

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Arquitectura para optar al grado y título de Maestría Profesional en Arquitectura y Construcción.

JUAN CARLO NARANJO ABARCA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2021

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



DEDICATORIA

Dedico el éxito alcanzado de este trabajo de quien recibí todas las fuerzas, la sabiduría y la inteligencia, al único y sabio Dios.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida, la oportunidad, la sabiduría, la inteligencia y la fortaleza por haber cumplido un anhelo más de mi corazón en mi carrera profesional y de vida.

A mis padres y familia por creer siempre en mí y a mi hijo Gabriel por ser el motivo de mis alegrías.

A mis profesores, por el ejemplo mostrado a través de toda mi carrera como estudiante y ahora como profesional, a ellos infinitas gracias por el conocimiento compartido y el apoyo durante todo este proceso.

Finalmente, al arquitecto Allan Granados y a todas y todos los colegas y compañeros de la maestría de Arquitectura y la Construcción de la Universidad de Costa Rica.



"Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Arquitectura de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Arquitectura y Construcción".



Mag. Arq. Dania Chavarria Nuñez
Representante del Decano Sistema de Estudios de Posgrado.



Dr. Arq. José Aquiles Villarreal Montoya.
Profesor Guía.



M.Sc. Arq. Jorge Francisco Loria Quesada.
Lector.



Mag. Arq. Carlos Azofeifa Ortiz.
Lector.



Mag. Arq. Roy Jiménez Céspedes
Representante de la Dirección del Programa de Posgrado en Arquitectura y Construcción.



Juan Carlo Naranjo Abarca.
Sustentante.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
HOJA DE APROBACIÓN	iv
TABLA DE CONTENIDOS	v
RESUMEN	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE ILUSTRACIONES	xv
LISTA DE DIAGRAMAS	xxiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO	3
1.1 Antecedentes y justificación	3
1.2 OBJETIVOS	8
1.2.1 Objetivo general	8
1.2.2 Objetivos específicos	8
1.3 ALCANCES	9
1.4 LIMITACIONES	10
CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL	13
2.1 Estudios de casos de edificios sostenibles	13
2.1.1 Torres Bolueta	14
2.1.2 Nest We Grow	19

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



2.1.3 Quito Publishing House.....	27
2.1.4 Centro de Cuido y Desarrollo de Nicoya.....	34
2.1.5 Edificio Consorcio Santiago.....	39
2.1.6 Certificaciones para edificios sostenibles.....	46
CAPÍTULO III: FACTORES SOSTENIBLES, TECNOLÓGICOS Y CONSTRUCTIVOS.....	48
3.1 Tecnología e innovación en la arquitectura y la construcción.....	48
3.1.1 Innovación en los herramientas y materiales de la arquitectura y construcción.....	48
3.1.2 Realidad Aumentada.....	49
3.1.3 ETFE.....	50
3.1.4 Impresión 3D.....	50
3.1.5 Madera Metálica.....	51
3.1.6 Modelados de Información de Construcción.....	53
3.1.7 Robots en construcción.....	54
3.2 Prospectiva.....	56
3.3.1 Megatendencias.....	57
3.3.2 Las megatendencias 2020.....	58
3.3.3 Rápida urbanización.....	58
3.4 Demografía creciente.....	60
3.5 Hiper globalización.....	61
3.6 Innovación acelerada.....	62
3.7 Cambio climático.....	64
CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO.....	69



4.1 Instrumentos de evaluación.	69
4.2 Etapa I: Análisis preliminar.	70
4.2.1 Construcción de un instrumento preliminar de evaluación.	70
4.3 Selección del estudio de caso aplicado:	76
4.4 Componentes:	77
4.4.1 Ámbito 1 Componente de sostenibilidad físico ambiental.	77
4.4.2 Ámbito 2 Componente de sostenibilidad socio cultural.	78
4.4.3 Ámbito 3 Componente de sostenibilidad económico financiero.	78
4.5 Calibración de los subcomponentes.	79
4.5.1 Componente 1: Sostenibilidad Físico Ambiental.	80
4.6 Subcomponente 1 Físico Ambiental.	82
4.6.1 Subcomponente 2 Socio Cultural.	83
4.6.2 Subcomponente 3 Económico Financiero.	84
4.7 Etapa II: Configuración de la Matriz Multicriterio preliminar.	86
4.8 Etapa III: Síntesis.	89
CAPÍTULO V: ESCENARIOS APLICADOS AL CASO DE ESTUDIO.	92
5.1 Proyecto: Casa de habitación.	94
5.1.2 Descripción de la Primera Planta.	94
5.1.3 Descripción de la Segunda Planta.	96
5.1.4 Proceso constructivo.	97
5.1.5 Materialidad.	97
5.2 El escenario actual.	98



5.2.1 Constructividad.....	98
5.2.2 Sostenibilidad.	99
5.3 Evaluación preliminar del proyecto.....	99
5.3.1 Estado del lote Inicial del proyecto.	100
5.3.2 Planta de Conjunto del proyecto y áreas.....	100
5.3.3 Proceso constructivo.....	101
5.4 ESCENARIOS PROPUESTOS.....	103
5.4.1 Características.....	104
5.4.2 E1 TRADICIONAL.....	105
5.4.3 E2 INNOVADOR.....	106
5.4.4 E3 EXÓGENO.....	107
5.4.5 E4 ENDÓGENO.....	108
5.4.6 Resumen de los Escenarios.....	109
5.5 FICHA TÉCNICA PREDICTIVA/ ESCENARIO SELECCION7ADO INNOVADOR.....	111
5.5.1 Implementación de la técnica.....	111
5.5.2 Ficha Técnica Predictiva / Pautas seleccionadas.....	112
5.6 Componentes analizadas del proyecto.....	113
5.6.1 Componente Físico Ambiental.....	113
5.6.2 Componente Socio Cultural.....	113
5.6.3 Componente Económico Financiero.....	113
5.7 Resultado del análisis:	113
5.8 PROPUESTA CONSTRUCTIVA.....	115



5.8.1 Planta Arquitectónica Primer Nivel +3.00 m	115
5.8.2 Planta Arquitectónica Segundo Nivel +0.00 m.	116
5.8.3 Fundaciones Planta modificada.....	117
5.8.4 Columnas Planta modificada.....	118
5.8.5 Sección Transversal modificada.....	119
5.9 Despiezado del Modelo.....	120
5.9.1 Modelado estructural propuesto.....	121
5.9.2 Sección Longitudinal F – F.....	122
5.9.3 Sistema de Entrepiso.....	123
5.9.4 Fachada Sur.....	124
5.9.5 Fachada Norte.....	125
5.10 Detalles de Paredes.....	126
5.11 Detalles Estructurales.....	127
5.12 Detalles Constructivos Propuestos.....	128
5.13 ANÁLISIS CLIMÁTICO.....	129
5.13.1 Análisis bioclimático de temperatura, humedad y vientos.....	129
5.13.2 Análisis bioclimático de Andrew Marsh.....	130
5.13.3 Análisis bioclimático / Térmicas, acústicas y de confort pasivo.....	131
5.13.4 Análisis bioclimático / Térmicas, acústicas y de confort pasivo.....	132
5.13.5 Análisis de luminancia y beneficios de la luz solar.....	133
5.14 Análisis de iluminancia.....	134
5.15 Análisis de control de vientos.....	135



5.16 ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	136
5.16.1 Uso de celdas fotovoltaicas.....	136
5.16.2 Detalle de fachadas verdes.....	137
5.16.3 Detalle de ventanas y paneles de vidrio.	138
5.16.4 Mejoras termoacústicas.....	138
5.16.5 Eficiencias energéticas.	139
5.16.6 Consumo y ahorro de agua.....	139
5.17 VISTAS COMPARATIVAS DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS.	140
5.17.1 Vistas previas a las modificaciones propuestas.	140
5.17.2 Vista lateral oeste:.....	141
5.17.3 Vista lateral norte:	142
5.17.4 Vista perspectiva:.....	143
5.17.5 Vistas perspectivas:	144
5.17.6 Fachada Sur después del tratamiento de fachadas:	145
5.18 RESULTADOS COMPARATIVOS.	146
5.18.1 Variables físico-ambientales analizadas.	146
5.18.2 Variables socioculturales analizadas.....	147
5.18.3 Variables económico-financieras analizadas.	148
5.19 Análisis de Resultados (Primera Evaluación sin implementación del escenario).....	149
5.20 Variables analizadas del proyecto finalmente.	150
5.20.1 Sostenibilidad Físico-Ambiental.....	150
5.20.2 Sostenibilidad Socio- Cultural.....	151



5.20.3 Sostenibilidad Económico – Financiero.....	152
5.21 Análisis de Resultados (Segunda Evaluación con implementación del escenario).....	153
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	155
6.4 CONSIDERACIONES FINALES.	157
6.5 PAUTAS Y RECOMENDACIONES.....	158
REFERENCIAS:	161
ANEXO I	165
GLOSARIO.	165
ANEXO II	168
MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE SOCIO- CULTURAL.	168
ANEXO III	169
MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE ECONÓMICO- FINANCIERO.	169
ANEXO IV	170
EVALUACIÓN MULTICRITERIO.	170
ANEXO V	177
DIAGRAMA METODOLÓGICO GENERAL	177
ANEXO VI	178
ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO.	178
ANEXO VII	179
CUADRO DE LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	179



RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como fin principal acercarse objetivamente, a algunos escenarios aplicados a un estudio de caso de una casa de habitación, de estos a su vez se desprenden pautas para la construcción sostenible de Costa Rica en los próximos 30 años.

Con el propósito de explorar el tema central de los escenarios, se analizan varios subtemas tales como megatendencias, demografía, sostenibilidad, innovación y tecnología. Se considera también la perspectiva de expertos en el tema de cambio climático.

A partir de esta amplia base de información, se busca recoger variables de influencia y junto con la planeación por escenarios, llevar a cabo una experimentación por medio de un ejemplo práctico, aplicado a una casa de habitación, que permita observar algunas situaciones futuras positivas y/o negativas, que sirvan para la toma de decisiones que

incluyan estrategias de diseño sostenibles a nivel material y constructivo en entornos de incertidumbre.

Finalmente, en las conclusiones de esta investigación, se brindan una serie de hallazgos en cuanto a la materialidad, la constructividad y la sostenibilidad de la casa de habitación utilizada como ejemplo.

Las sugerencias que se desprenden sirven de reflexión en el impacto socio cultural, físico ambiental y económico financiero, esto a su vez permite promover el uso de mejores prácticas sostenibles en la arquitectura y construcción de nuestro país, en el presente y las décadas venideras, haciendo uso de técnicas y tecnología mucho más avanzadas en dispositivos y materiales de construcción.



LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Primera Matriz preliminar de análisis. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 2: Segunda Matriz preliminar de análisis. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 3: Resumen de los valores obtenidos Nest We Grow. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 4: Versión preliminar Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 5: Tabla de resultados. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 6: Versión preliminar Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 7: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 8: Versión preliminar Componente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 9: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 10: Versión preliminar Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 11: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 12: Tabla de los valores obtenidos en la evaluación preliminar. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 13: Tabla de áreas del proyecto seleccionado. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Tabla 14: Resumen de los valores obtenidos Nest We Grow Kengo Kuma & Associates. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Tabla 15: Resumen de los valores obtenidos Casa de habitación Quesada Naranjo, Alajuela. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 16: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 17: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 18: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 19: Tabla de áreas del proyecto seleccionado. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 20: Resumen de los valores Físico- Ambientales. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 21: Resumen de los valores Socio- Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 22: Resumen de los valores Económico - Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 23: Rango de éxito obtenido preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 24: Resumen de los valores obtenidos finalmente Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 25: Versión preliminar Componente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 26: Versión preliminar Componente Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 27: Evaluación Multicriterio Sostenibilidad Económico-Financiera. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 28: Evaluación Multicriterio Sostenibilidad Físico -Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 29: Evaluación Multicriterio Sostenibilidad Sociocultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tabla 30. Cuadro de la metodología de la investigación. Fuente: Elaboración personal, 2021.



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estrategia Siglo XXI Conocimiento e innovación hacia el 2050 en Costa Rica. Fuente: Estado de la Nación, 2006.

Ilustración 2: Gráfico Número de obras y área 2011 – 2020 Fuente: INEC, 2006.

Ilustración 3: Estadísticas de la construcción 2020 en Costa Rica. Fuente: INEC, 2021.

Ilustración 4: Resumen de los colaboradores asociados al proyecto. Fuente: Torre Bolueta 361 Viviendas. VArquitectos, 2020.

Ilustración 5: Expediente preparatorio al proyecto. Fuente: <https://euskadi.eus/gobierno-vasco/contenidos>, 2020.

Ilustración 6: Certificado del Passive House Institute. Fuente: <https://construction21.org/case-studies/es>, 2020.

Ilustración 7: Resumen del crecimiento del proyecto a futuro. Fuente: Construcción 21, 2020.

Ilustración 8: Uso de materiales constructivos que favorecen el ahorro de energía. Fuente: Construcción 21, 2020.

Ilustración 9: Detalle de ventana para ahorro de energía. Fuente: Construcción 21, 2020.

Ilustración 10: Planta arquitectónica. Fuente: Construcción 21, 2020.

Ilustración 11: Foto del proyecto durante su construcción. Fuente: <https://bilbaoenconstruccion.com>, 2020.

Ilustración 12: Vista del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)



Ilustración 13: Vista interna de la estructura. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 14: Técnica constructiva utilizada en el proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 15: Marco estructural de madera del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>).

Ilustración 16: Análisis de factores climáticos del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 17: Uso de láminas de plástico en la fachada. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 18: Uso de los ámbitos del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 19: Cultivos utilizados en el proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 20: Vista en corte del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 21: Fachadas del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)



Ilustración 22: Cultivos utilizados en las fachadas del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 23: Quito Vista perspectiva. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 24: Análisis axonométrico del edificio. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 25: Fachada Guip Uzcoa y Fachada Mall Orca respectivamente. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 26: La máquina bioclimática. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 27: Uso del patio central como medida alternativa. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 28: Componentes de la fachada. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 29: Vista del paisaje del proyecto. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 30: Sistema de fachadas utilizadas en el proyecto. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 31: Concepto general del proyecto. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)



Ilustración 32: Vista interna del proyecto. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Ilustración 33: Modelo conceptual de funcionamiento del proyecto. Fuente: Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Ilustración 34: Vista interna del uso de tensores en el proyecto. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Ilustración 35: Figura del techo de lona y paneles retráctiles. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Ilustración 36: Imagen de uso de aleros en el edificio. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Ilustración 37: Figura de los paneles aire-permeables. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Ilustración 38: Vistas de algunos detalles constructivos. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Ilustración 39: Vista aérea de la curvatura del edificio. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

Ilustración 40: Vistas fachada curva. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)



Ilustración 41: Corte transversal del edificio. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

Ilustración 42: Detalle de la doble piel vegetal de las fachadas. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

Ilustración 43: Vista perspectiva de la fachada y su cubierta vegetal. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

Ilustración 44: La "madera metálica" vista a nivel molecular. Fuente: <https://innovation-hub.com>, 2020.

Ilustración 45: Vistas del The Shield por Diller Scofidio Renfro en New York 2019 Fuente: <http://plataformaarquitectura.cl>, 2020.

Ilustración 46: Impresora 3D de concreto. Fuente: <http://elespañol.com>, 2020.

Ilustración 47: Una capa de madera metálica sobre una base de plástico. <https://bbc.com/mundo/noticias>, 2020.

Ilustración 48: Pérdida de bosque primario entre 2002-2020. Fuente: <http://es.mongabay.com>, 2020.

Ilustración 49: La "madera metálica" vista a nivel molecular. Fuente: <https://bbc.com/mundo/noticias>, 2020.

Ilustración 50: Modelado colaborativo BIM. Fuente: Autodesk, 2020.

Ilustración 51: Modelado en NAVIS WORK. Fuente: <https://gopillarnews.com>, 2020.

Ilustración 52: HADRIAN robot albañil. Fuente: <https://planoyescala.com>, 2020.



Ilustración 53: Previsión de crecimiento de la población mundial. Fuente: Revisión de 2015 de la publicación World Prospects ONU, 2015.

Ilustración 54: Historia de los ciclos de innovación. Fuente: Charla Espacios y Dimensiones, 2021.

Ilustración 55: Vista aérea Park Royal Building de Singapur. Fuente: Google maps, 2019.

Ilustración 56: Proyecto tren eléctrico. Fuente: crhoy.com, 2021.

Ilustración 57: Comunidades como Boca San Carlos. Fuente: nación.com, 2021.

Ilustración 58: Vista interna del proyecto Nest We Grow. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 59: Vistas del proyecto seleccionado. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Ilustración 60: Vista externa del proyecto. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 61: Planta arquitectónica Primer Nivel. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 62: Planta arquitectónica Segundo Nivel. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 63: Construcción de los cimientos. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 64: Materiales utilizados actualmente en el proyecto. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 65: Vistas del lote antes de ser intervenido. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 66: Componentes del conjunto. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.



Ilustración 67: Construcción de cimientos y muro de retención. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 68: Construcción de paredes de primer y segundo nivel. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 69: Construcción de cubierta de techo y balcón. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 70: Líneas de fuerza y ejes temáticos de los escenarios. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 71: Explicación de los ejes temáticos de los escenarios. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 72: Descripción del eje E1 Tradicional. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 73: Descripción del eje E2 Innovador. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 74: Descripción del eje E3 Exógeno. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 75: Descripción del eje E4 Endógeno. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 76: Resumen de los Escenarios posibles propuestos. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 77: Características de los escenarios propuestos. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 78: Selección del escenario Innovador. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 79: Planta arquitectónica primer nivel modificada. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 80: Planta Arquitectónica del segundo Nivel con modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 81: Planta de cimientos con modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 82: Planta de la colocación de las columnas de madera. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Ilustración 83: Sección Transversal con modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 84: Nuevo modelado de la casa de habitación. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 85: Vista serial de la construcción del nuevo modelo estructural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 86: Sección Longitudinal F – F modificada. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 87: Planta de entresuelo modificada. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 88: Fachada sur con las nuevas modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 89: Fachada norte con las nuevas modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 90: Detalle de la estructura de paredes internas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 91: Algunos detalles propuestos para el proyecto. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 92: Detalles de los acoples metálicos utilizados en los detalles de madera. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 93: Resumen del análisis de temperatura, humedad y vientos. Fuente: El tiempo climático durante todo el año, 2020, (<https://es.weatherspark.com>)

Ilustración 94: Análisis bioclimático por medio del sitio web de Andrew Marsh. Fuente: Shading Box, 2020, (<http://andrewmarsh.com/software/shading-box-web>).

Ilustración 95: Análisis de soleamiento. Fuente: Shading Box, 2020, (<http://andrewmarsh.com/software/shading-box-web>)

Ilustración 96: Soleamiento y la época del año. Fuente: Shading Box, 2020, <http://andrewmarsh.com/software/shading-box-web>)



Ilustración 97: Análisis de Luminancia. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 98: Análisis de Iluminancia. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 99: Análisis de control de vientos. Fuente: Exposición magistral, 2020, Arq. Adrián Aguilar. MSc.

