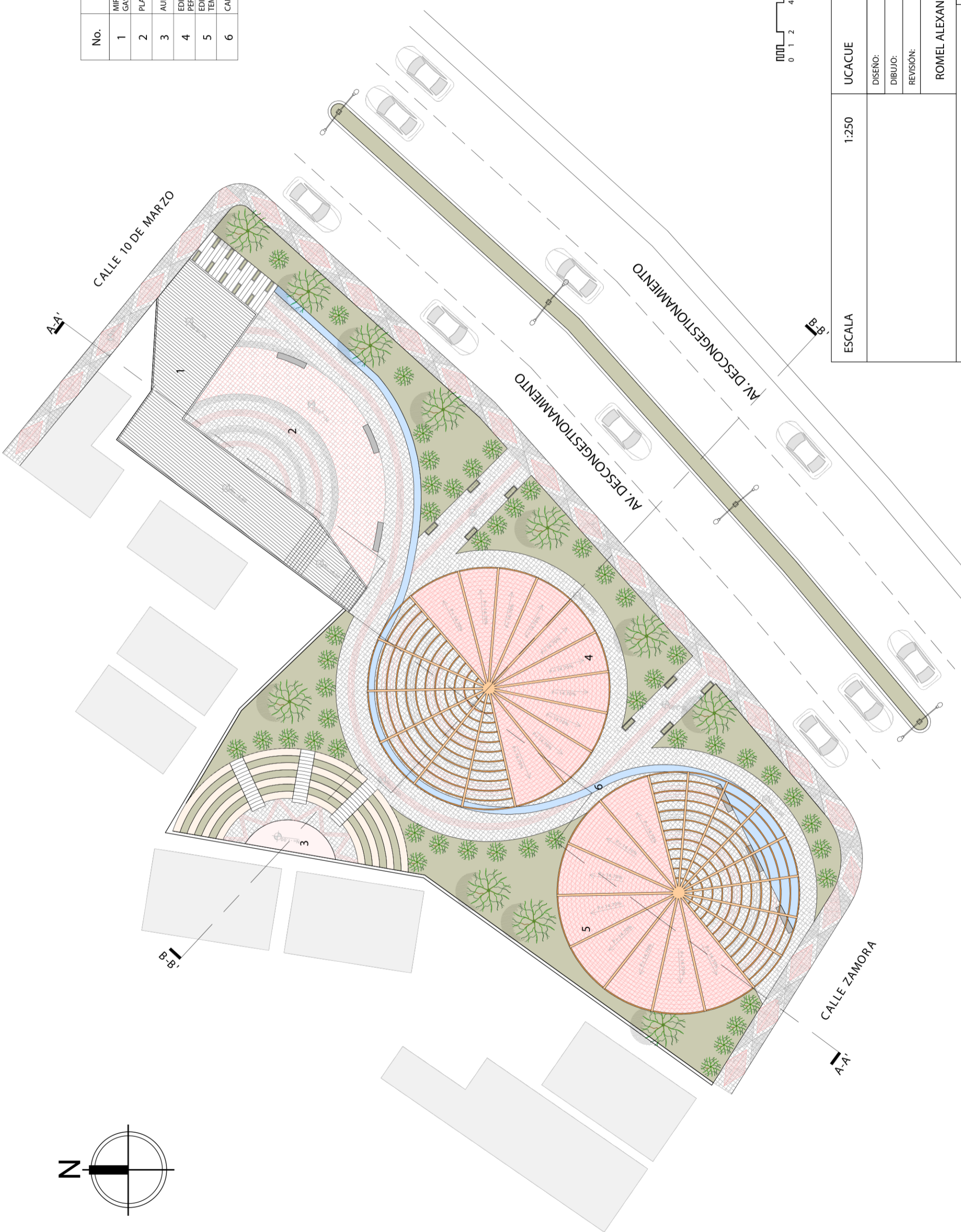
**Anexo 5. Tabla de cálculo de energía incorporada del
Centro de Interpretación Cultural del cantón
Yacuambi**