Ilustración 100: Propuesta de instalación de celdas fotovoltaicas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 101: Detalle de paredes verdes propuestas para el proyecto. Fuente: Materiales: Muros Verdes / Descontaminantes, Acústicos y Térmicos, 2014, (<https://www.plataformaarquitectura.cl>)

Ilustración 102: Detalle y características de los paneles doble capa. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 103: Funcionamiento del sistema de recolección de aguas pluviales en tanques. Fuente: EcoTank, 2020, (<https://lacasadeltanque.com/costa-rica>)

Ilustración 104: Vistas del proyecto originalmente. Fuente: Elaboración AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Ilustración 105: Vista lateral Oeste del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 106: Vista lateral Norte del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 107: Vista Perspectiva 1 del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Ilustración 108: Vista Perspectiva 2 del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Ilustración 109: Uso de paredes verdes en la fachada de la casa de habitación. Fuente: Elaboración personal, 2020.

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Diagrama de Fases I. Fuente: Elaboración propia, 2020.

Diagrama 2: Porcentaje de población en áreas urbanas y áreas rurales en Costa Rica. Fuente: DESA Population Division de la ONU, 2019.

Diagrama 3: Población urbana y rural en Costa Rica. Fuente: DESA Population Division de la ONU, 2019.

Diagrama 4: World Population Prospects 2019, Proyecciones de crecimiento de población para Costa Rica. Fuente: DESA Population Dynamics, 2019.

Diagrama 5: Diagrama metodológico de la Fase II. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 6: Subcomponentes Sostenibilidad Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 7: Subcomponentes Sostenibilidad Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 8: Subcomponentes Sostenibilidad Económico-Financiera. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 9: Subcomponentes Sostenibilidad Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 10: Temática de los Subcomponentes del Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 11: Temática de los Subcomponentes del Componente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 12: Temática de los Subcomponentes del Componente Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Diagrama 13: Diagrama metodológico de análisis, exploración y validación. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 14. Diagrama metodológico general de la investigación. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Diagrama 15. Estructura de desglose de trabajo. Fuente: Elaboración personal, 2021.



“Creo que hoy no hay suficiente de ese pensamiento en relación con las ciudades que se han enfrentado a transformaciones repentinas y dramáticas, incluso violentas, ya sea por causas naturales o causas humanas. Pero necesitamos poder especular, crear estos escenarios y ser útiles en una discusión sobre el próximo paso. ”

“La arquitectura tiene la capacidad, rivalizando con la literatura, de imaginar y proponer nuevas rutas alternativas a partir del momento presente. Entonces, la arquitectura no es solo edificios, es un sistema para reimaginar el mundo por completo a través de nuevos planes y escenarios.”

“Creo que los arquitectos, al menos aquellos que se inclinan a comprender la naturaleza multidisciplinaria e integral de su campo, tienen que visualizar algo que abarque todos estos cambios políticos, económicos y sociales. Así como lo tecnológico. Además de lo espacial. ”

Sin Paredes: Una entrevista con Lebbeus Woods 2007





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Juan Carlo Naranjo Abarca, con cédula de identidad 1-1081-0082, en mi condición de autor del TFG titulado APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene la selección de cinco proyectos, cuatro de ellos internacionales y uno nacional, los cuales han sido denominados sostenibles por una serie de criterios y factores en su evaluación general, que permiten medir y sopesar el impacto de las soluciones proporcionadas por la materialidad, constructividad, la relación con el entorno y el impacto a nivel social del mismo como respuesta constructiva.

Es importante señalar que, no todos los proyectos expuestos en esta investigación poseen certificaciones o premiaciones relacionadas al desarrollo de proyectos constructivos sostenibles, pero si poseen características sostenibles claramente identificables, que permiten hacer un análisis de su contribución por medio de la aplicación y uso de las buenas prácticas ambientales.

Este documento, también trata de realizar una identificación de las principales características que

aportan valor agregado a estos edificios por medio de la gestión de los proyectos mismos, la identificación de estas características, permite la recolección de una serie de premisas para la construcción de tablas y matrices, que identifiquen de una manera práctica las variables y/o factores, que irán dando forma a un instrumento personalizado, aplicable tanto a estos proyectos como a un proyecto nacional que se seleccionará en una de las fases de la investigación.

A continuación, se realiza el planteamiento inicial de este trabajo de investigación, donde se exponen las bases y los criterios de interés, que ayudan al logro final de los objetivos planteados.



CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO.

1.1 Antecedentes y justificación

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los criterios de influencia en la actualidad, que pueden ser analizados para proponer algunos escenarios útiles para la toma de decisiones en la arquitectura y construcción sostenible costarricense en 30 años?

Hipótesis de investigación

Con la experimentación de la planeación por escenarios, y su respuesta en diferentes entornos, es posible determinar si existen fuerzas predisuestas asimétricas y dispares que influyen y se definen bajo conceptos estandarizados, en la arquitectura y construcción costarricense y que beneficia a algunos sectores de la población interesados en temas de sostenibilidad.

El presente trabajo de investigación permitirá identificar algunos de los criterios de influencia en la actualidad, tanto negativos como positivos, que intervienen al realizar una propuesta de algunos escenarios de la arquitectura y construcción costarricense, y que a su vez también permita proponer pautas y beneficios.

Todos estos factores de influencia sirven para alcanzar un mayor sentido de certidumbre, dentro de la complejidad que representa el constante cambio en los procesos constructivos, tecnológicos y sostenibles en la arquitectura y construcción, además muestra algunas pautas y/o sugerencias para la toma de decisiones en los proyectos constructivos a largo plazo.

Desarrollar y analizar información en diferentes escalas y desarrollar la visión de algunos escenarios futuros, relacionados con factores de mayor influencia en condiciones de volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad en un periodo de 30 años, puede generar



algunas pautas de importancia que requieren humildad, flexibilidad, liderazgo, trabajo en conjunto, nuevos métodos, herramientas y una mentalidad ágil que respondan a las necesidades producto de innovación en nuestro campo.

El análisis de distintos factores constructivos, tecnológicos y sostenibles, junto con la identificación de algunas estrategias a nivel mundial, facilita un abordaje del tema de una manera más amplia y objetiva, muestra los beneficios y efectos positivos que se obtienen a partir de los cambios en las prácticas constructivas en la actualidad. Los resultados de todos estos efectos tienen un impacto importante en el desarrollo de la arquitectura y construcción de nuestro país.

Por otra parte, a partir de la exploración de algunos escenarios y las condiciones del entorno (no exento de incertidumbre), es posible determinar no sólo un mayor sentido de dirección en la toma de decisiones, dentro de la complejidad que representa el constante cambio en los factores constructivos, tecnológicos y

sostenibles en la arquitectura y construcción, además genera algunas pautas y/o sugerencias para toma de decisiones en los proyectos constructivos a largo plazo.

Haciendo una revisión a nivel nacional, en el año de 1976 se publica el Simposio La Costa Rica del año 2000, donde se plantea el rumbo del país en materia del futuro socioeconómico, algunas perspectivas de desarrollo regional y urbano, educación y cultura, familia y recursos naturales.

A partir de ese momento y con los años se han llevado a cabo otras publicaciones que buscan ordenar el desarrollo territorial costarricense, por ejemplo:

- Planificación Regional y Urbana de la Gran Área Metropolitana (PRUGAM) 2008-2030.
- Plan de Ordenamiento Territorial de la GAM (POTGAM) 2011 – 2030.



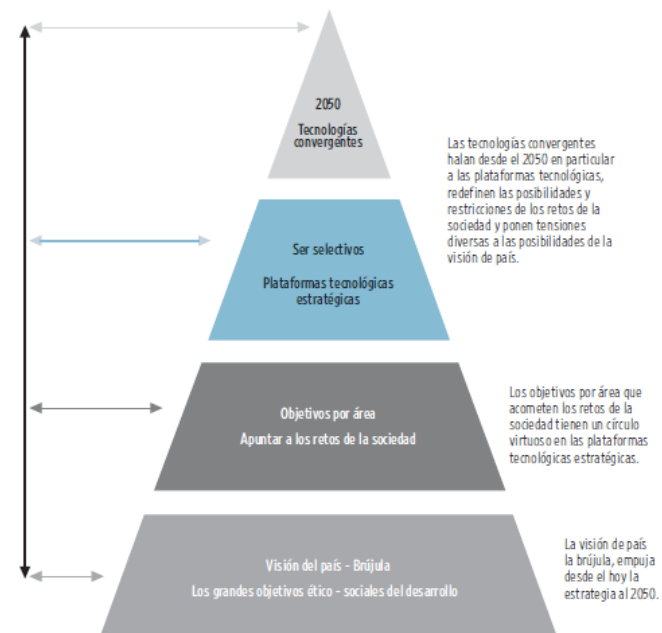
- Plan Nacional de Desarrollo Urbano para la Gran Área Metropolitana (Plan GAM) 2013 – 2030.
- Plan Nacional de Ordenamiento Territorial.
- Estrategia Siglo XXI Conocimiento e innovación hacia el 2050 en Costa Rica.

Sin embargo, estos planes y estrategias, a pesar de que aportan cierta visión de interés en cuanto a desarrollo urbano, no especifican pautas ni realizan sugerencias claras y directas hacia la arquitectura y construcción, en consideración de factores externos como la influencia de las tendencias, que pueden intervenir ya sea de manera negativa y/o positiva en la toma de decisiones, que permitan estar preparados para diferentes cambios bruscos como los producidos por la pandemia del COVID-19.

En la ilustración 1 se observan los cuatro elementos predominantes de la pirámide que componen la estrategia de conocimiento e innovación para Costa Rica en el año 2050, que influyen en los próximos 30 años,

marcando una serie de retos para la arquitectura y construcción, sin embargo, este planteamiento no contempla eventos emergentes que podrían influir y generar distintas consecuencias en el transcurso del tiempo.

Cuatro elementos de una pirámide halada desde el 2050



Fuente: Proyecto Estrategia Siglo XXI, 2006.

Ilustración 1: Estrategia Siglo XXI Conocimiento e innovación hacia el 2050 en Costa Rica. Fuente: Estado de la Nación, 2006.



Por otra parte, a pesar de que en términos generales la arquitectura y construcción costarricense han mostrado un importante desarrollo durante las últimas décadas, es posible observar que para el año 2020: “Todas las provincias tuvieron una disminución en el número de obras, siendo Puntarenas y Heredia las de mayor decrecimiento (-22,8 %) (-21,6 %) respectivamente” (INEC, 2020, p.3). inclusive se puede afirmar que esta situación se presenta en medio de una circunstancia inadvertida como la pandemia del COVID.

Costa Rica. Número de obras y área, 2011 - 2020
[cifras en miles]

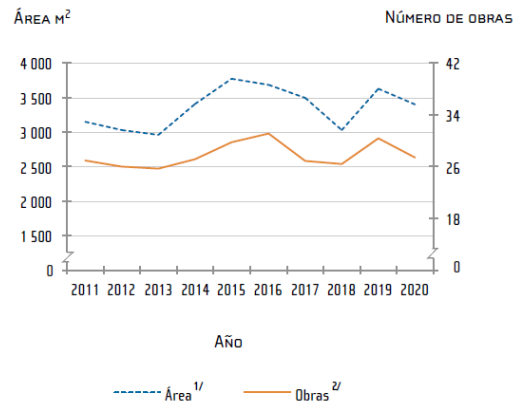


Ilustración 2: Gráfico Número de obras y área 2011 – 2020

Fuente: INEC, 2006.

El sector construcción también según cifras del INEC, el año 2020 se caracterizó por una disminución en el número de obras (-10,9 %) en el área (-6,2 %) y en el valor (-16,3 %) con respecto al 2019.

Las ampliaciones mostraron un comportamiento particular en el contexto de los tipos de obra, donde la disminución en obras fue la más acentuada (-20,8 %).

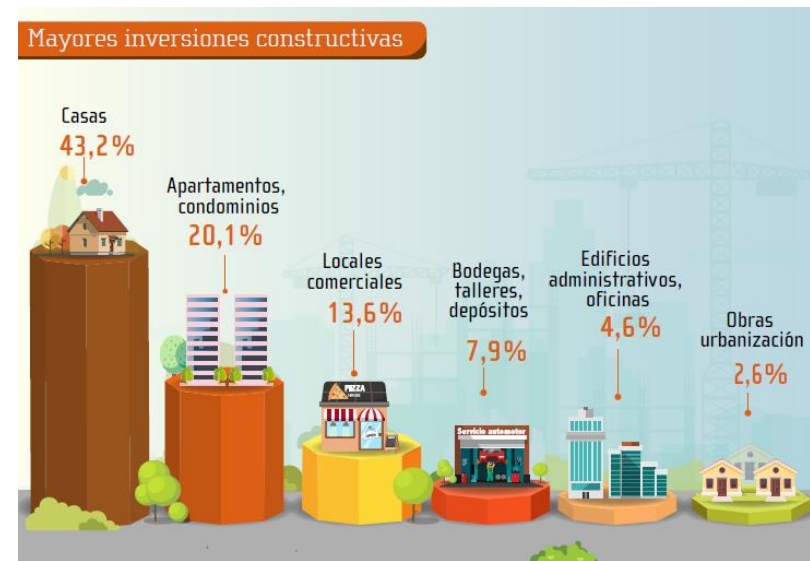


Ilustración 3: Estadísticas de la construcción 2020 en Costa Rica

Fuente: INEC, 2021.



La inversión más alta se da en casas con un 43.2%, apartamentos y condominios en un 20.1% abarcando más de un 63%.

Otro factor que debe ser considerado es, cómo las variables mencionadas anteriormente influyen en el desarrollo de escenarios, donde la adopción de estrategias en arquitectura y construcción sostenible se hacen imprescindibles, para poder asegurar la adaptación a los cambios drásticos del clima, y contribuir a la regeneración de algunos recursos en el planeta y combatir algunos efectos adversos del cambio climático.

A partir de este tipo de variables y acontecimientos que marcan el desarrollo urbano (por ende, el de la arquitectura y construcción de las próximas décadas), es posible observar que existen una serie de factores tanto a lo externo como lo interno del país, que generan múltiples interrogantes acerca del futuro de las condiciones a las cuales se enfrentarán la arquitectura y la construcción local.

Ante tal incertidumbre, se hace necesario contar con el uso de herramientas y estrategias que nos permitan hacer frente a esas inquietudes, que se derivan de los procesos socioculturales, físico ambientales y económico financieros en Costa Rica y en el resto del mundo.



1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar elementos constructivos, técnicos y materiales por medio de escenarios que sirvan como referencia para la toma de decisiones en la arquitectura y construcción sostenible costarricense en un periodo de 30 años.

1.2.2 Objetivos específicos

- Explorar técnicas, sistemas constructivos y materiales sostenibles que sirven como referente para la evaluación de edificaciones.
- Describir algunas características de factores sostenibles, tecnológicos y constructivos que influyan en el entorno y sean aplicables en la elaboración de escenarios.
- Mostrar algunos escenarios en un ejercicio práctico, por medio de la evaluación de los

componentes Físico Ambiental, Socio Cultural y Económico Financiero, para la implementación de medidas y mejoras de los procesos constructivos.

- Exponer algunos resultados a partir de la propuesta de escenarios alineados a las circunstancias del entorno, para la toma de decisiones en los procesos experimentales y concluyentes en la propuesta arquitectónica costarricense.



1.3 ALCANCES

El siguiente documento denominado Trabajo Final de Investigación Aplicada (TFIA), busca ampliar y exponer los alcances del tema de soluciones constructivas con técnicas avanzadas desarrollado en el Taller de Diseño del año 2020, de la Maestría de Arquitectura y Construcción de la Universidad de Costa Rica.

Toma como base la exploración y el análisis de algunos componentes constructivos tales como, la técnica, las estrategias, los sistemas y materiales sostenibles realizada en el año 2020, y amplía cómo a partir de la investigación de la influencia de otros elementos del entorno actual, se logran elaborar algunos escenarios útiles en la toma de decisiones.

Por medio de un ejercicio práctico realizado a una casa de habitación, se busca enfocar el uso de estrategias sostenibles, que permitan extraer pautas y

sugerencias que mejoren la práctica de la arquitectura y construcción en nuestro país.

El propósito de este documento es mostrar los beneficios que se desprenden del uso de prácticas sostenibles en los proyectos constructivos a nivel nacional, independiente de su localización, siempre y cuando se logren integrar componentes ya sea de carácter constructivos y/o materiales que permitan mejorar los componentes Físico- Ambiental, Sociocultural y Económico Financiero.

Dentro de los alcances se pueden citar:

- Proponer algunos escenarios a partir de la identificación de elementos de influencia y de factores constructivos, materiales y sostenibles aplicados a un ejercicio práctico de una casa de habitación.



- Emplear la matriz multicriterio como instrumentos de análisis de las variables de los componentes Físico Ambiental, Socio Cultural y Económico Financiero.
- Realizar sugerencias asociadas a los beneficios del uso de estrategias constructivas sostenibles en proyectos de nuestro país, a nivel general que añadan valor a nuestros procesos constructivos.

1.4 LIMITACIONES

Las limitaciones de esta investigación se clasifican en los tres siguientes grupos:

Limitación de la información.

- Diferencias en la información comparativa en los datos estadísticos de las fuentes consultadas derivados de su enfoque y perspectiva particular.

- Datos desactualizados en la información de las fuentes consultadas, por ejemplo, en las mega tendencias que pueden variar en el tiempo de acuerdo con la evolución de otros factores inesperados como el COVID-19.
- En la información de las proyecciones existe cierto margen de error, en cuanto a algunos datos proporcionados por la ONU en la que afirma que la población mundial alcance los 8.500 millones en 2030, 9.700 millones en 2050 y 11.200 millones en 2100.

Limitaciones en los resultados.

- La escala de tiempo puede resultar muy corta para observar cambios cuantificables y la semejanza de los escenarios propuestos.
- La integración de conocimientos de otros campos es expuesta de forma esquemática, para



enfocarse en el objetivo principal sin ahondar en los pormenores de cada uno de ellos.

- Los beneficios que se esperan obtener se ajustan a los factores analizados en esta investigación, y no quiere decir que no puedan existir otros de mayor peso en el transcurso del tiempo.
- Los resultados se limitan a describir escenarios locales sin ahondar en problemáticas regionales o externas a nuestro territorio.
- La línea de tiempo contemplada en esta investigación es de aproximadamente 30 años, y algunos de los procesos y fenómenos descritos como, por ejemplo, el crecimiento demográfico proyectado, puede verse afectado por otros factores y no sea exactamente el mismo.
- Este es un documento de análisis, se desarrolla a partir de un grupo limitado de variables de influencia identificadas en la actualidad, no es un manual predictivo.
- Las variables y factores exploradas no son exclusivas del método de análisis utilizado, y las mismas pueden influir positiva y/o negativamente de acuerdo con otros eventos emergentes en distintas épocas.

Limitaciones en la aplicabilidad.

- La investigación se limitó a la exploración de 4 escenarios base, sin embargo, no excluye la posibilidad de que se surjan otros diferentes a los expuestos en este documento de acuerdo con los factores que se tomen en cuenta para el análisis.



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL.

2.1 Estudios de casos de edificios sostenibles.

A continuación, se presenta la descripción de cinco proyectos catalogados como sostenibles por el uso de estrategias que favorecen de una u otra forma ambiental, económica y socialmente por sus buenas prácticas, trata de mostrar sus principales componentes estructurales, materiales, y sistemas constructivos en

diferentes entornos socioculturales y climáticos dentro del tema de la sostenibilidad.