CÁLCULO DE EI PERÍODO AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2008	Sistema constructivo		Materiales			Peso		Energía incorporada				
	Descripción	Unidad	Cantidad	Descripción	U	Cantidad	Kg/unidad	Kg	Mj/kg	Mj Materiales	MJ Elemento	MJ
ESTRUCTURA	ESTRUCTURA	Zapata	m3	2,40	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	2,40	2400	5760,00	0,6	3456	9672,00
					Hierro Ø 12	m	180	0,9	162,00	35	5670	
					NO	m	0	0	0,00	0	0	
					NO	m	0	0	0,00	0	0	
		Replanteo de H° pobre	m3	0,65	1400	910	0,6	546				
		Cadena Hormigón Armado	m3	3,88	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	3,88	2400	9312	0,6	5587,2	21537,75
					Hierro Ø 12	m	252	0,9	226,8	35	7938	
					Hierro Ø 8	m	587	0,39	228,93	35	8012,55	
		Columna madera	m3	3,86	Madera	m3	3,86	550	2123	4,7	9978,1	10818,10
					Acero	m3	0,01	2400	24	35	840	
					-	m	0	0	0	0	0	
		Losa de Entrepiso	m3	0,00	-	m	0	0	0	0	0	0,00
	-				m3	0,00	0	0	0	0		
	-				m	0	0	0	0	0		
	-				m	0	0	0	0	0		
	Vigas madera	m3	1,16	vigas principales	m3	1,16	550	638	4,7	2998,6	6669,30	
				vigas secundarias	m	1,42	550	781	4,7	3670,7		
				-	m	0	0	0	0	0		
				-	m3	0	0	0	0	0		
				-	m	0	0	0	0	0		
	Losa Planta Baja	m3	8,50	Hormigón fc=240 kg/cm2	m3	8,50	2400	20400	0,6	12240	20904,81	
				Malla Electrosoldada	m2	0,05	1,32	0,066	35	2,31		
				Replanteo de piedra e=15cm	m3	16,50	1750	28875	0,3	8662,5		
	GRADAS	m3	0	-	m3	0,00	0	0	0	0	0,00	
				-	m	0	0	0	0	0		
-				m	0	0	0	0	0			
-				m	0	0	0	0	0			
CUBIERTA	m3	2,56	Vigas principales	m	1,03	550	566,5	4,7	2662,55	6617,60		
			vigas secundarias	m	1,53	550	841,5	4,7	3955,05			
			-	m	0	0	0	0	0			
MAMPOSTERÍA	m2	150	NO	u	0	0	0	4	0,0	0,00		
			Ladrillo macizo	u	1800	3,5	6300	1,33	8379	8379,0		
ENVOLVENTE	m2	22,5	Ladrillo macizo cubierta	m2	1450,00	3,5	5075	1,33	6749,75	6749,75	16989,95	
			Madera	m2	0,72	550	396	4,7	1861,2	1861,20		
ACABADOS MUROS	m3	0,00	-	m3	0	0	0,00	0	0	0,00		
			NO	m3	0,00	0	0	0	0	0,00		
			NO	m2	0	0,00	0	0	0	0,00		
			NO	m2	3,36	0,00	0	0,00	0	0	0,00	
			-	m3	0	0	0	0	0	0		
ACABADOS	PISOS	m2	150,00	Hormigón pulido	m3	0,75	2400	1800	0,6	1080	1080,00	
				-	m2	0,00	0	0	0	0		
	NO	m2	0,00	0,00	0	0	0	0,00				
	PUERTAS	Unidad	6	Madera (m3)	m3	1,24	550	682	4,7	3205,4	3205,40	
Madera				m3	0,92	550	506	4,7	2378,2			
PASAMANOS	m3	0	-	-	0	0	0	0	0	0,00		
			NO	ml	0	0	0	0	0			
CIELO RASO	m2	0,00	-	-	0	0	0	0	0	0,00		
			NO	m2	0,00	0,00	0	0	0		0	
MOBILIARIO	m3	0,00	-	-	0	0	0,00	0	0,000	0,000		
			NO	m3	0,00	0,00	0	0	0,000			