En el diagrama de la imagen de la fase I de análisis y evaluación de los edificios seleccionados. Se describen los pasos incluidos para definir el entregable de esta sección e indica la dirección de la investigación.

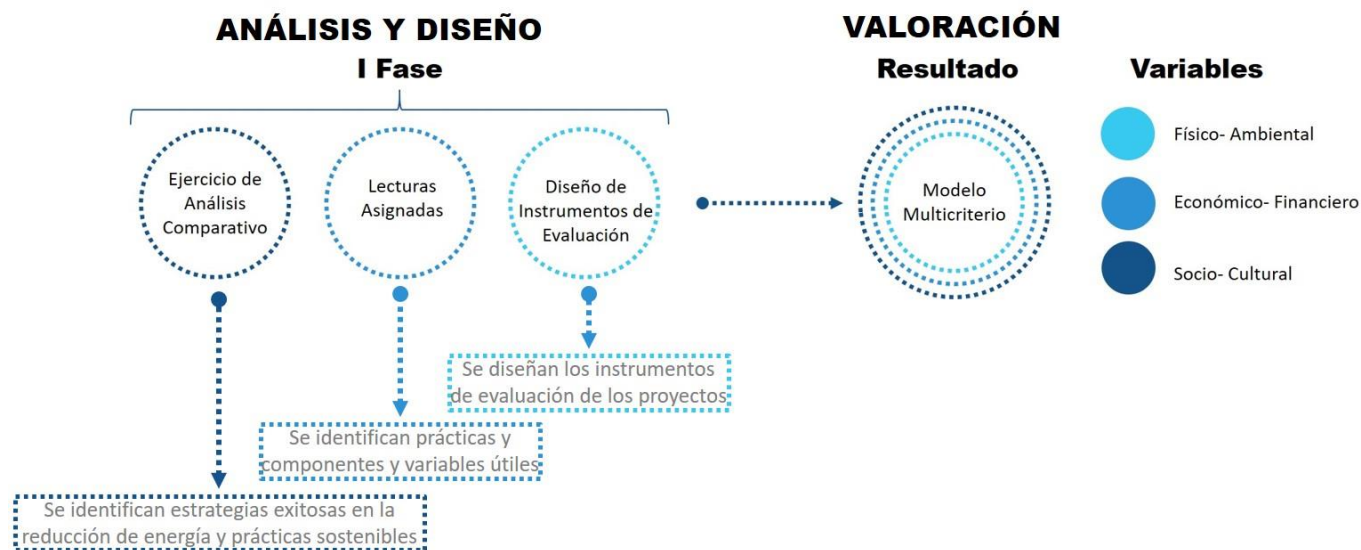


Diagrama 1: Diagrama de Fases I. Fuente: Elaboración propia, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



2.1.1 Torres Bolueta.

El primer proyecto seleccionado es el conocido como Bolueta Towers o Torre Bolueta, es un proyecto de vivienda vertical localizado en Bolueta, Bilbao, España (Ver ilustración 4 descripción del inmueble y los colaboradores contratistas del edificio).

Nombre del Proyecto: Torre Bolueta - 361 Viviendas
Localización: Bolueta, Bilbao
Promotor: Vivienda y suelo de Euskadi / esuskadi Etxebizitza eta Lurra E.A. Visesa y Gobierno Vasco
Arquitectura: VArquitectos, compuesto por: Germán Velázquez Arteaga, Sara Velázquez Arizmendi, Silvia Mingarro Cuartero y Germán Velázquez Arizmendi
Colaboradores: Jesús Ramirez Santesteban y María Goñi Alday
Aparejador: Hugo Lapeña Irigoyen
Ingeniería: Grupo JG, Cesar Sesma Bellido
Constructora: UTE-Construcciones Sukia Eraikuntzak-Construcciones Lurgolen
Comienzo obras: Julio de 2015
Finalización obras: Marzo de 2018
Numero plantas b/r: 4
Plantas s/r: PB +9+27
Superficie: 54.994 m²
Presupuesto: 26.000.000 euros €



Foto: Torre Bolueta - 361 Viviendas, Bilbao

FACHADA:

Fachada ventilada: Alucol

CARPINTERÍA EXTERIOR:

Carpintería de PVC bicolor: Schüco

VIDRIO:

Triple vidrio con doble cámara, transmitancia: Guardian Glass

ESTRUCTURA:

Cimentación, muros y pilares: Hierros Mavi, Áridos y canteras del Norte

AISLAMIENTO TÉRMICO / ACÚSTICO:

Aislante de fachada de lana de roca: Rockwool
Panel de poliestireno extruido: Ursa
Manta de lana de vidrio: Isover

SOLIDOS Y ALICATADOS:

Cerámica interior: Grupo Halcón
Cerámicas y Anchustegui
Granito: Bil'bu

INSTALACIONES:

Instalación eléctrica:
Grupo electrogénico:
Grupos electrogenos Asener
Mecanismos: Simon
Instalación climatización:
Ventilación: Conductos aireación Vizcaya
Ventilación Mecánica, recuperador de calor: Zanther
Instalación fontaneria:
Sanitarios: Roca e Instalmyr 2000

PINTURAS:

Pintura: Aypco Decoración

CERRAJERÍA:

Cerrajería interior: Ferriko Lanak

REVESTIMIENTOS INTERIORES:

Suelo laminado: Kronospan

TABIQUES Y TECHOS:

Trasdosados de fachada y formación de cámaras subestructura: Gyptec Iberica
Gessos Técnicos

CEMENTOS, MORTEROS Y ÁRIDOS:

Mortero: Eterra Morteros y Revocos

ASCENSORES:

Ascensores: Orona

EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO:

Cocinas: XP Instalaciones

VARIOS:

Hermeticidad: Siga

En la revista Construcción 21 este edificio es el ganador del tercer lugar del galardón Energía y Climas Templados (#GreenSolutions Award 2018), y según el Expediente preparado para licitación (ver ilustración 3) de la Licitación del contrato de ejecución de las obras de edificación, fue en su primera fase un proyecto constructivo de 190 viviendas de protección oficial y según el Diario de Navarra en su reportaje: Un estudio pamplonés crea el edificio residencial Passivhaus más alto del mundo. (2018).

< Contrataciones

Licitación del contrato de ejecución de las obras de edificación de 190 viviendas de protección oficial, anejos y urbanización vinculada en Bolueta, BILBAO (B-46) (EXPEDIENTE PREPARADO PARA LICITACIÓN ELECTRÓNICA)

Fecha de publicación del documento: 15/12/2017 05:00:53
Código del expediente: 022/2017/CO1/B-46
Tipo de Anuncio: Anuncio
Estado de la tramitación: Formalización del contrato
Fecha de la adjudicación: 19/10/2017
Resolución: B-46 ADJUDICACION EJEC OBRAS 19-10-17 (PDF 737 KB)
Presupuesto del contrato sin IVA: 14.412.840,47

Ver Ficha completa(+)

Nº de licitadores presentados: 10

ADJUDICACIÓN

Fecha de la adjudicación: 19/10/2017

Resolución: B-46 ADJUDICACION EJEC OBRAS 19-10-17 (PDF 737 KB)
en su artículo 4º

Datos de adjudicación: Págs: 21 Votos:
Razón social: CONSTRUCCIONES SUKIA ERAIKUNTZA S.L.
Presup en IVA: 12.232.019,56
Presup con IVA: 13.477.229,96

Ilustración 4: Resumen de los colaboradores asociados al proyecto.

Fuente: Torre Bolueta 361 Viviendas. VArquitectos.

Ilustración 5: Expediente preparatorio al proyecto. Fuente:

<https://euskadi.eus/gobierno-vasco/contenidos>, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



Según el portal electrónico de Insignia Rehabilitación y Arquitectura éstas son las diez razones por las cuales este edificio es considerado el mejor en su clase en ese momento:

1. La Torre Bolueta con 88 metros de altura sigue siendo el rascacielos Passivhaus más alto del mundo.
2. El estudio VArquitectos tardó tan solo 3 años, entre 2015 y 2018, en erigir este edificio de consumo energético nulo.
3. El edificio cuenta con 28 plantas y alberga 171 viviendas de protección oficial.
4. Hasta el momento de la consecución del certificado que acredita a la Torre Bolueta como la edificación Passivhaus más alta, este título lo tenía una residencia para estudiantes, de 26 plantas (82 metros de altura) en Nueva York.
5. La Torre Bolueta se encuentra en el barrio bilbaíno de Bolueta.
6. A principios de 2018, la Torre Bolueta fue premiado por el Instituto Alemán Passivhaus en Múnich. El galardón se debe a la eficiencia energética del bloque.
7. El edificio está destinado a viviendas de protección oficial y de alquiler social.
8. VArquitectos demuestra con esta construcción que se puede construir edificios de notable diseño arquitectónico y al mismo tiempo ahorrar hasta un 75% en calefacción con respecto a una vivienda convencional.
9. Para obtener la certificación Passivhaus el inmueble debe utilizar menos de 10 vatios de calefacción por metro cuadrado; es decir, el equivalente a la mitad de lo que consume un secador de pelo.
10. Aislamiento, hermetismo, continua renovación de aire y control de pérdidas de calor han sido las claves exigidas para la certificación de la Torre Bolueta como edificio Passivhaus.



El proyecto posee excelentes comunicaciones tales como transporte público, acceso a las principales vías, amplias zonas ajardinadas y en un futuro cercano 1100 viviendas en total (Ver ilustración 7).

Certificado
Casa Pasiva certificada Classic



Passive House
Institute
Dr. Wolfgang Feist
64283 Darmstadt
Alemania

108VPO+63VS en BOLUETA
C/ del Pontón 1-3-5, BILBAO, España



Casa Pasiva
certificada
Passive House Institute
classic | plus | premium

Cliente	VIIESA, Vivienda y Suelo de Euskadi SA Portal de Gamarra 1 01013 Vitoria, España
Arquitecto	VArquitectos C/Alzoain 10, of.24 31013 Ansoain, Spain
Instalaciones	Cesar Sesma, Grupo JG C/Sangüesa 4 31003 Pamplona, España
Consultor energético	VArquitectos, Sara & Germán Velázquez C/Alzoain 10, of.24 31013 Ansoain, España

Los edificios Casa Pasiva ofrecen un excelente confort térmico y una muy buena calidad del aire durante todo el año. Debido a su alta eficiencia energética, los costos de energía, así como las emisiones de gases de efecto invernadero son extremadamente bajas.

El diseño del edificio antes mencionado cumple con los criterios definidos por el Passive House Institute para el estándar 'Casa Pasiva Classic':

Calidad del edificio		Este edificio	Criterios	Criterios alternativos
Calefacción	Demanda de calefacción [kWh/(m²a)]	6	≤ 15	-
	Carga de calefacción [W/m²]	7	≤ -	10
Refrigeración	Frecuencia sobrecalentam. (> 25 °C) [%]	7	≤ 10	
	Frecuencia humedad excesivamente alta [%]	5	≤ 20	
Hermeticidad	Resultado ensayo presión (n ₅₀) [1/h]	0,4	≤ 0,6	
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP [kWh/(m²a)]	98	≤ 100	

El informe asociado de la certificación contiene más valores característicos para este edificio. La certificación solo se aplica a los pisos superiores con viviendas (la planta baja está excluida).

Darmstadt, 06. marzo 2018
Certificador: Javier Flórez, Passive House Institute

www.passivehouse.com 17599-17769_PHI_PH_20180306_JF

Ilustración 6: Certificado del Passive House Institute. Fuente: <https://construction21.org/case-studies/es>, 2020.



Ilustración 7: Resumen del crecimiento del proyecto a futuro. Fuente: Construcción 21, 2020.

Este proyecto ha sido seleccionado por su certificación y su galardón por el uso de buenas prácticas sostenibles, las mismas han sido incorporadas en la

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



construcción del edificio. Este es el resultado de varios materiales innovadores de construcción que han sido utilizados como parte de las estrategias pasivas de ahorro en el consumo de energía como las mostradas en la ilustración 8.

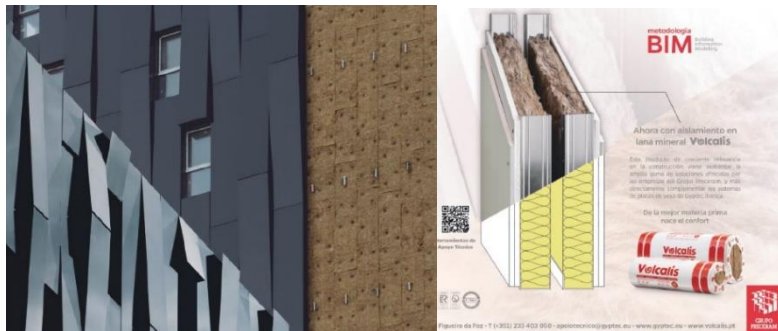


Ilustración 8: Uso de materiales constructivos y ahorro de energía.

Fuente: Construcción 21, 2020.

Uno de los factores energético es que requieren que la demanda de calefacción sea inferior a 15kWh/m² año, y que su carga de calefacción sea de 10 Watios por m².

Es decir, que para una vivienda de 75 m² bastaría con una carga de calefacción de 750 watios o, dicho de

otro modo, que para calentar dos viviendas sería suficiente con utilizar un secador de pelo.

Otro de los factores sobresalientes que beneficiaron la construcción de este proyecto se trata de la construcción de sus plantas. Uno de los valores que ofrece la explicación institucional de este plan de actuación es, la “liberación de suelos sobre- explotados por la industria” con “usos en instalaciones obsoletas”, lo que supone la “transformación del territorio” mediante la “demolición de edificios e instalaciones” que pertenecieron a la fábrica Santa Ana de Bolueta.



Ilustración 9: Detalle de ventana para ahorro de energía.

Fuente: Construcción 21,2020.



De las principales conclusiones que se obtienen del análisis de este proyecto en particular, se rescata el uso de materiales y técnicas constructivas que permiten un ahorro significativo de energía lo que obviamente es el principal factor para ser merecedor de la certificación del Passivehouse, además de contar con excelentes resultado en variables específicas como: Consumo de energía, sistemas renovables (sistema de calefacción, agua caliente, sistema de enfriamiento, sistema de ventilación, producción de energía renovable), ambiente (calidad del aire interior, salud y confort acústico), ambiente urbano y calidad ambiental del edificio, sin embargo, existe una ausencia de información que permita ver la interacción de las distintas plantas del edificio.

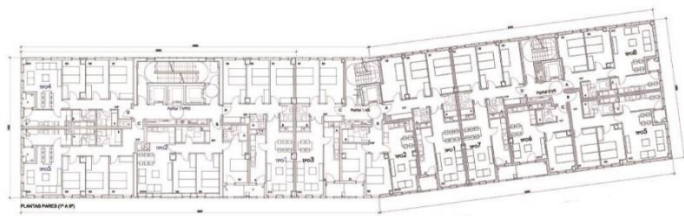


Ilustración 10: Planta arquitectónica.
Fuente: Revista Construcción 21, 2020.

Por lo tanto y a pesar de ser una excelente herramienta de investigación, solamente se tratarán de recoger los principales elementos que son integrados al proyecto como sugerencias de buenas prácticas en cuanto al impacto de materiales aislantes.



Ilustración 11: Foto del proyecto durante su construcción.
Fuente: bilbaoenconstruccion.com, 2020.



2.1.2 Nest We Grow.

El proyecto de Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley se localiza en Japón y como se muestra en la ilustración 12 se trata de un proyecto de 85 m² desarrollado en 2014.

Según el sitio electrónico archdaily.com el proyecto Nest We Grow ganó la cuarta competencia anual de diseño y construcción de LIXIL International en 2014 y a diferencia de las estructuras construidas en los primeros años de la competencia, es una estructura pública abierta.

Su objetivo principal es reunir a las personas de la comunidad para almacenar, preparar y disfrutar de los alimentos locales en el entorno de Hokkaido, Japón.

Este proyecto se presenta como una propuesta de sustentabilidad al seguir el ciclo de vida de los alimentos locales: cultivo, cosecha, almacenamiento, cocción, comedor y compostaje.



Ilustración 12: Vista del proyecto Nest We Grow.

Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>).

El edificio utiliza una técnica de construcción de madera pesada procedente de los EE. UU., que utiliza grandes secciones de madera.

En Japón, esto se tradujo en la columna compuesta, que utiliza piezas de madera más pequeñas



para generar una columna más grande. Se requirió un esfuerzo considerable para identificar una forma de unir materiales, que fue influenciada tanto por las prácticas locales de carpintería como por el mercado de materiales japonés. Todo el proceso de construcción tomó solo seis meses para completarse.



Ilustración 13: Vista interna de la estructura.

Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>).

El uso de las técnicas y la materialidad de edificio han sido de suma importancia en el desarrollo de la estructura, se han instalado muros de hormigón en la base para mitigar los vientos del noroeste, generando espacios de cocina, escaleras y macetas para plantas.

La estructura de madera de alerce local consta de nueve pilares, cada uno a su vez formado por cuatro secciones cuadradas de 150 milímetros conectadas por placas de acero.

Las uniones transversales con dos pares de vigas de 27x250 milímetros se realizaron mediante ranuras extraídas de la carpintería tradicional japonesa. La ligereza estructural hace posible que los pisos formen la fachada y cambien de color con las estaciones. El uso de las técnicas y la materialidad de edificio han sido de suma importancia en el desarrollo de la estructura, se han instalado muros de hormigón en la base para mitigar los vientos del noroeste, generando espacios de cocina, escaleras y macetas para plantas.



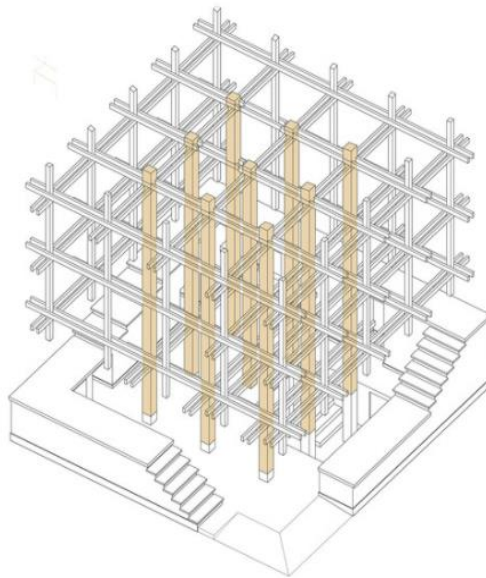
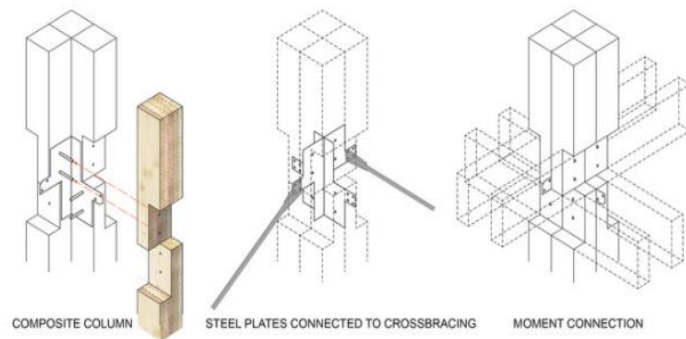


Ilustración 14: Técnica constructiva utilizada en el proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Según el concepto de los ganadores del concurso, la estructura del marco de madera imita la experiencia espacial vertical de un bosque de alerces japonés del que se cuelga la comida para que crezca y se seque.

Una plataforma de té en el medio del nido crea un espacio de reunión donde la comunidad puede disfrutar visual y físicamente de la comida alrededor de una chimenea hundida.



Ilustración 15: Marco estructural de madera del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)



Los alimentos locales conforman la elevación del Nido cuando la gente ve el bosque de alimentos flotando sobre el relieve. Para el manejo climático, el muro en la base del edificio ayuda a bloquear el viento invernal del noroeste predominante.

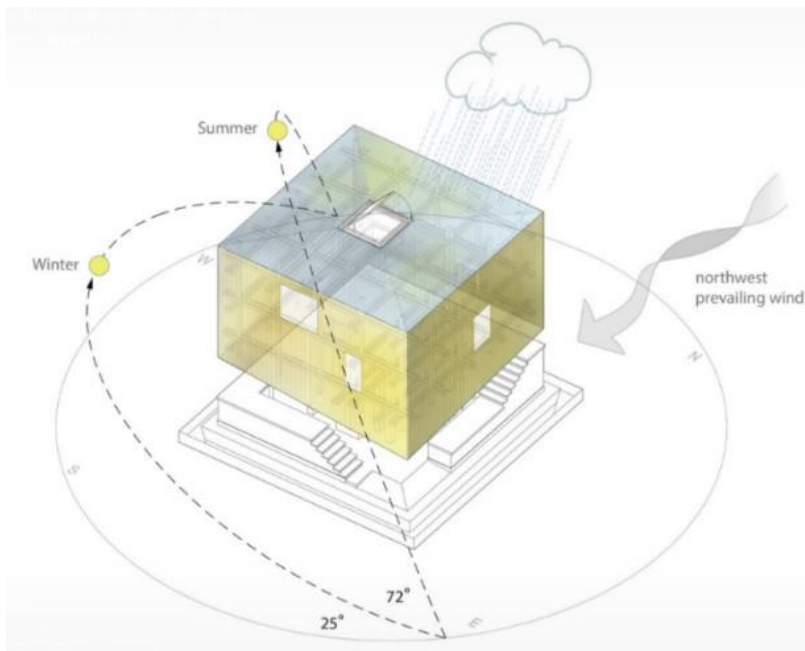


Ilustración 16: Análisis de factores climáticos del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

El Nest aprovecha las láminas corrugadas de plástico transparente (ver ilustración 17) en la fachada y el techo, permitiendo la entrada de luz a las plantas y calentando el espacio durante los meses más fríos, ampliando la usabilidad del Nest.



Ilustración 17: Uso de láminas de plástico en la fachada. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



El cerramiento de paneles ondulados de policarbonato translúcido calienta gradualmente el interior durante el día, prolongando la temporada de producción hasta los meses de invierno, y por la noche se convierte en un farol en la oscuridad del paisaje.

convierte en un espacio de flujos de agua, luz, aire, alimentos y personas.

No hay un solo espacio cerrado en una superficie de 85,4 m², por lo que la relación entre interior y exterior es completamente fluida. El uso de estos materiales se

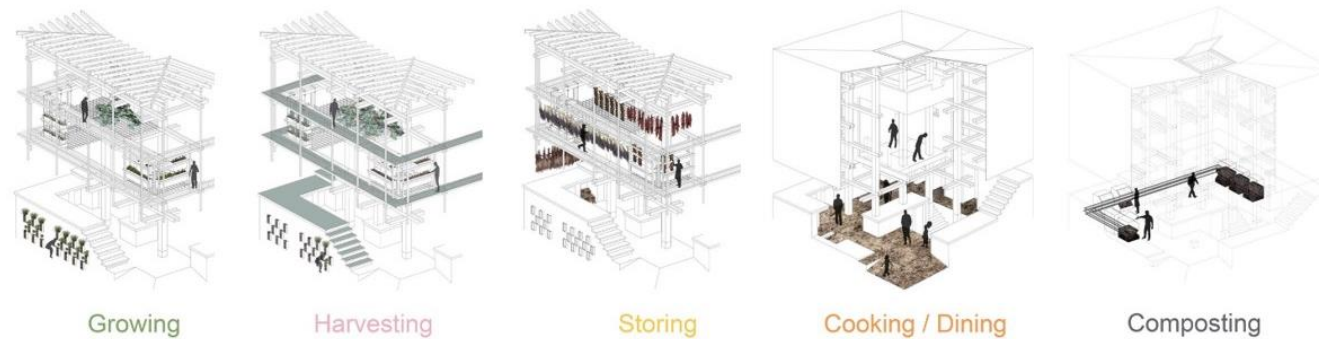


Ilustración 18: Uso de los ámbitos del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)



El programa del Nido se decide de acuerdo con el ciclo de vida de estos alimentos locales: cultivo, recolección, almacenamiento, cocción / comedor y compostaje, lo que reinicia el ciclo.

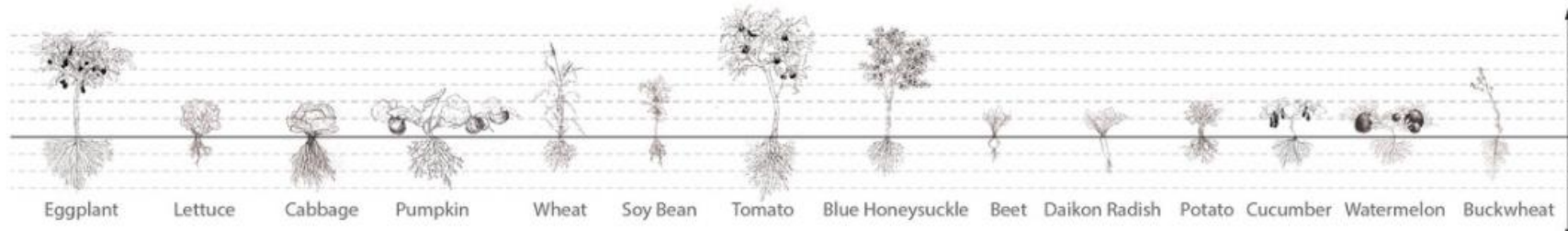


Ilustración 19: Cultivos utilizados en el proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

Todos los miembros de la comunidad ayudan a completar cada etapa, lo que permite que la estructura se convierta en una plataforma para el aprendizaje en grupo y las actividades de reunión en el Nest durante todo el año.

La participación comunitaria extiende y completa el ciclo de vida de los alimentos locales, que es una relación simbiótica.

En el corte perspectivo de la ilustración 16 se muestra la dinámica que se circunscribe en los diferentes niveles del edificio: crecimiento, cosecha, almacenaje, preparación y alimentación, finalmente el compostaje como parte de la finalización del ciclo para dar comienzo a uno nuevo.

Los ciclos de vida de los alimentos cultivados y cosechados en la infraestructura del proyecto se



aprovechan de manera eficiente en cada uno de los niveles (ver ilustración 18),

Además, se aprovechan de acuerdo con la época del año para potenciar el máximo la capacidad de los productos según las condiciones climáticas predominantes de la época (ver ilustración 20).

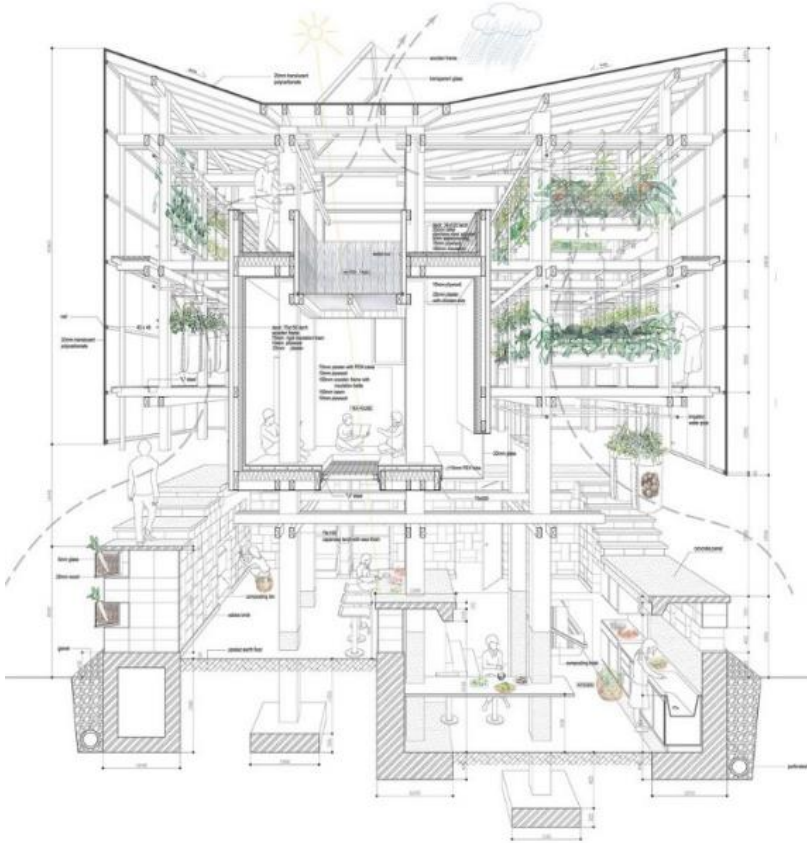


Ilustración 20: Vista en corte del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



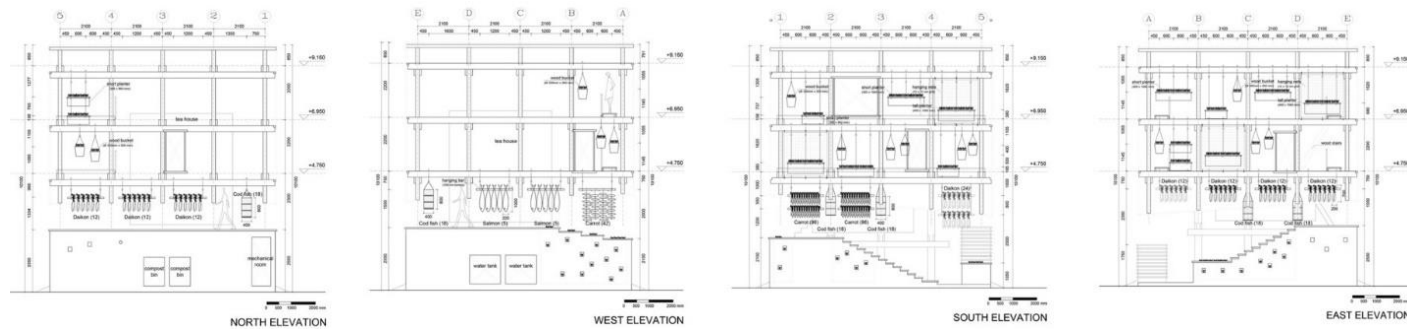


Ilustración 21: Fachadas del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

El manejo de los cultivos en las fachadas se encuentra sistematizado para aprovechar su producción, en la ilustración 22 se observa la forma en que los cultivos

son colocados en cada una de las fachadas del proyecto.

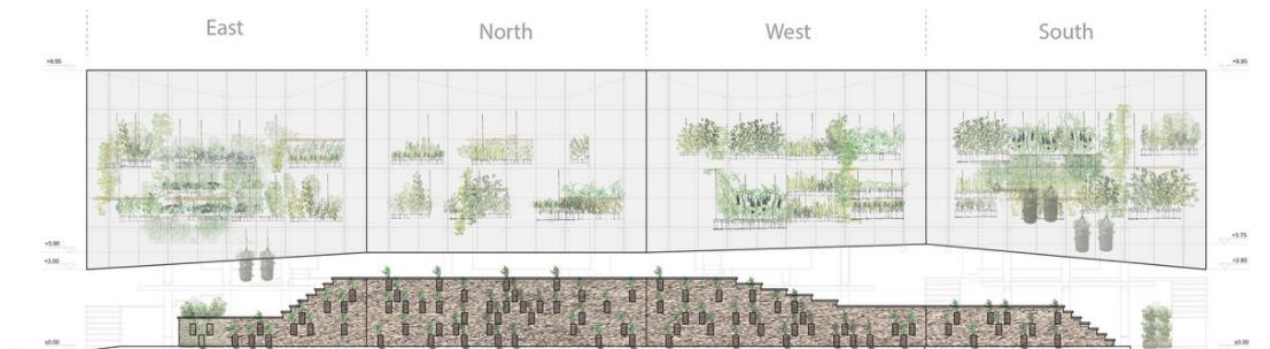


Ilustración 22: Cultivos utilizados en las fachadas del proyecto. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>)

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



De este proyecto se obtienen variables de gran utilidad para hacer con contraste con el posible proyecto nacional para investigación. Una de las principales conclusiones que se obtiene es el acceso a información casi en la totalidad del proyecto, incluyendo las plantas y cortes arquitectónicos con las dimensiones del proyecto, lo que permite un análisis más adecuado del mismo.

Por otra parte, el proyecto es de un gran aporte significativo por su materialidad, el uso y la técnica constructiva de la madera que recoge no sólo la experiencia del uso del material, sino que lo utiliza de una manera equilibrada con otros materiales para generar un proyecto de un alto valor arquitectónico y constructivo. Finalmente, las dimensiones de este edificio permiten que a pesar de su tamaño sirva para un mayor alcance para efectos de un análisis del proyecto personal posterior.

2.1.3 Quito Publishing House.

El proyecto seleccionado número tres se trata de la Casa de Publicación de Quito (Imagen 20), ubicado en

el barrio La Floresta, una comunidad en el corazón del norte de Quito Ecuador, algunos de los datos más importantes proporcionados en el sitio electrónico archdaily.com son los siguientes:

- Arquitectos: Estudio A0.
- Área: 3000 m².
- Año: 2014.
- Equipo de Diseñadores: Esteban Cervantes.
- Cliente: Atiscode.
- Construcción: Luis Viscaino.
- Ingeniería Estructural: Pablo Poveda.
- Ingeniería Hidro sanitaria: CONSISA, Mario Cueva.
- Ingeniería eléctrica: Darío Vásconez y José Fonseca.
- Ingeniería mecánica: Andrés y Esteban Proaño.
- Área del terreno: 1400 m².

El reto de diseño no sólo consistió en crear un espacio para tres editoriales, anteriormente ubicadas en pisos separados de un rascacielos, querían compartir un



gran espacio. La descripción acerca de las condiciones bajo las cuales se resume el objetivo de que todas las empresas podrían relacionarse dentro de un nivel jerárquico similar. Los tres giran en torno a un vacío central, comparten el privilegio de las mismas vistas y tienen acceso a un jardín en la azotea. También comparten espacios comunes y esperamos que la disposición fluida del plano y la sección catalice una atmósfera comunitaria análoga a la que caracteriza al barrio.



Ilustración 23: Vista perspectiva. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

En la ilustración 24 se muestra un esquema axonométrico del funcionamiento del edificio en términos de los mecanismos del mayor aprovechamiento energético, muestra el recorrido que realiza el sol sobre las fachadas del edificio, los efectos de la ventilación cruzada, la terraza verde, los filtros vegetales y el uso de celosías metálicas como medios pasivos de generar confort.

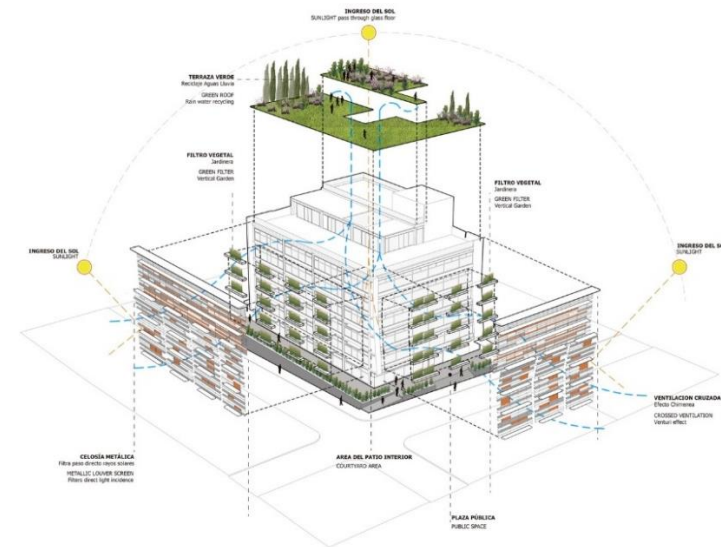


Ilustración 24: Análisis axonométrico del edificio. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, Constant (<https://archdaily.com>)

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



Los espacios de trabajo están envueltos por una doble piel, cuya parte exterior es una mampara de celosía, parcialmente coloreada (ver ilustración 25).



Ilustración 25: Fachada Guip Uzcoa y Fachada Mall Orca. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, Sebastián Crespo, Jean-Claude Constant (<https://archdaily.com>)

Las obras de arte marcan los espacios compartidos, que actúan como galerías. La pendiente del sitio se aborda a la manera tradicional de Quito: mediante la integración de un zócalo, construido en hormigón y revestido de piedra negra, por este motivo la Editorial Quito recibió la primera Leed Gold atribuida a un edificio en el Ecuador continental, por su intención de aplicar principios de diseño ambiental a un edificio corporativo en los trópicos.

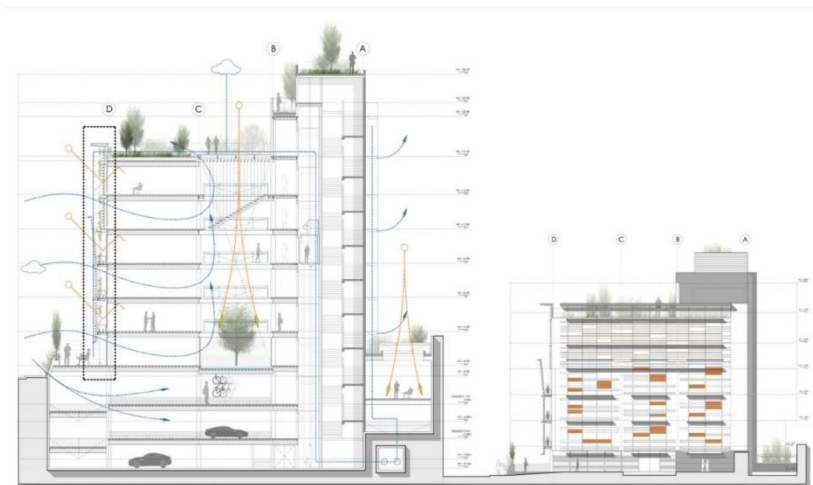


Ilustración 26: La máquina bioclimática. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



El edificio se concibe como una maquinaria bioclimática (ver ilustración 26), cuyo rendimiento reduce al mínimo la dependencia de sistemas mecánicos de ventilación, calefacción y refrigeración. Dado que no hay elementos que proyecten sombras sobre el edificio, las fachadas noreste y sureste están sujetas a una exposición solar considerable, particularmente directa por las mañanas.