Anexo 6. Emplazamiento del Centro de Interpretación Cultural del cantón Yacuambi

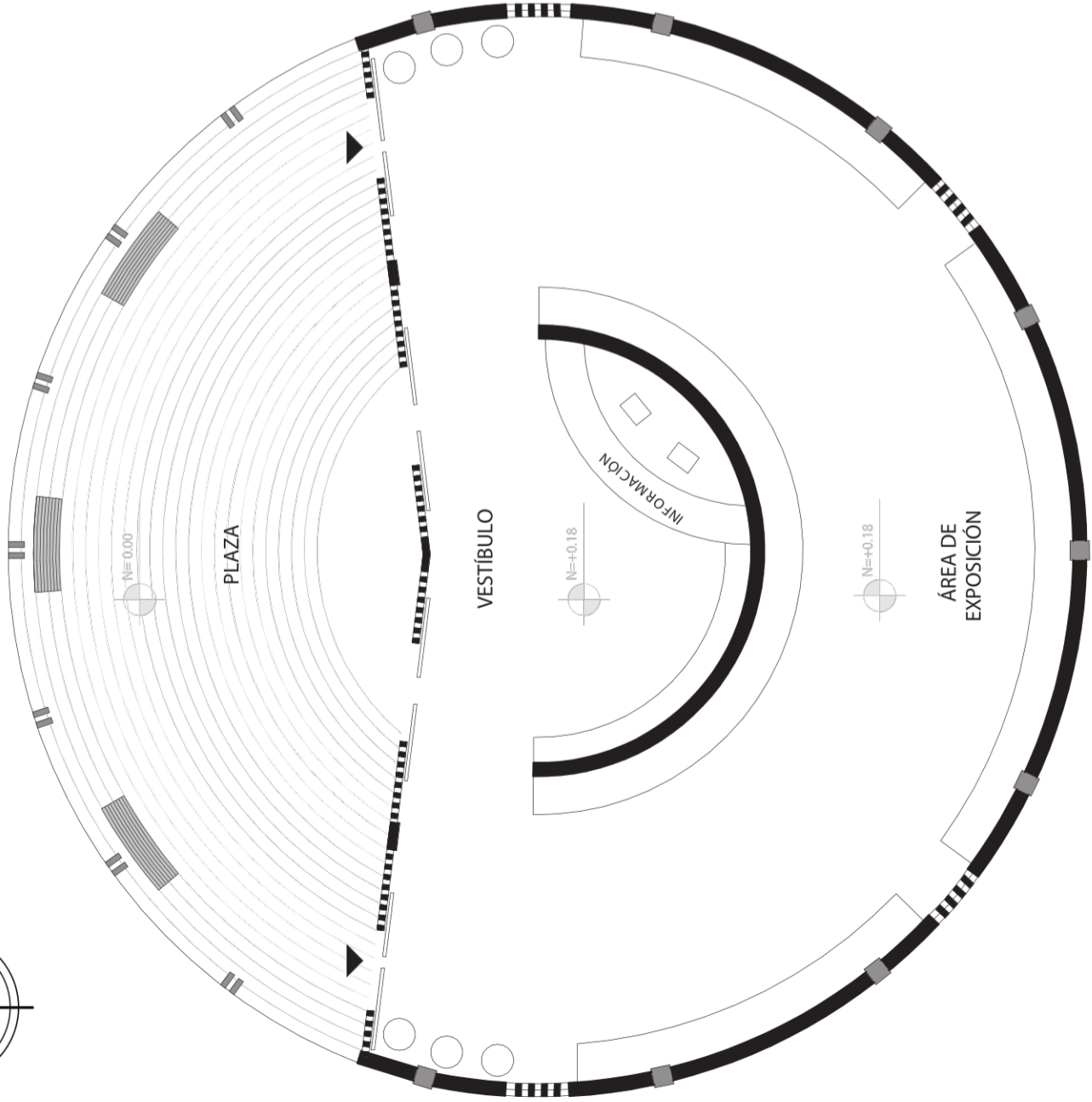
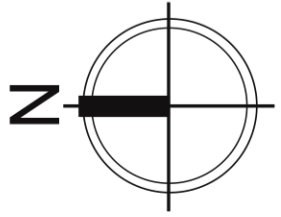