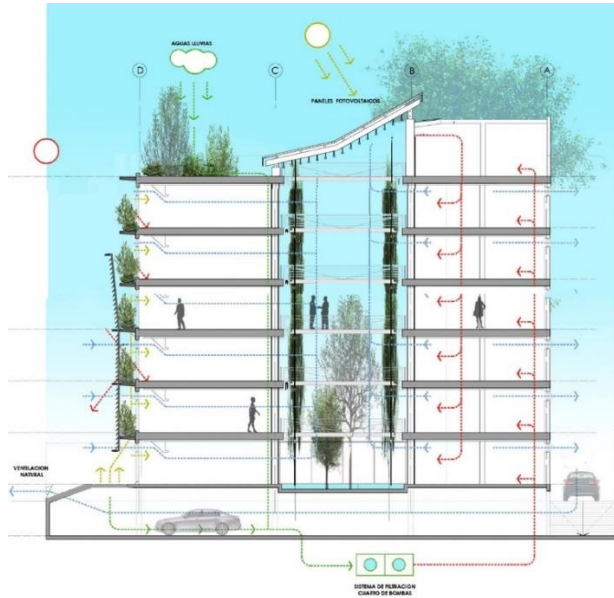


Ilustración 27: Uso del patio central como medida alternativa. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

El patio central actúa como una chimenea que aspira el aire hacia las secciones superiores del edificio y también sirve como un embudo de luz cenital (ver ilustración 27), que se lleva al núcleo del edificio en los niveles inferiores. Este mecanismo también inyecta aire en el estacionamiento subterráneo.

Una capa de vegetación comparte con los estantes de mantenimiento los espacios intersticiales ubicados entre las pieles (vidrio y persianas), proporcionando un filtro adicional para purificar y perfumar el aire, amortiguar los flujos de aire y proporcionar sombra.

Este proyecto se define en diferentes variables que empiezan a conformar parte de criterios de análisis que eventualmente podrían ser aplicadas en las matrices comparativas, las mismas de describen a continuación brevemente:



- **Energía, Aire y Luz:** Como ya se mencionó el concepto del edificio es concebido como una maquinaria bioclimática, cuyo rendimiento reduce al mínimo la dependencia de sistemas mecánicos de ventilación, calefacción y refrigeración.

Dado que no hay elementos que proyecten sombras sobre el edificio, las fachadas noreste y sureste están sujetas a una exposición solar considerable, particularmente directa por las mañanas. La “cortina” que permitiría regular la incidencia solar se trasladó del interior del edificio al exterior, a modo de filtro, entendido como muro biológico, cuya piel es interactiva y capaz de responder a las variaciones de temperatura y humedad.

Las lamas naranjas responden a una simulación climática más asequible que la introducción de sensores en cada lama de los filtros; Los flujos de aire dependen en última instancia de la manipulación humana, la opción más rentable para reducir el consumo de energía.

- **Agua:** El edificio cuenta con un sistema integrado de captación de agua (Ilustración 28) de lluvia que se canaliza hacia los baños y las cubiertas del jardín o jardines verticales, donde se utiliza para fines de riego. Un sistema de doble tubería facilita el riego por goteo a lo largo de las fachadas ajardinadas y reduce el consumo de agua.
- **Paisaje:** Los jardines verticales actúan como otra capa de aislamiento térmico dentro de la cámara del perímetro, al igual que los jardines del techo de arriba. Se eligieron especies nativas andinas para la jardinería, la mayoría consume poca agua.





Ilustración 28: Componentes de la fachada. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014 (<https://archdaily.com>)



Ilustración 29: Vista del paisaje del proyecto. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

- **Flexibilidad y adaptación:** La sostenibilidad de un edificio es proporcional a su capacidad para adaptarse a diferentes usos a lo largo del tiempo. Los planos de QPH son abiertos y albergan instalaciones eléctricas, mecánicas, de iluminación y de comunicaciones accesibles para facilitar las actualizaciones tecnológicas y el mantenimiento.





Ilustración 30: Sistema de fachadas utilizadas en el proyecto. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)

- **Mantenimiento:** Los estantes de mantenimiento introducidos a lo largo del perímetro del edificio sirven como amortiguadores de polvo, soporte de las macetas, área de jardinería e introducen pasillos que facilitan la limpieza de ventanas y persianas.

- **Sistema constructivo y desarrollo tecnológico:** QPH se construyó con un sistema de componentes prefabricados y parcialmente animados que exigían una estrecha colaboración entre el diseño y la industria local.

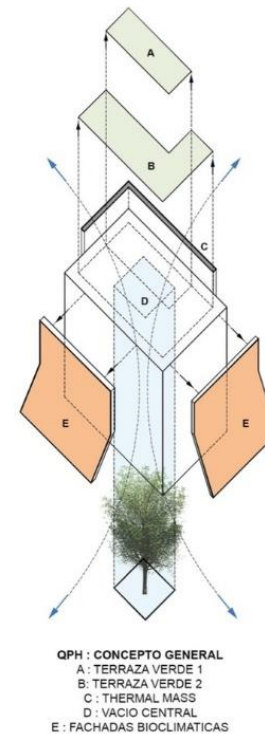


Ilustración 31: Concepto general del proyecto. Fuente: Quito Publishing House. Estudio A0, Quito, 2014, (<https://archdaily.com>)



- **Administración de los desechos:** El edificio incorpora los elementos necesarios para clasificar, recoger y compactar los residuos.
- **Transporte:** Para apoyar la cultura ciclista del barrio de La Floresta, QPH proporciona portabicicletas, duchas y casilleros. La ubicación del edificio se seleccionó teniendo en cuenta su articulación al sistema de transporte público.
- **Ciudad:** QPH retrocede a nivel del suelo para proporcionar un espacio público seguro que puede contribuir a activar los tejidos urbanos circundantes.

2.1.4 Centro de Cuido y Desarrollo de Nicoya.

Situado en el cantón de Nicoya provincia de Guanacaste, Costa Rica, el proyecto forma parte del programa Nacional de le RED de Cuido. Dicho programa busca proveer Centros de Cuido para el Desarrollo Infantil

(CECUDI), de niños entre 1 a 12 años en comunidades vulnerables o de escasos recursos.

De acuerdo con el sitio electrónico arquitecturaenacero, se trata de "Un proyecto que integra muy bien soluciones creativas con variables de economía y racionalidad", algunos de los principales aspectos acerca del proyecto en general se describen a continuación:

- Obra: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya - SECUDI Nicoya
- Arquitectura: Entre Nos Atelier
- Constructora: Proeleco S.A.
- Cliente: Instituto Holcim, Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS) y Municipalidad de Nicoya
- Ubicación: Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.
- Período: junio 2012 - septiembre 2013

Colaboradores:

- Consultoría: Diseño eléctrico: Ing. Oscar Arias Leiva
- Diseño estructural: Instituto Holcim
- Superficie construida: 480m²



Conceptualización: El proyecto surge de la intención de diversos intereses comunes según lo explica el portal de arquitectura en acero: “la voluntad expresa de ser eficiente en el uso de los recursos, flexible en el diseño y organización de los espacios, racional en la propuesta de adecuación climática y cuidadoso en la proyección de los costos de operación y mantenimiento. Para ello se utilizaron diversos materiales de construcción, empleados según sus dimensiones comerciales más comunes”.



Ilustración 32: Vista interna del proyecto. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Una vez planteadas estas premisas de diseño, se procede al desarrollo conceptual del funcionamiento del edificio, tal como se muestra en la imagen a pesar de que el proyecto posee dos niveles únicamente el manejo del espacio permite una fácil lectura e integración de los elementos.

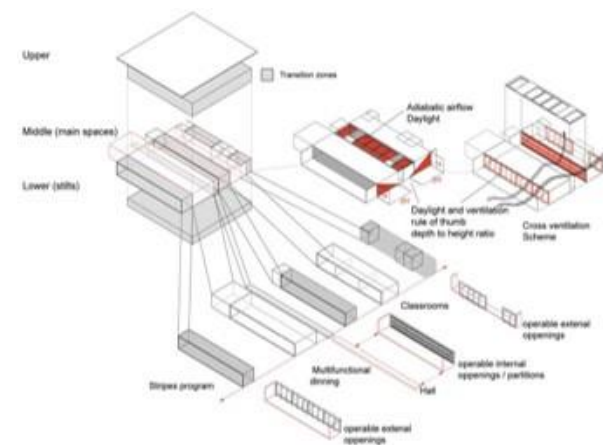


Ilustración 33: Modelo conceptual de funcionamiento del proyecto.

Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Una estructura híbrida, con columnas mixtas de acero y madera laminada, se combina con vigas y costaneras de estos mismos materiales, con sistemas de



conexiones y tensores de acero apernados. La propuesta de menos de 500m², posee un primer nivel de área administrativa, comedor y salones con divisiones retractiles que pueden integrarse en un gran salón. En el segundo nivel existen áreas abiertas de carácter multifuncional.

La estructura se encuentra elevada un metro sobre el nivel de terreno, incluye una terraza superior como un soberado ventilado cubierto por una tela que actúa como control solar reflejando la radiación solar.



Ilustración 34: Vista interna del uso de tensores en el proyecto.

*Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos
Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)*

En el perímetro aparecen paneles de hormigón prefabricados y perforados de manera de actuar como masa térmica y al mismo tiempo ser permeables al aire.

Análisis de estrategias de diseño.

Dentro de las estrategias de diseño seleccionadas, se decide modular la estructura principal bajo el estándar de medidas convencionales de materiales de construcción; esto para facilitar un uso eficiente de los recursos, que también sea fácil de replicar y facilite la integración entre las diferentes áreas que componen el edificio.

Además de responder a una lógica funcional, la 'integración modular' pretende en un clima cálido-seco, contener espacios semi- abiertos con cerramientos porosos de 'panelería prefabricada' que facilita la ventilación cruzada permitiendo un confort térmico adecuado.



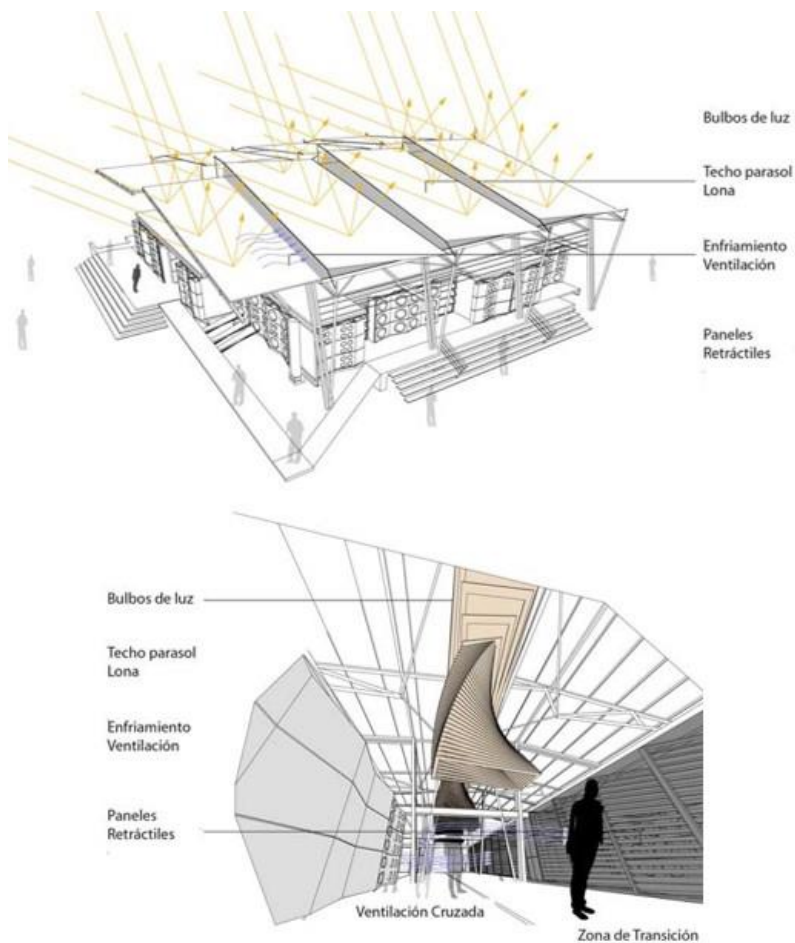


Ilustración 35: Figura del techo de lona y paneles retráctiles. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

Adicionalmente, se proyectan aleros generosos para garantizar la sombra adecuada, un segundo nivel abierto que sirve como colchón de amortiguamiento térmico en horas pico, y lonas sobre la cubierta que funcionan como parasoles de techo debido al fuerte impacto de la radiación solar directa.



Ilustración 36: Imagen de uso de aleros en el edificio. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)



- **Ventilación:** El estudio de las soluciones de ventilación cruzada, el control solar y las soluciones de tabiques y mamparas practicables dan al edificio una versatilidad y flexibilidad notables al tiempo que contribuyen a una reducción y simplificación del programa en planta.

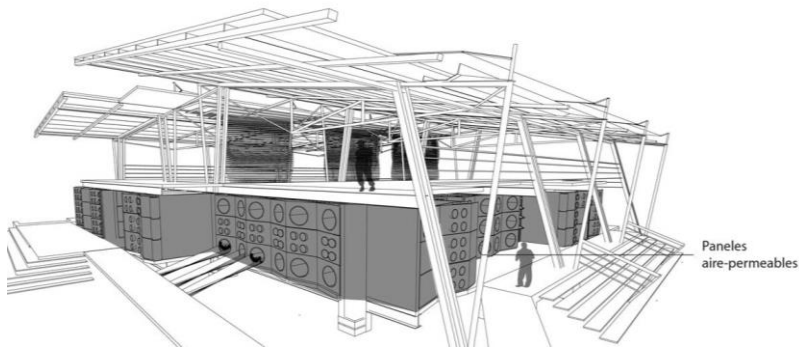


Ilustración 37: Figura de los paneles aire-permeables. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

De este proyecto se puede extraer información valiosa para su consideración como plantas, cortes y

algunos diagramas que sirve como método que ejemplifica el uso de medidas estratégicas pasivas dentro de nuestro contexto nacional en una de las zonas de mayor impacto solar.

Se resalta el impacto beneficioso que posee el proyecto en cuanto a su aporte a la comunidad del lugar, así como las técnicas empleadas en su construcción y la disposición de los materiales constructivos. Por medio de su análisis se logran reforzar algunas características relevantes y útiles en la construcción de la matriz de comparación.





Ilustración 38: Vistas de algunos detalles constructivos. Fuente: Centro de Cuido y Desarrollo Infantil de Nicoya, Entre Nos Atelier, 2013, (<http://arquitecturaenacero.org>)

2.1.5 Edificio Consorcio Santiago.

Este proyecto posee dos largos volúmenes que conforman una galería que contiene los accesos. Un cuerpo adosado al vecino tiene tres niveles, mientras el

cuerpo principal tiene 17 niveles y 75 m. de largo. Este cuerpo se curva en su fachada (ver ilustración 39 y 40) poniente para alinearse con los ejes de El Bosque y Tobalaba.



Ilustración 39: Vista aérea de la curvatura del edificio. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

Algunos de los principales aspectos acerca del proyecto en general se describen a continuación:

- Nombre: Edificio de oficinas, Banco Las Conde, Edificio Consorcio Santiago



- Localización: Chile
- Arquitectos: Enrique Browne, Borja Huidobro
- Área: 26720 m²
- Año: 1990
- Proveedores: Alucobond, Exxal
- Arquitectos Asociados: Ricardo Judson, Rodrigo Iturriaga
- Paisajismo: Juan Grim, María Ángela Schade
- Superficie Terreno: 3.781 m²



Ilustración 40: Vista fachada curva. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

El edificio fue sectorizado verticalmente, quedando los pisos inferiores para el Consorcio y los

catorce superiores para renta. Ambas áreas tienen acceso y circulaciones verticales independientes.

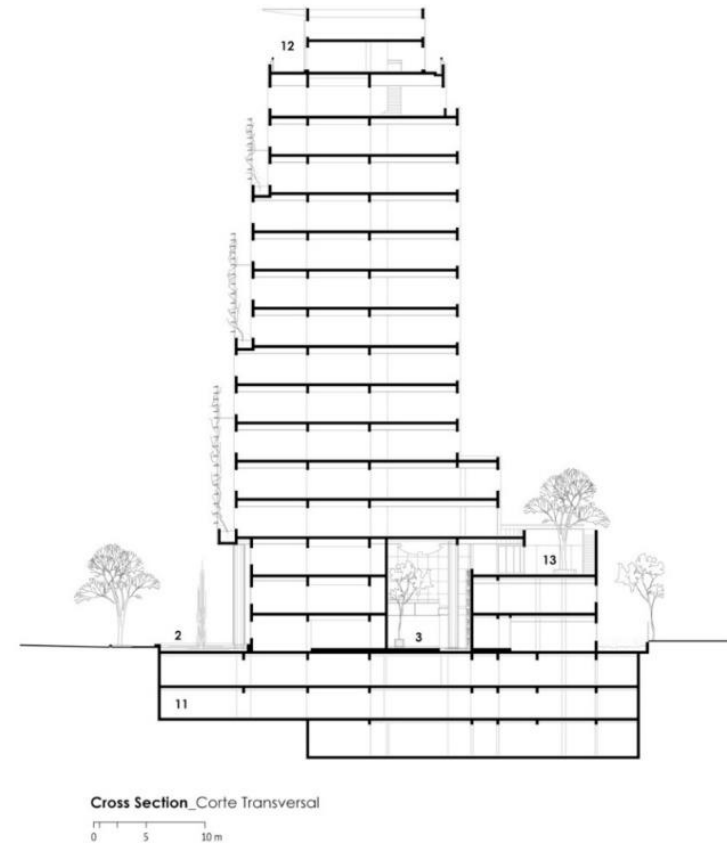


Ilustración 41: Corte transversal del edificio. Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



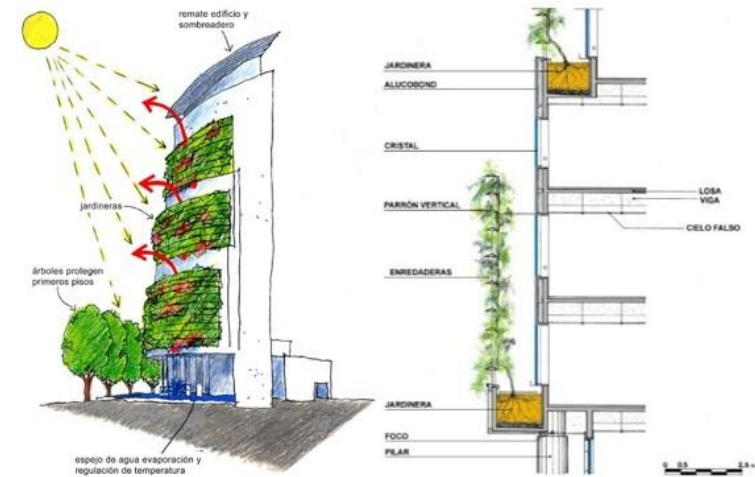
Los accesos están en los extremos de la galería. Al Consorcio se entra por el Sur, mientras a las oficinas de renta se entra por el Norte, a segundo nivel.

Esta zona proyecta los balcones sobre la primera planta lo que permite que ambos accesos queden visualmente relacionados.

Dentro de las principales estrategias sostenibles utilizadas en el edificio tenemos las siguientes:

- **Envolvente del edificio:** La orientación oeste produce en esta parte de la ciudad de Santiago graves problemas de calor en el verano.

Por este motivo, se trabajaron con medios técnicos y naturales, produciendo una doble fachada: una interior con termo paneles y otra exterior con vegetación.



*Ilustración 42: Detalle de la doble piel vegetal de las fachadas.
Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)*

De acuerdo con el portal digital de plataforma arquitectura, esta “doble piel vegetal” reduce la absorción solar. Además, transforma el edificio en un jardín vertical de unos 2.700 m², equivalente a los jardines de las casas que estaban en el lugar.

La vegetación da color al edificio y le da un aspecto cambiante durante las estaciones del año. Los



dos niveles superiores del edificio están protegidos por una gran visera metálica, la cual actúa como remate del edificio y protege el nivel superior.

- **Acondicionamiento Térmico:** La concepción general del Edificio Consorcio desde el punto de vista ambiental, se basa en la idea de que el edificio devuelve a la ciudad la vegetación que le quita al eliminar las casas y con ellas, los jardines, recuperándolas a través de una doble fachada en sentido vertical con una cubierta vegetal.
- **Sistema de Doble Fachada:** Compuesta por un primer plano de cerramiento con ventanas de doble vidrio hermético, y un plano exterior con vegetación trepadora/enredadera sostenida por una estructura vertical, que incluye parasoles de aluminio, que la complementan especialmente durante los primeros años de crecimiento de la vegetación.

Esta protección contribuye al acondicionamiento térmico, con el fin de reducir el sobrecalentamiento producto de la radiación incidente y excesiva sobre la fachada poniente, entre los meses de octubre a marzo, especialmente en los meses de verano, problema que, sumado a la ocupación de las oficinas y el uso de equipos electrónicos, habitualmente implica una mayor demanda de refrigeración, además de deslumbramiento.





Ilustración 43: Vista perspectiva de la fachada y su cubierta vegetal.

Fuente: Edificio de oficinas, Banco Las Condes, Arquitectos: Borja Huidobro, Enrique Browne, 1990, (<http://plataformaarquitectura.cl>)

- **Desempeño Ambiental y Consumo Energético:**

Según un estudio realizado el 2002 y completado el 2007, indica que tendría un 48% menos de consumo energético que el promedio general de edificios energéticos sustentables en Santiago.

Browne, el 2004, había estimado que la “piel vegetal” reduciría un 60% la radiación solar, con un 10% de ahorro en gastos energéticos, pero el Edificio Consorcio-Santiago tuvo mejor desempeño energético que el esperado.

Este menor consumo significaba un ahorro monetario del 28% respecto a los otros. El uso de la fachada vegetal significa un ahorro anual del 20% en gastos de energía, respecto al total del edificio.

Comparativamente un piso del Consorcio-Santiago con “doble piel vegetal” implica un 35% menos de energía, con un costo 25% menor que un piso sin cubierta vegetal.



- **Estrategias del Proyecto de Iluminación:**

Según el portal diseñoarquitectura.com, el proyecto se basó en 4 operaciones fundamentales:

- **Iluminación de la marquesina de coronación superior:**

Se propone valorizar la coronación del edificio mediante la instalación de proyectores de haluro metálico con haz simétrico bajo cada eje de las nervaduras que estructuran la marquesina.

- **Fachada de celosías y enredaderas:**

Es la operación más importante del proyecto y en base a la cual se construye la imagen nocturna del edificio. Las celosías son resaltadas mediante un trabajo de contraluz que se logra con proyectores de haluro metálico asimétricos instalados en las jardineras, tras las enredaderas.

El efecto le aporta en dramatismo al edificio y produce una trama irregular y contrastada constituida por las enredaderas y el conjunto de celosías y tensores metálicos.

El efecto es además dinámico, ya que cambia según las distintas densidades que presenta el follaje en las diferentes estaciones del año.

- **Cabezales norte y sur:**

Están constituidos por muros ciegos de toda la altura del edificio. El objetivo era barrer estos elementos en toda su elevación, para lo que se instalaron proyectores de haluro metálico en los jardines norte y sur, junto a las veredas.

- **Plaza de acceso y pileta:**

Para resaltar la base del edificio, se iluminan las columnas con equipos de inmersión ubicados en la base de estas. La estrategia se complementa con la iluminación de los juegos de agua.



Ficha Técnica Acondicionamiento Térmico y Lumínico:

- Altitud: 520 m.s.n.m.
- Zona Calefacción: >1250<1500 GD (Zona 5)
- Temperatura Media: 23, 4° Máxima Anual / 9,5° Mínima Anual.
- Temperatura Extrema: 36, 3° (enero) / -0,5° (julio).
- Humedad Relativa: Promedio Anual: 08.00 hrs. 82% H.R. / 14.00 hrs. 47% H.R./ 20.00 hrs. 62% H.R.
- Precipitaciones: Anual 335,6 mm / Máx. 24 hrs: 57,4 mm (julio) / Máx. mensual: 130mm (julio)
- Radiación Diaria: ENERO (Media) 7.796 Wh/m² día (Máxima) 8.432 Wh/m² día / JUNIO (Media) 1.475 Wh/m² día (Máxima) 2.695 Wh/m² día,
- Horas Sol: enero 359,4 hrs. / junio 81,2 hrs.
- Iluminancia: Latitud 8.500 lux / Treguencia 8.433 lux.

De acuerdo con la información analizada de este proyecto sostenible, podemos concluir, que el proyecto posee una estrategia de diseño que permite generar condiciones de confort necesarias en el desarrollo de las

actividades para el cual fue diseñado, y el alcance de los objetivos de ahorro energético.

Cuenta con información tanto textual como diagramática para conocer el proyecto a fondo, y cómo se relaciona con el medio natural con las principales variables que se circunscriben y que se sintetizan en los tres núcleos principales de sostenibilidad Físico-Ambiental, sostenibilidad Socio- Cultural y sostenibilidad Económico- Financiera.

En capítulos posteriores se desarrollan las tablas de evaluación preliminares del aporte sostenible que poseen estos edificios, sin embargo, cabe resaltar que los edificios anteriormente descritos tienen un carácter sostenible a partir de la descomposición de sus elementos tanto materiales como constructivos y su impacto a través de mecanismos de valoración en las áreas ambiental, económica y social.



2.1.6 Certificaciones para edificios sostenibles.

De las fichas técnicas se extra que existen cinco sistemas de certificación reconocidos Consejo Mundial de Construcciones Sostenibles (WGBC) que son los siguientes:

- **BREEAM:** Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (Reino Unido).
- **CASBEE:** Comprehensive assessment system for building environmental efficiency (Japón).
- **DGNB:** Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Alemania).
- **GREEN STAR:** Consejos Australiano, Neozelandés y Surafricano de Construcciones Sostenibles.
- **LEED:** Consejo de Construcción Sostenible los Estados Unidos, creador de LEED. El consejo de Construcción Sostenible de Canadá, al igual que el de la

India, han desarrollado sus propias versiones de LEED con el aval del USGBC (United States Green Building Council).

En Colombia y otros países del mundo, se han certificado construcciones utilizando el sistema LEED de los Estados Unidos, ya que estos países no han desarrollado sus propios sistemas de certificación, en el caso de Costa Rica específicamente contamos con la norma RESET. Estas normas buscan asegurar las buenas prácticas en materia de sostenibilidad en todos los componentes que se estarán ampliando en el capítulo de la aplicación del escenario seleccionado.



CAPÍTULO III FACTORES SOSTENIBLES, TECNOLÓGICOS Y CONSTRUCTIVOS



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



CAPÍTULO III: FACTORES SOSTENIBLES, TECNOLÓGICOS Y CONSTRUCTIVOS.

3.1 Tecnología e innovación en la arquitectura y la construcción.

El concepto de innovación, aplicado al desarrollo de proyectos de obras arquitectónicas y de ingeniería civil en la actualidad, cuenta con un amplio repertorio de nuevas posibilidades tanto constructivas tangibles como aquellas de carácter virtual que se manifiestan en diferentes niveles de especialización y campos de acción tales como: Infraestructura, materiales, eficiencia energética, visualización 3D entre otros, para nuestros efectos se abarcará brevemente los mencionados anteriormente, de manera que pueda acercarnos al sin fin de posibilidades que permiten los avances tecnológicos cada vez más diversos y que aportan desde su experiencia soluciones innovadoras de gran valor para nuestra profesión.

En las próximas páginas se presentarán algunas herramientas, estrategias y métodos más novedosos

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.

existentes en el mercado y algunas otras que se encuentran en su etapa de desarrollo, algunas otras que intentan introducirse en el mercado de los materiales con impactos muy positivos tanto para el ser humano como para el medio ambiente desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Además, se muestran ejemplos actuales y de entornos futuros en nuestro campo de la arquitectura, y como el término de innovación está implícito en realidades que hace algunas décadas era casi inimaginable.

3.1.1 Innovación en los herramientas y materiales de la arquitectura y construcción.

Innovación es una acción de cambio que supone una novedad. Esta palabra procede del latín innovatĭo, -ōnis que a su vez se deriva del término innovo, -are "hacer nuevo", "renovar", que se forma con in- "hacia dentro" y novus "nuevo".



Dado que la metodología de la innovación es un "proceso interdisciplinario y colaborativo" que contempla las necesidades y deseos de los consumidores/usuarios/beneficiarios/ ciudadanos/ entre otros,

Las posibilidades tecnológicas nuevas nos permitirán el desarrollo de productos, procesos o servicios que mejoren la calidad de vida, creando valor a la sociedad mediante una plataforma de Negocios.

3.1.2 Realidad Aumentada.

Las gafas de realidad aumentada HoloLens, se tratan de unas gafas capaces de crear una realidad mixta, esto es, compuesta por la suma indisoluble de lo virtual y lo real.

El usuario que se las pone puede ver imágenes proyectadas en 3D sobrepuestas sobre el entorno que le rodea en ese momento y, además, interactuar con ellas.

Una realidad diseñada por ordenador que se instala a la perfección en un contexto real.



Ilustración 44: La "madera metálica" vista a nivel molecular.

Fuente: innovation-hub.com/es, 2020.



3.1.3 ETFE.

Hasta hace poco, el mundo de la arquitectura consideraba los polímeros plásticos como materiales de construcción inferiores, útiles para generar superficies de fácil limpieza, pero despreciados al momento de diseñar aplicaciones a gran escala.

Sin embargo, gracias a una serie de innovaciones tecnológicas, los polímeros se están transformando en una opción seria para configurar y revestir proyectos de arquitectura.

Uno de los materiales más utilizados es el plástico a base de flúor, conocido como ETFE (etileno tetrafluoretileno). En la siguiente imagen se ve un ejemplo del uso de este material



Ilustración 45: Vistas del The Shed por Diller Scofidio Renfro en New York 2019 Fuente: <http://plataformaarquitectura.cl>

3.1.4 Impresión 3D.

Esta no es más que una de las posibles aplicaciones de la tecnología de impresión 3D, cuyo potencial es prácticamente infinito. Una de las grandes beneficiadas de esta innovación es la arquitectura.

Existen dos técnicas que permiten acelerar los procesos y abaratar los costos: impresión D-Shape o



impresión a gran escala y la impresión contour crafting, que es una máquina gigantesca que permita imprimir estructuras de hormigón que logre incorporar los conductos para todos los servicios como unidades eléctricas, fontanería y aire acondicionado.



Ilustración 46: Impresora 3D de concreto. Fuente: el español.com, 2020.

3.1.5 Madera Metálica.

Como ha informado un reporte científico de la revista digital Nature, un grupo de investigadores dirigido por James Pikul, profesor asistente en el Departamento de

Ingeniería Mecánica y Mecánica Aplicada de Penn Engineering, en conjunto con Bill King y Paul Braun de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, y Vikram Deshpande de la Universidad de Cambridge han desarrollado recientemente un material celular a base de níquel; tan fuerte como el titanio, pero hasta cinco veces más liviano.

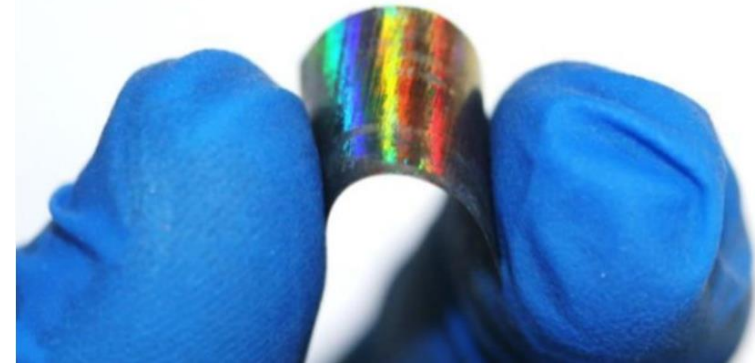


Ilustración 47: Una capa de madera metálica sobre una base de plástico. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-4705743>, 2020.

La importancia de esta innovación es que permitiría dar un respiro a la pérdida de bosques que



tienen una tendencia al alza en América Latina y del cual Costa Rica es parte de ellas a pesar de los esfuerzos por reducir este daño y permitir mejorar la gestión del recurso dentro de los próximos 30 años.

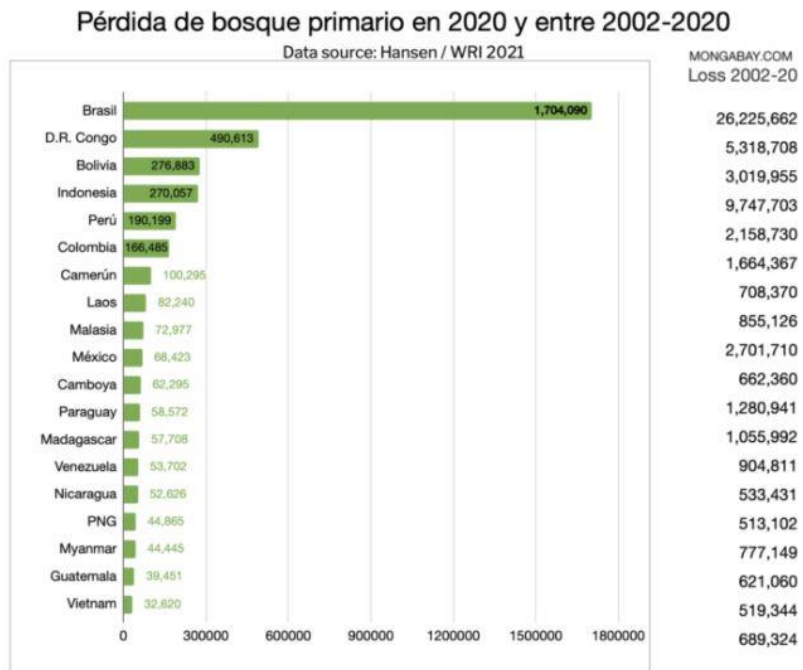


Ilustración 48: Pérdida de bosque primario entre 2002-2020.

Fuente: es.mongabay.com

La disposición de los átomos en los metales determina su fuerza, y mientras más alineados se encuentren entre sí, más fuertes son. “Las propiedades mecánicas del material se pueden controlar variando la geometría a escala nanométrica, (entregando) la alta resistencia mecánica y la estabilidad química del metal, y una densidad cercana a la de los materiales naturales, como la madera”, asegura el reporte del sitio web archdaily (2019).

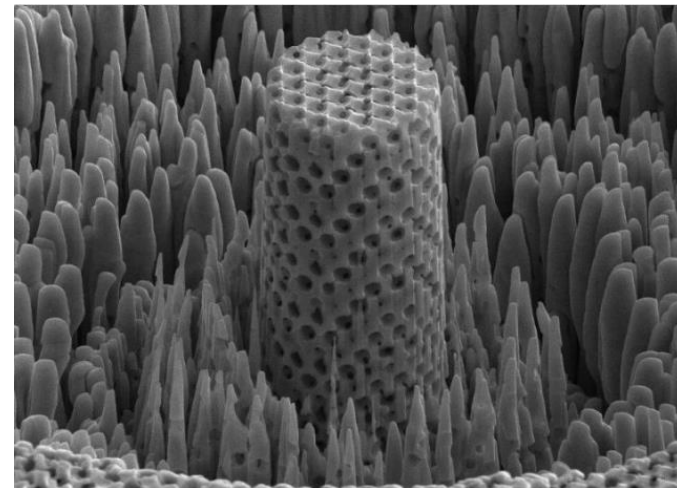


Ilustración 49: La “madera metálica” vista a nivel molecular. Fuente:

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-47057437>, 2020.



3.1.6 Modelados de Información de Construcción.

BIM: (Modelado de información de construcción). Esta innovación está basada en un sistema dinámico de visualización virtual que hace uso de una plataforma 3D inteligente para diseñar toda clase de estructuras.

Los modelos con esta tecnología son capaces de simular cualquier proyecto de ingeniería o arquitectura a escala de forma virtual.

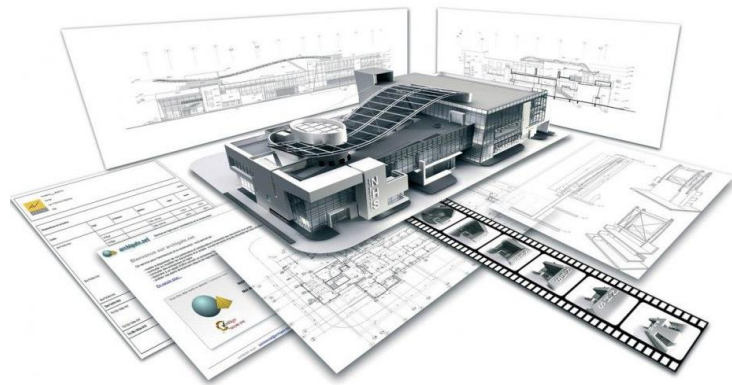


Ilustración 50: Modelado colaborativo BIM. Fuente: Autodesk, 2020.

NAVIS WORK: Usado principalmente en industrias de construcción para complementar los paquetes de diseño 3D (como Autodesk Revit, AutoCAD y MicroStation) Navisworks permite a los usuarios abrir y combinar modelos 3D, navegar alrededor de ellos en tiempo real (sin la posibilidad de WASD) y revisar el modelo usando un conjunto de herramientas que incluyen comentarios, redlining, punto de vista y mediciones.

Una selección de complementos mejora el programa a través de agregar la detección de obstáculos y/o interferencias, simulación de tiempo (4D), procesamiento de la información de forma fotorrealista y publicación en archivos con extensiones similares a PDF.





Ilustración 51: Modelado en NAVIS WORK. Fuente: gopillarnews.com, 2020.

3.1.7 Robots en construcción.

Es parte de la llamada *maquinaria inteligente*, Hadrian y creado por el australiano Mark Pivac, es capaz de colocar hasta 1000 ladrillos por hora o el equivalente a construir una casa en 2 días.

Esta máquina se orienta mediante un plano tridimensional para construir la obra y calcular la cantidad de material necesario.



Ilustración 52: HADRIAN robot albañil. Fuente: planoyescala.com, 2020.

Los ejemplos expuestos anteriormente muestran los múltiples beneficios que la innovación en el desarrollo de proyectos ha logrado particularmente en las últimas décadas en el mundo entero.