No.	LEYENDA
1	MIRADOR Y ÁREA DE EXPOSICIÓN GASTRONÓMICA
2	PLAZA PRINCIPAL
3	AUDITORIO AL AIRE LIBRE
4	EDIFICIO DE EXPOSICIONES PERMANENTES
5	EDIFICIO DE EXPOSICIONES TEMPORALES
6	CAMINO DE AGUA

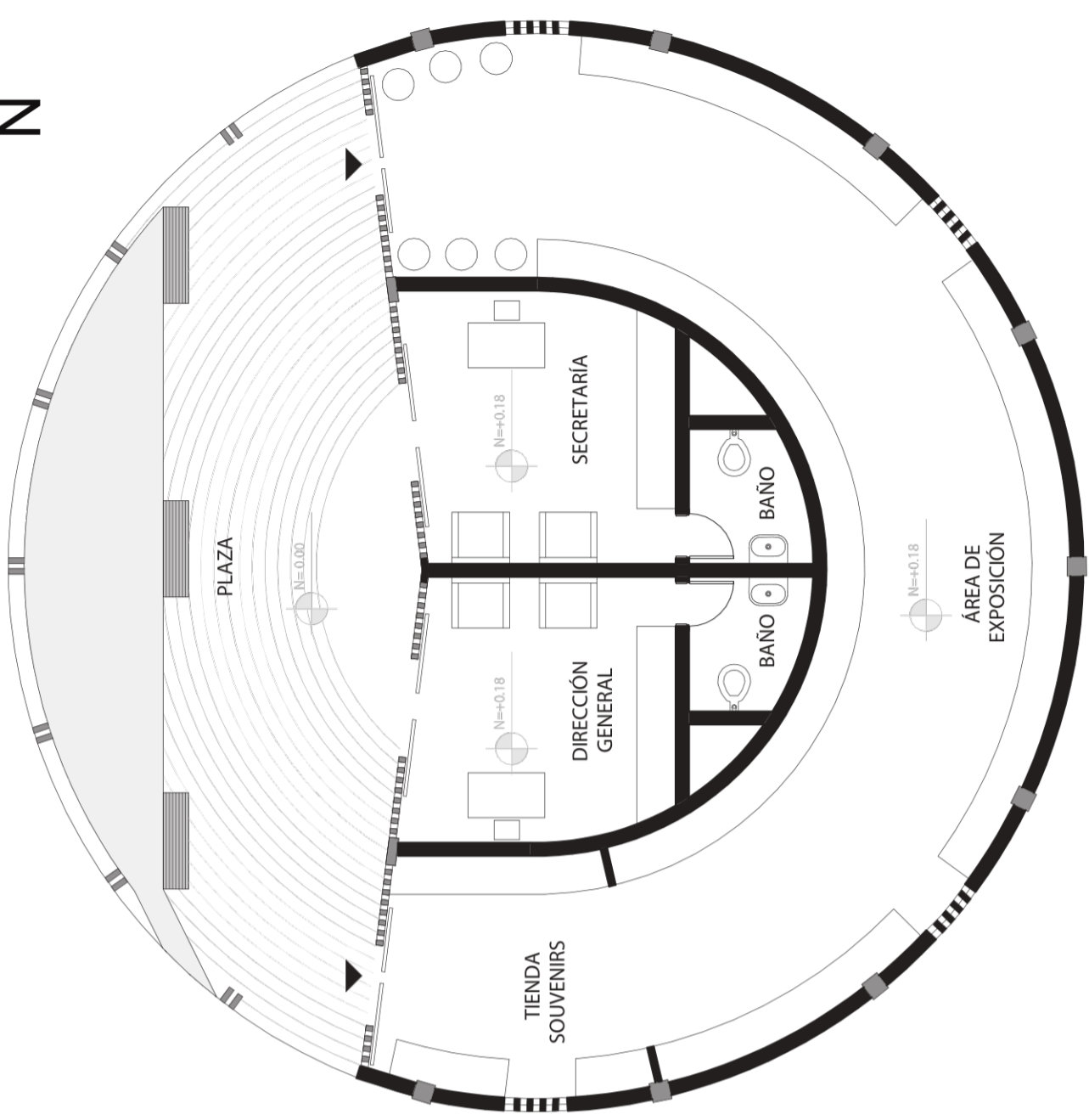
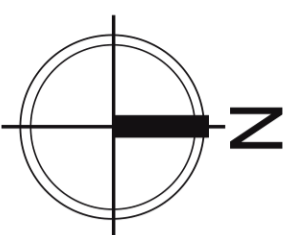