La exploración en la innovación en el desarrollo de proyectos constructivos es un campo que ha cobrado alcances inimaginables con el pasar de los años y se ponen al servicio de la arquitectura y construcción una serie de descubrimientos científicos y avances tecnológicos que permiten que podamos optimizar diferentes procesos, mejorándolos y poniéndolos al



alcance de los distintos sectores y necesidades del mercado constructivo.

Las múltiples contribuciones de otros campos interdisciplinarios han permitido que el intercambio de información sea mucho más eficiente y eficaz que en otras épocas de la historia, haciendo posible que el hombre ya no sienta tan lejana la posibilidad de construir inclusive en otros ámbitos del sistema solar dado este enorme salto tecnológico en innovación de proyectos constructivos.

La exploración de estas innovaciones en materiales, métodos y técnicas ha posibilitado maximizar el desarrollo de infraestructura sostenible, aportando además investigación tanto desde el punto de vista ambiental como técnico constructivo de diferentes soluciones que los edificios sean una respuesta en sí mismos y promotores de cambio en materia de sostenibilidad.

Es por este motivo que el uso de herramientas virtuales con mayor precisión se irá incrementando y más necesario en el desempeño diario de sus tareas.



3.2 Prospectiva.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define el término Prospectiva como: *"Conjunto de tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos o sociales."* (2006, p. 1).

Es importante hacer mención que este concepto no es ajeno a la arquitectura, sino que el término se amplía y agrega un gran valor al incluir también matices ecológicos:

"Ello le permite anticiparse al futuro y formalizar en la actualidad un nuevo paradigma ecológico de la actividad humana en general, y de la ingeniería y de la arquitectura en particular, que permita una correcta evolución social y que garantice la satisfacción de las necesidades de los humanos, y su trascendencia futura". (De Garrido, 2021, luisdegarrido.com).

A partir de ambas definiciones, se observa la relevancia de las tecnologías emergentes y visualizar a la ingeniería y arquitectura dentro de una dinámica social que vaya en la dirección correcta.

Otros autores como Echandi afirman al respecto del uso de la prospectiva y sostenibilidad entre otros factores:

"La prospectiva produce de manera comprensible datos, información y conocimiento sobre los desarrollos futuros, sea de la sociedad, ciencia y tecnología, economía, industria...y tiene en cuenta la evolución futura de determinadas variables cuantitativas y cualitativas." (2003, p.21)

De lo comentado en el apartado anterior se observa una tendencia al uso y exploración de nuevas estrategias, herramientas y tecnologías virtuales que poseen mayor precisión tanto a la hora de la conceptualización del proyecto como a la hora de hacer eficiente la programación y desarrollo de la obra,



impactando de manera directa los costos y los tiempos de entregas de los proyectos de obra.

A partir de estos conceptos es posible observar que una de las fuentes que podemos utilizar son las megatendencias como indicador para anticiparnos en diferentes escenarios contemplando entornos de incertidumbre.

Se logra considerar que, conforme pasen los años y las investigaciones en los diferentes campos de la ciencia y la tecnología avancen, tanto más será el grado de desarrollo e innovación en la arquitectura y construcción, permitiendo conservar tanto el entorno físico como el confort humano en sus diferentes facetas cotidianas.

3.3.1 Megatendencias.

De acuerdo con Funds Society (2020) el concepto de megatendencias se define como: "un grupo diferenciado de potentes fuerzas de cambio sociales, demográficas, medioambientales y tecnológicas que

están reestructurando nuestro mundo. Estas tendencias evolucionan independientemente del ciclo económico, y aunque pueden desarrollarse de modos diferentes y a un ritmo diferente, cada una posee la capacidad para redibujar el panorama financiero."

En un sentido más amplio, las megatendencias son visiones del futuro que vamos construyendo a partir de lo que sucede en la actualidad en nuestro entorno, las mismas ayudan a anticiparse y a entender de mejor manera los retos que enfrentamos ante los nuevos retos de los proyectos, tratando de visualizar qué necesitarán en el futuro.

Las megatendencias nacen a partir de varios comportamientos, que los podemos dividir en dos grandes grupos: Megatendencias sociales que son cambios de comportamiento, como por ejemplo los cambios sobre el individuo o el ser humano que varían por esa fuerza mayor que ocurre en el macroambiente y las Mega tendencias tecnológicas derivados de los avances científicos.



Actualmente, es posible contar con estudios y análisis de tendencias a nivel global (Nivel macro) que tienen la capacidad y la precisión para ayudarnos a entender y determinar los factores cuantitativos que a su vez permiten seleccionar las variables de mayor interés que afectan de manera directa la dirección de los mercados locales e internacionales incluido el de la construcción en nuestro país.

El planeta entero está experimentando un cambio acelerado y exponencial en prácticamente todos los niveles y hay una serie de megatendencias en funcionamiento que están alterando la vida tal como la conocemos por medio de una evolución natural en la esfera del aprendizaje, para alinearse con el futuro del trabajo.

Las formas de experimentar la vida y la realidad a menudo recaen en las nuevas tecnologías disruptivas que también será parte de este documento más adelante.

3.3.2 Las megatendencias 2020.

Las megatendencias que marcaron el año 2020 durante la época de pandemia también han influido el 2021 teniendo como el común denominador la velocidad en que los cambios se han generado, a partir de esto se identificaron cuatro megatendencias mundiales que modifican el desarrollo del ejercicio de la arquitectura y construcción.

3.3.3 Rápida urbanización.

Es evidente que la población mundial sigue un crecimiento acelerado y esta población en aumento se está mudando a las ciudades con la promesa de una vida mejor. Si bien esto no es nada nuevo, debido al rápido aumento de la población, el ritmo y el volumen de la urbanización serán asombrosos.

- Se estima que para el año 2030, la población mundial alcanzará un número de 8.500 millones de personas. Actualmente más de 4 mil millones de



personas (equivalente a más de la mitad de la población mundial), viven en ciudades.

- Para 2050, agregaremos 2.500 millones de personas más a las ciudades, lo que significa que el 68% de la población mundial vivirá en ciudades para 2050.
- Para 2030, se proyecta que habrá 43 megaciudades, ciudades con una población de 10 millones o más. La mayoría de ellos estarán en países en desarrollo, con 8 en China y 7 en India.
- Para 2050, las ciudades generarán el 80% del PIB mundial. La OCDE proyecta que el PIB mundial será de \$ 218 billones para 2050. El 80% de eso es \$ 174 billones.

Para Costa Rica la influencia de esta megatendencia puede observarse en el diagrama 2, que precisamente muestra un aumento exponencial hacia el

2050 de la presencia de más actividad en áreas urbanas, y, por el contrario, la disminución en áreas rurales, lo que permite advertir la necesidad de más y recursos mucho más especializados que satisfagan un mercado creciente y exigente durante los próximos 30 años.

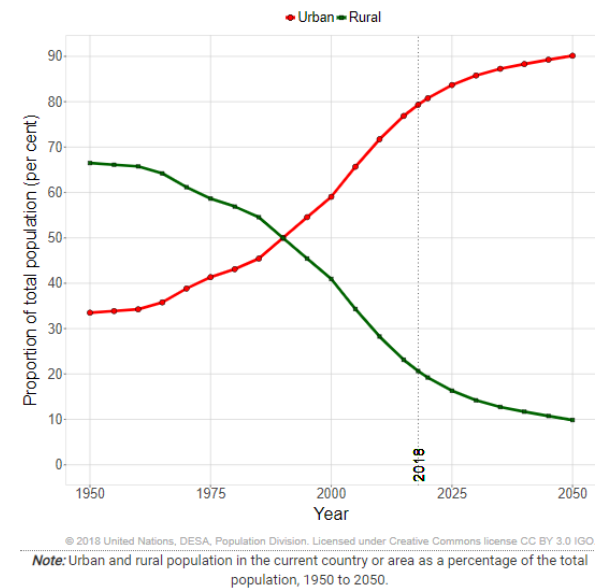


Diagrama 2: Porcentaje de población en áreas urbanas y áreas rurales en Costa Rica. Fuente: DESA Population Division de la ONU, 2020.



En el diagrama 3 es posible observar como la mancha roja representando la ocupación de la población por millones se convierte en un factor de muchísima relevancia y que para el 2050 alcancen casi 6 millones de personas influyendo de una forma importante en la necesidad de satisfacer la demanda creciente de servicios e infraestructura.

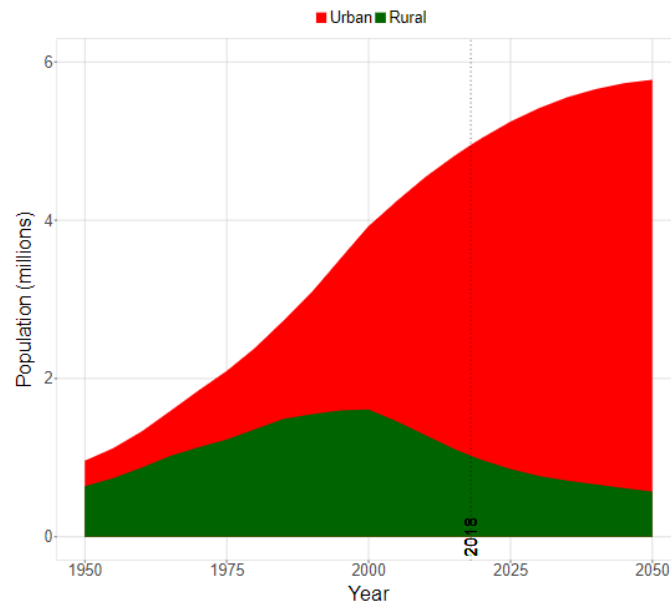


Diagrama 3: Población urbana y rural en Costa Rica. Fuente: DESA Population Division de la ONU, 2020.

3.4 Demografía creciente.

El primer factor que se ha identificado y considerado como uno de los de mayor influencia actualmente es el crecimiento de la población mundial, la ONU en el 2019 aclara lo siguiente: "Se espera que la población mundial aumente en 2.000 millones de personas en los próximos 30 años, pasando de los 7.700 millones actuales a los 9.700 millones en 2050, pudiendo llegar a un pico de cerca de 11.000 millones para 2100" y de ese porcentaje el 25%; América Latina y el Caribe, y aproximadamente un 70% de la población total vivirá en las ciudades produciendo cambios importantes en la configuración de estas.

En la ilustración 53 se observa el crecimiento proyectado hasta el año 2100 donde la población total rozará los 11200 millones de habitantes.



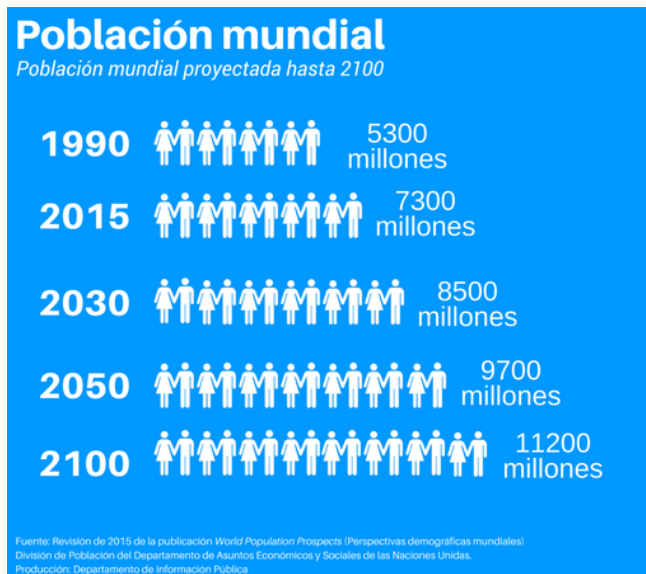


Ilustración 53: Previsión de crecimiento de la población mundial.
Fuente: Revisión de 2015 de la publicación World Prospects ONU. 2020.

Para nuestro país, la influencia de este factor parece ir en disminución debido a una proyección realizada desde el 2020 hasta el 2100, donde también se observa que la línea media se mantiene estable desde inicios del año 2080.

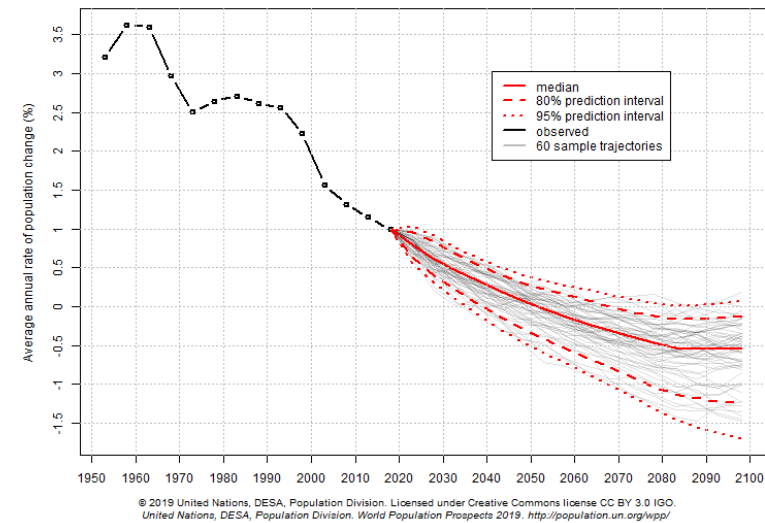


Diagrama 4: World Population Prospects 2019, Proyecciones de crecimiento de población para Costa Rica. Fuente: DESA Population Dynamics, 2019.

3.5 Hiper globalización.

Podría decirse que la hiperglobalización comenzó hace 2.000 años con la Ruta de la Seda de 6.000 km que conectaba Eurasia. Sin embargo, la interconexión y el "aplanamiento" del mundo se dispararon realmente cuando Internet se generalizó. Hoy estamos más conectados que nunca con 4.500 millones de personas



en línea, casi el 60% de la población mundial. La proliferación de Internet y los dispositivos móviles ha permitido el crecimiento de un vasto mercado digital de empresas de las que nunca hemos oído hablar, en ciudades en las que no hemos estado y que trabajan en plataformas tampoco antes vistas.

A nivel mundial, se lanzan 100 millones de nuevas empresas cada año, y la escala global ya no es competencia de compañías bien establecidas, ya que los negocios emergentes están aprovechando las plataformas digitales para escalar a un ritmo sin precedentes.

3.6 Innovación acelerada.

Como nos bombardean constantemente con tecnología más barata, rápida, potente y accesible, es fácil olvidar que el rápido ritmo del cambio tecnológico se debe a que las tecnologías digitales generalmente siguen una trayectoria exponencial frente a una lineal.

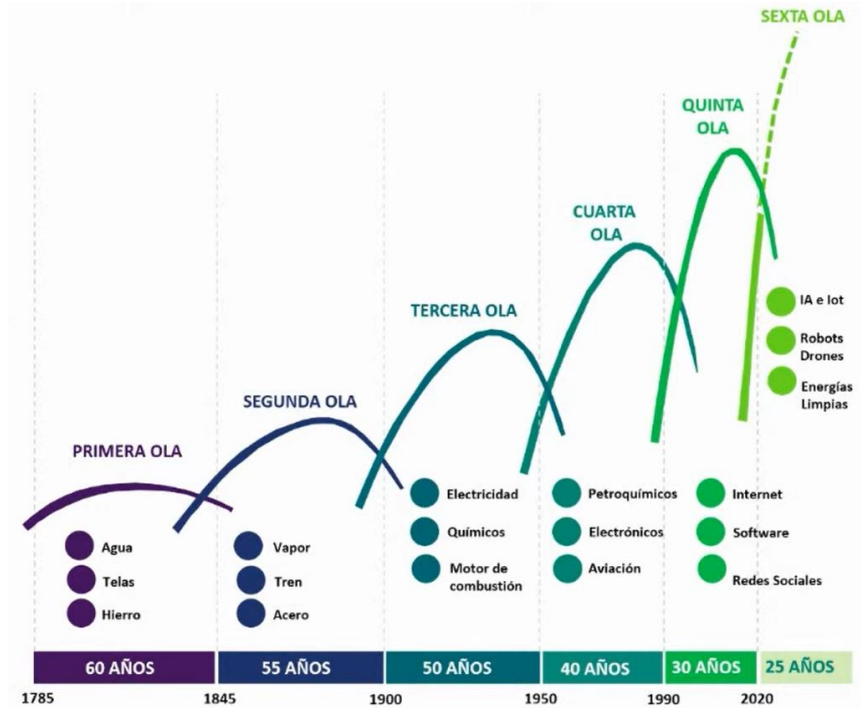


Ilustración 54: Historia de los ciclos de innovación.

Fuente: Charla Espacios y Dimensiones, 2021.

También es la razón por la que este rápido ritmo de cambio solo acelerará el avance, de 4 maneras significativas:



- **Todo más inteligente:** todo lo que nos rodea está siendo desarrollada con base en la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Para el año 2030, la IA podría generar 13 billones de dólares de actividad económica global adicional.

- **Automatización:** esta inteligencia omnipresente nos está ayudando a automatizar todo, desde las industrias hasta nuestra fuerza laboral; el 30% de nuestro trabajo podría automatizarse para 2030.

- **Aumento:** la tecnología también está cambiando lo que significa ser humano, ayudándonos a ser más inteligentes, más fuertes y saludables. La biología se ha convertido en la próxima gran plataforma de software. Como ejemplo, se proyecta que el mercado de aumento humano crecerá de \$ 70,9 mil millones en 2019 a \$ 206,9 mil millones en 2024.

- **Personalización:** Todo se está volviendo más personalizado y bajo demanda, no solo productos digitales sino también productos físicos. También es un factor clave en las decisiones de compra de los

consumidores: el 33% de los consumidores terminaron su relación con una organización porque su experiencia no fue lo suficientemente personalizada.

Por otra parte, según el sitio web Euromonitor International, se han identificado las 8 megatendencias que generarán un gran impacto global y que cambiarán el mundo en 2030. Dentro de ellas la que ocupa el puesto número 1 pertenece a Smart Cities y Smart Homes, que describe el escenario de la siguiente forma:

- Las poblaciones de centros urbanos aumentarán casi el doble de rápido que la proyección total y alcanzarán el 60% del estimado mundial esperado para el 2030.
- Tendremos más y mejores “ciudades verdes” tecnológicamente avanzadas que operarán en una red inteligente, aprovechando las últimas tecnologías como la 5G entre otras que emergerán en las próximas décadas.



Un buen ejemplo de edificios con la aplicación de este tipo de conceptos y visiones futuristas de arquitectura y construcción que emplean pautas sostenibles en su diseño es el edificio WOHA ARCHITECTURE Park Royal Building de Singapur, representado en la siguiente ilustración:

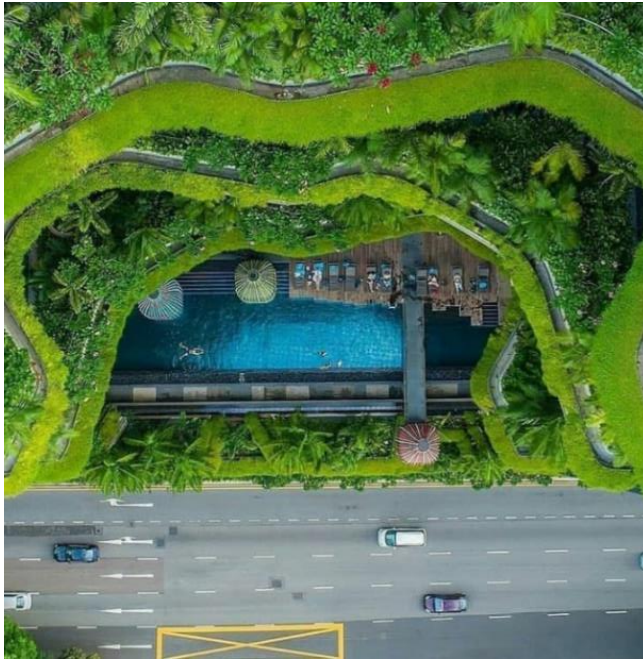


Ilustración 55: Vista aérea Park Royal Building de Singapur. Fuente: Google maps, 2020.