ESCALA	1:250	UCACUE	ARQUITECTURA
		DISÑO:	R.A.M.P
		DIBUJO:	R.A.M.P
		REVISIÓN:	ARO. JEFFERSON TORRES Q.
		ROMEL ALEXANDER MOROCHO PAQUI	
EMPLAZAMIENTO DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL DEL CANTÓN YACUAMBI		FECHA:	JUNIO 2022
		LÁMINA:	1/4

Anexo 7. Plantas arquitectónicas del Centro de Interpretación Cultural del cantón Yacuambi



PLANTA EXPOSICIÓN PERMANENTE



PLANTA EXPOSICIÓN TEMPORAL

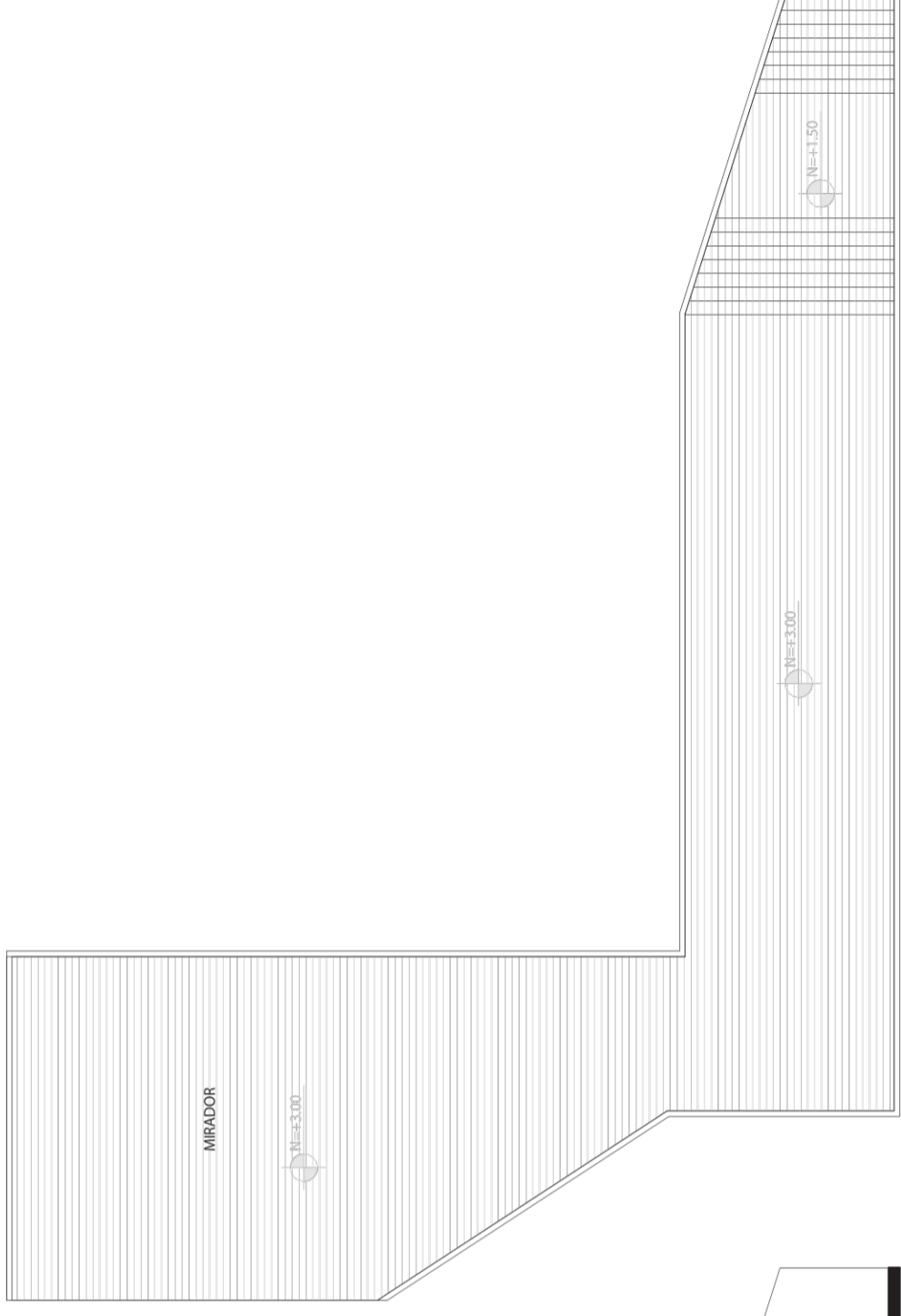


ESCALA	1:100	UCACUE	ARQUITECTURA
		DISÑO:	R.A.M.P
		DIBUJO:	R.A.M.P
		REVISIÓN:	ARQ. JEFFERSON TORRES Q.
ROMEL ALEXANDER MOROCHO PAQUI			
PLANTAS ARQUITECTÓNICAS DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL DEL CANTÓN YACUAMBI		FECHA:	JUNIO 2022
		LÁMINA	2/4

Anexo 8. Plantas arquitectónicas de la zona de exposición gastronómica y mirador



ÁREA DE EXPOSICIÓN GASTRONÓMICA

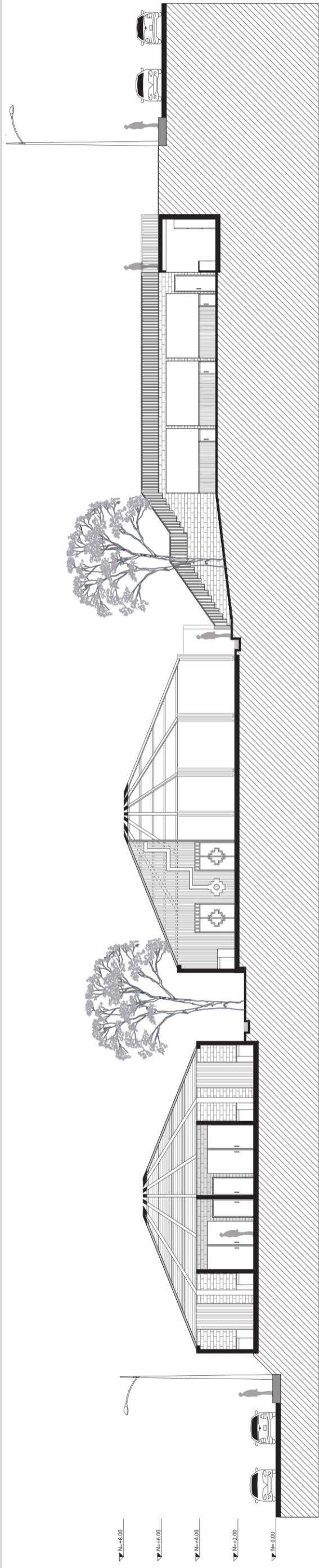


CUBIERTA MIRADOR

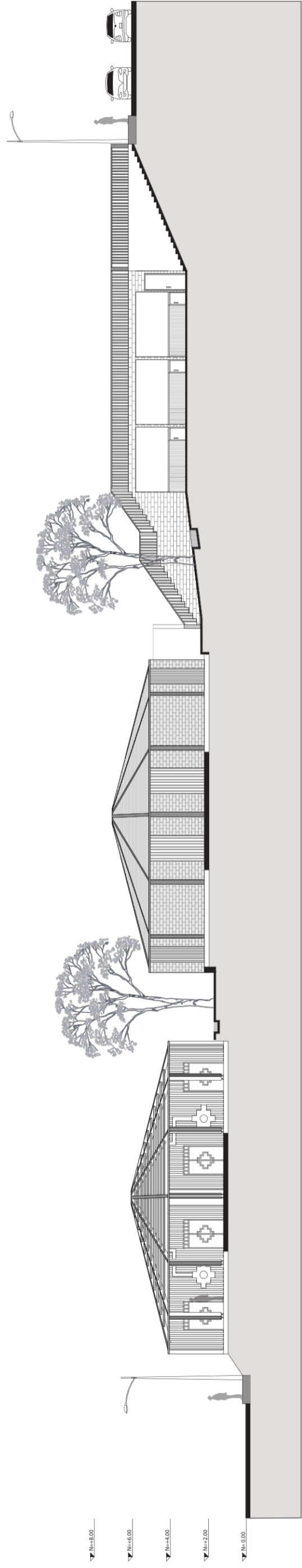


ESCALA	1:125	UCACUE	ARQUITECTURA
		DISÑO:	R.A.M.P
		DIBUJO:	R.A.M.P
		REVISIÓN:	ARQ. JEFFERSON TORRES Q.
		ROMEL ALEXANDER MOROCHO PAQUI	
PLANTAS ARQUITECTÓNICAS DEL LA ZONA DE EXPOSICIÓN GASTRONÓMICA Y MIRADOR			FECHA: JUNIO 2022
			LÁMINA 3/4

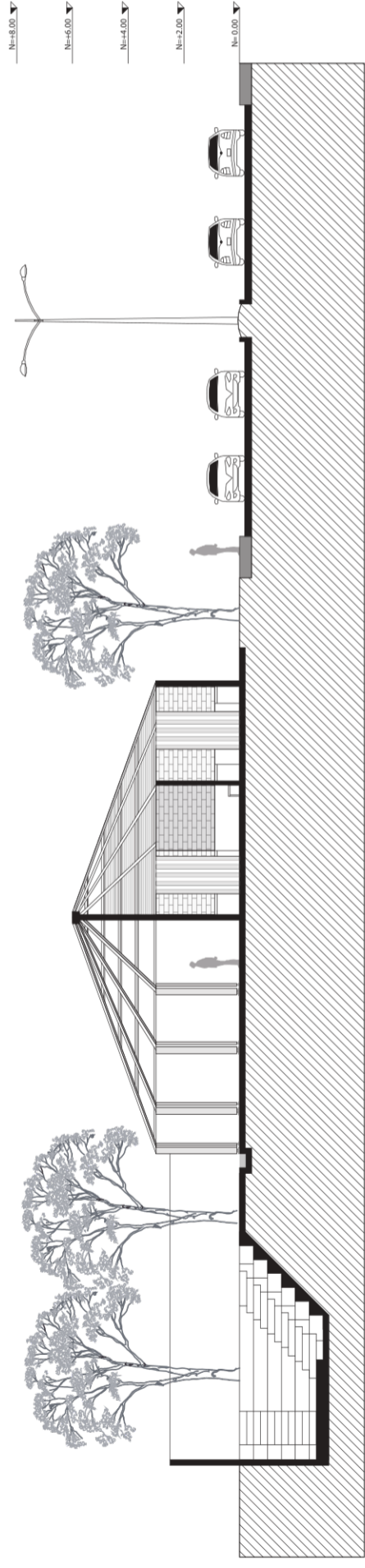
Anexo 9. Secciones constructivas y alzados del Centro de Interpretación Cultural del cantón Yacuambi



SECCIÓN LONGITUDINAL DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL



ALZADO ESTE DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CENTRO CULTURAL



ESCALA	1:125	UCACUE	ARQUITECTURA
		DISEÑO:	R.A.M.P
		DIBUJO:	R.A.M.P
		REVISIÓN:	ARQ. JEFFERSON TORRES Q.
		ROMEL ALEXANDER MOROCHO PAQUI	
SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y ALZADOS DEL CENTRO DE INTERPRETACIÓN CULTURAL DEL CANTÓN YACUAMBI			FECHA: JUNIO 2022
			LÁMINA
			4/4

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Romel Alexander Morocho Paqui portador de la cédula de ciudadanía N.º 1950032340. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “El impacto ambiental de los materiales de construcción en la Amazonía del Ecuador. Propuesta arquitectónica de un centro de interpretación cultural” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 01 de septiembre de 2022



F:
Romel Alexander Morocho Paqui
1950032340