3.7 Cambio climático.

El Cambio Climático, conocido por sus siglas como CC, es uno de los mayores retos de los próximos años para la humanidad debido a sus efectos tales como la variación en las lluvias, aumento del nivel del mar y de la temperatura, etc. en diferentes escalas de tiempo.

Debido a la naturaleza de esta investigación de ofrecer una visión amplia anticipando algunos factores que influirán en las estrategias y decisiones que llevaremos a cabo en la práctica profesional, se hace referencia a este tema tan relevante del CC desde una perspectiva novedosa de los escenarios futuros como lo afirma Veeger (2021):

Un número creciente de investigadores está descubriendo que la anticipación de posibles futuros puede ayudar a imaginar, y poner en marcha, las transformaciones necesarias para reducir las emisiones y hacer que las sociedades sean resilientes al cambio climático.



Esta visión innovadora de enfrentarse de manera estratégica ante problemas tan complejos lo podemos conocer desde su significado como indica Vegger (2021):

Los escenarios futuros es una metodología desarrollada por la Universidad de Oxford y CCAFS, pueden ayudar a planificar futuros inciertos integrando el cambio climático con otros factores de referencia, como los niveles de desarrollo socioeconómico y los diferentes regímenes de gobierno. Los escenarios permiten a los responsables políticos explorar diversas vías futuras.

La importancia de este tipo de estudios son el aporte que manifiestan precisamente en reforzar los compromisos frente a estos cambios, pero al mismo tiempo plantean inquietudes que permiten ver más allá con respecto a las decisiones del presente:

Durante el año 2020, sintiéndose comprometidos a aumentar la ambición de su actual Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en

inglés), el refugio forestal de Centroamérica utilizó varias vías para explorar cuánto podrían reducirse las emisiones bajo un gran número de escenarios futuros, y qué medidas son necesarias si las cosas no salen como se planean. Por ejemplo, la gran área metropolitana se enfrenta a grandes retos en materia de tráfico y transporte. Un tren eléctrico sería una solución ideal para desatascar el tráfico a escala.

Pero ¿si estos planes se retrasan debido a la recesión económica provocada por la pandemia?, ¿Qué alternativas podrían ayudar al país a retomar el camino, y cuántas emisiones podrían ayudar a reducir?, y ¿qué otros cambios podrían producirse a escala local o global que desviarán totalmente la realización de los objetivos climáticos, a pesar de los bien pensados planes de adaptación y mitigación del país?





Ilustración 56: Proyecto tren eléctrico. Fuente: crhoy.com, 2021

A partir de este hallazgo es posible conocer más acerca de los factores que requieren de mayor atención y son considerados críticos tales como: cambio de uso del suelo, la gestión de la biodiversidad, la gobernanza de los recursos hídricos, el desarrollo tecnológico y el conflicto o la colaboración con otros países de la región.

Para nosotros como profesionales del campo de la arquitectura y construcción existen al menos 7 formas en las cuales podemos contribuir a luchar contra el cambio

climático como lo afirma en el 2021 el AIA (American Institute of Architects):

- **Respondiendo al cambio climático:** Explore los impactos del calentamiento del planeta en los edificios y las comunidades, las herramientas para consultar durante el diseño y las estrategias de diseño de adaptación y mitigación asociadas. Publicado en 2018.
- **Mejores prácticas para la adaptación al cambio climático y resiliencia para edificios existentes:** Una revisión de programas, iniciativas y actividades nacionales e internacionales relacionados con la mejora de la resiliencia de los edificios existentes a los impactos del cambio climático. Publicado en 2013.
- **Informe Nacional de Evaluación del Clima:** Examina los impactos regionales proyectados del cambio climático. También incluye un capítulo específicamente sobre el entorno construido, los sistemas urbanos y las ciudades. Publicado en 2018.



- **Cal-Adapt:** Proporciona una visión de cómo el cambio climático podría afectar a California. Encuentre herramientas, datos y recursos.
- **Prácticas prometedoras en adaptación y resiliencia:** una compilación de estudios de caso que examinan la planificación de la adaptación climática a escala comunitaria.
- **Estándares voluntarios de resiliencia:** una evaluación del mercado emergente para la resiliencia en el entorno construido: un informe que muestra los principales estándares que brindan orientación para preparar edificios, infraestructura y otros sistemas para amenazas, así como para fomentar la cohesión comunitaria. Publicado en 2017.
- **Intercambio de conocimientos sobre adaptación climática:** una plataforma para compartir conocimientos que proporciona estudios de casos, herramientas y recursos sobre todas las fases de la

adaptación climática y cubre escalas locales, regionales y nacionales dentro de los Estados Unidos.

El AIA, también propone dos sugerencias para unirse a esta lucha contra la influencia de los cambios acelerados del cambio climático. Si bien no podremos revertir por completo los impactos del cambio climático, podemos orientar a nuestros equipos de diseño y clientes en estrategias de adaptación al clima. Los arquitectos tienen la responsabilidad de defender el diseño sostenible, que puede ser mejor para el medio ambiente, mejor para las personas y hermoso al mismo tiempo.



Ilustración 57: Comunidades como Boca San Carlos. Fuente: nación.com, 2021.



CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO.

4.1 Instrumentos de evaluación.

La metodología utilizada, se basa en un análisis secuencial de la información (ver Diagrama 5) recopilada durante esta primera fase del curso. Inicia con en el ejercicio de análisis de 5 edificios con características

sostenibles donde es posible encontrar comunes denominadores en la búsqueda de factores y variables que sirvan en el diseño del instrumento de evaluación.

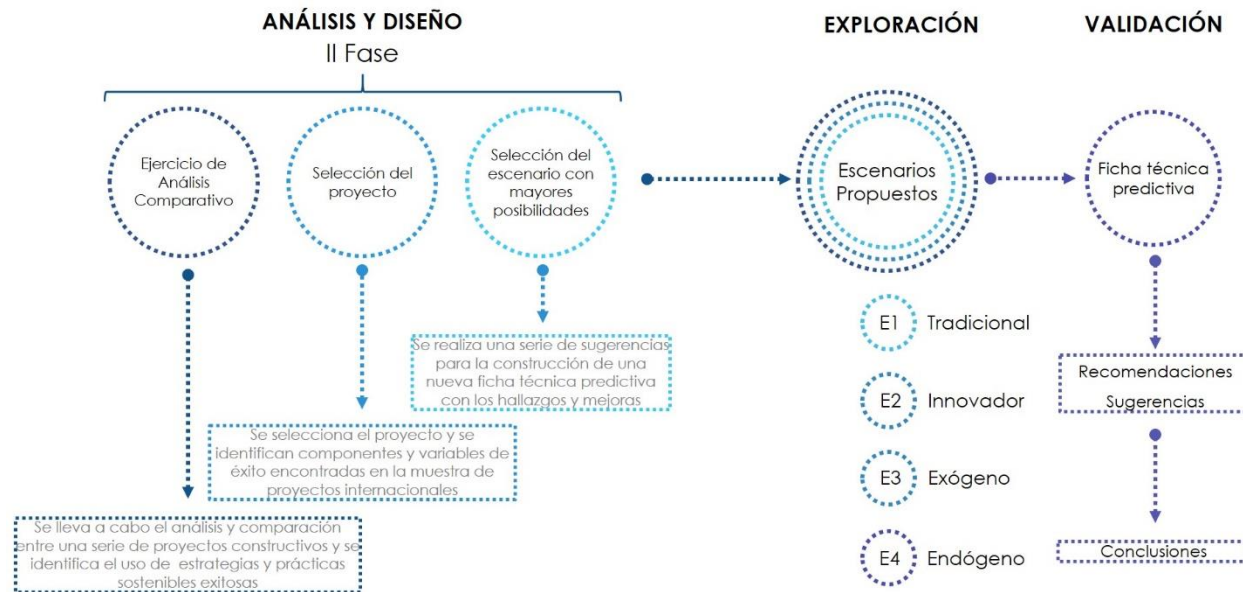


Diagrama 5: Diagrama metodológico de la Fase II. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



En esta sección se identifican una serie de parámetros de aplicación general en diferentes tipos de edificaciones, lo que permite conocer más acerca de normas y estrategias de diseño sostenible y su impacto en los ámbitos físico ambiental, económico financiero y socio cultural. De este modo, se genera un primer acercamiento a una matriz de resultados que se definirá en el resto de este capítulo.

4.2 Etapa I: Análisis preliminar.

4.2.1 Construcción de un instrumento preliminar de evaluación.

Para el desarrollo de este capítulo inicialmente se desarrolló de manera preliminar una tabla (ver tabla 1) con una serie de variables aplicadas a los tres núcleos de un posible cuadro de referencia para la construcción del esqueleto de la matriz encontrada en el modelo multicriterio.

Los tres núcleos principales son el de sostenibilidad Físico- Ambiental, sostenibilidad Socio- Cultural y sostenibilidad Económico- Financiera.

VARIABLES		Sostenibilidad Físico-Ambiental	Sostenibilidad Sociocultural	Sostenibilidad Económico - Financiera
Unidad	Terreno			
	Envolvente superior			
	Envolvente inferior			
	Estructura			
Sistema Constructivo	Equipamiento e instalaciones			
	Uso componentes sistema abierto o cerrado			
Adaptación a sistemas constructivos	Flexibilidad y diseño modular			
	Transformación			
	Dimensionamiento			
	Carácter			
Evaluación	Modificaciones técnicas			
	Funciones alternativas			
	Coordinación modular			
	Ajustes y Tolerancias			
	Durabilidad			
	Intercambiabilidad y mantenimiento			
	Transmisión de esfuerzos			
	Seguridad al fuego			
Aislamiento térmico-acústico				
Evaluación	Seguridad de montaje e instalación			
	Cualidades visuales			
	Estética			

Tabla 1: Primera Matriz preliminar de análisis. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Para esta tabla o instrumento de evaluación comparativa se trataron de recoger las principales



variables y estrategias pasivas de diseño sostenible de todos los proyectos.

Se identificaron las características comunes y predominante de cada uno de los proyectos seleccionados, y luego de analizarlas, se agruparon de forma tal que las variables permitan generar conceptos útiles en la elaboración del esqueleto propuesto en este capítulo de la investigación, haciendo valiosos aportes en relación con su aplicabilidad al proyecto nacional seleccionado como objeto de análisis.

Dentro de las principales variables que han sido tomadas en cuenta tenemos:

- **Unicidad:** El proyecto como un todo integral, como suma de sus partes individuales: Terreno, envolvente superior, envolvente inferior, estructura, equipamiento e instalaciones.

- **Sistema Constructivo:** Uso de componentes sistema abierto o cerrado, flexibilidad y diseño modular.
- **Adaptación a sistemas constructivos:** Transformación, dimensionamiento, carácter modificaciones técnicas, funciones alternativas.
- **Evaluación:** Coordinación modular, ajustes y tolerancias, durabilidad, intercambiabilidad y mantenimiento, transmisión de esfuerzos, seguridad al fuego, aislamiento térmico acústico, seguridad de montaje e instalación, cualidades visuales, estética.

Posteriormente, a la evaluación de estas variables e identificarlas en la mayoría de los proyectos, se procede a generar una depuración en una tabla comparativa de todos los proyectos en conjunto (Ver tabla 2).



COMPONENTE	VARIABLES (Sub Componente)	Bolueta Towers	Nest We Grow	Quito Publishing House	CECUDI (Red de cuidado)	Edificio Consorcio Santiago
Físico Ambiental	Terreno					
	Agua					
	Sol					
	Viento					
	Materiales					
	Emisiones a la atmósfera					
	Uso de vegetación					
	Aplicación de leyes o reglamentos					
	Confort del usuario					
Económico Financiero	Instalaciones					
	Mantenimiento					
	Costo de la obra					
	Sistema constructivo					
	Control de consumo de energía					
	Uso de estrategias renovables					
	Plazos de la obra					
	Contratos					
Socio Cultural	Normativas locales					
	Normativas internacionales					
	Certificación					
	Configuración del edificio					
	Uso de programas sociales					
	Apoyo a la comunidad					
	Percepción y mejora visual					
	Accesible a medios urbanos					

Tabla 2: Segunda Matriz preliminar de análisis. Fuente: Elaboración personal, 2020.



A partir de los dos ejercicios realizados, tanto en la primera como la segunda matriz, podemos observar que, hay ciertos patrones que son de suma importancia para la identificación y selección del proyecto con mayores atributos y elementos relacionados con temas de eficiencia energética, este es uno de los motivos por los cuales se incluyen en una siguiente fase de forma amplia donde se homologa el análisis realizado al proyecto nacional en busca de mejores prácticas constructivas.

Por otra parte, se empieza a observar que uno de los proyectos analizados como el de Nest We Grow de Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design, posee características de diseño sostenible que a pesar de su poca área (85 m²), logra desarrollar un complejo, pero eficiente uso del espacio.

Los recursos materiales, la técnica para generar estructura de madera con resultados que evidentemente permiten una perfecta simbiosis con la comunidad y con el medio en el cual se desarrolla el proyecto.



Ilustración 58: Vista interna del proyecto Nest We Grow. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>).



A partir de la segunda matriz de análisis preliminar, se establece la jerarquización de las categorías asignadas en los componentes y las variables que se convertirán a su vez en los sub- componentes y de esta manera se establecerá una descripción más clara y precisa que permite calibrarla y categorizarla correctamente en la tabla, resaltando la mayor contribución del análisis de los proyectos que han sido tomados en cuenta.

Al realizar la escogencia de este proyecto como referencia obedece al cumplimiento excepcional de factores y variables dentro del orden de la materialidad, constructividad y sostenibilidad, que han sido manejadas de manera eficiente y que a pesar de su escala resuelven de manera satisfactoria el problema de diseño aportando soluciones innovadoras en los diferentes ámbitos analizados.

La Fundación LIXIL JS, que patrocina Memu, celebra un concurso de arquitectura anual para ideas

innovadoras beneficiosas para el medio ambiente e invita a participar a un número limitado de universidades.

Nest We Grow es el proyecto que ganó en 2014, y los estudiantes de la Universidad de Diseño Ambiental de UC Berkeley lo han construido bajo la supervisión de Kengo Kuma.

Se presenta como una propuesta de sustentabilidad al seguir el ciclo de vida de los alimentos locales: cultivo, cosecha, almacenamiento, cocción, comedor y compostaje.



Ilustración 59: Vistas del proyecto seleccionado. Fuente: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley, 2014, (<https://archdaily.com>).



Materialidad:

Las principales estrategias sostenibles que posee este proyecto son:

- Se formaliza en un espacio de flujos de agua, luz, aire, alimentos y personas.
- El cerramiento de paneles ondulados de policarbonato translúcido calienta gradualmente el interior durante el día, prolongando la temporada de producción hasta los meses de invierno, y por la noche se convierte en un farol en la oscuridad del paisaje.
- No hay un solo espacio cerrado en una superficie de 85,4 metros cuadrados, por lo que la relación entre interior y exterior es completamente fluida.
- Se han instalado muros de hormigón en la base para mitigar los vientos del noroeste, generando espacios de cocina, escaleras y macetas para plantas.
- La estructura de madera de alerce local consta de nueve pilares, cada uno a su vez formado por cuatro secciones cuadradas de 150 milímetros conectadas por placas de acero.
- Las uniones transversales con dos pares de vigas de 27x250 milímetros se realizaron mediante ranuras extraídas de la carpintería tradicional japonesa.
- La ligereza estructural hace posible que los pisos formen la fachada y cambien de color con las estaciones.

Constructividad:

Las principales características que posee este proyecto y que son aplicables al caso de estudio seleccionado son las siguientes:



4.3 Selección del estudio de caso aplicado:

Esta selección corresponde principalmente por las múltiples oportunidades de mejora encontradas durante el análisis de los valores y las variables a nivel material, constructivo y sostenible. A pesar de que el edificio sí obedece a algunas sugerencias en diseño tal como la disposición del lote que beneficia la protección solar la mayoría del tiempo, la misma no es 100% eficiente o aprovechada de manera efectiva.

A partir de estos hallazgos, se busca hacer una serie de recomendaciones generales, que permitan eventualmente incorporarse en este y otros proyectos a través del análisis de los posibles escenarios que enfrentarían por medio de modificaciones estudiadas con antelación. Por este motivo se recogieron los principales aportes, métodos y técnicas encontrados en la materialidad, la constructividad y la sustentabilidad del proyecto internacional seleccionado.

Evaluación de los proyectos seleccionados:

La tabla 3 hace una reseña de las principales variables que tienen influencia para la posterior selección del proyecto como estudio de caso del presente análisis.

COMPONENTE	VARIABLES (Sub Componente)	Nest We Grow
Físico Ambiental	Terreno	
	Agua	
	Sol	
	Viento	
	Materiales	
	Emisiones a la atmósfera	
	Uso de vegetación	
	Aplicación de leyes o reglamentos	
	Confort del usuario	
Económico Financiero	Instalaciones	
	Mantenimiento	
	Costo de la obra	
	Sistema constructivo	
	Control de consumo de energía	
	Uso de estrategias renovables	
	Plazos de la obra	
	Contratos	
Socio Cultural	Normativas locales	
	Normativas internacionales	
	Certificación	
	Configuración del edificio	
	Uso de programas sociales	
	Apoyo a la comunidad	
	Percepción y mejora visual	
	Accesible a medios urbanos	

Tabla 3: Resumen de los valores obtenidos Nest We Grow. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Una vez realizado un acercamiento a las primeras matrices de criterios y evaluaciones mostradas anteriormente en la tabla 1-2, ahora se busca unir y consolidar todos esos conceptos e irlos definiendo dentro de su propio ámbito:

- Ámbito 1 Componentes de Sostenibilidad Físico Ambiental.
- Ámbito 2 Componentes de Sostenibilidad Socio Cultural.
- Ámbito 3 Componentes de Sostenibilidad Económico Financiero.

Para cada uno de los ámbitos anteriores se inicia el planteamiento y el replanteamiento de la información y los datos procesados en el inicio de esta sección.

4.4 Componentes:

A continuación, se muestran algunos de los subcomponentes y las definiciones que empiezan a dar consistencia a las partes de forma estructurada del modelo multicriterio que se utilizará eventualmente en el análisis del proyecto.

4.4.1 Ámbito 1 Componente de sostenibilidad físico ambiental.

Este componente principal se puede descomponer en los siguientes 6 subcomponentes:

- Constructividad.
- Leyes y Normas.
- Aspectos bioclimáticos.
- Aspectos energéticos.
- Diseño arquitectónico.
- Contexto.





Diagrama 6: Subcomponentes Sostenibilidad Físico Ambiental.

Fuente: Elaboración personal. 2020.

4.4.2 Ámbito 2 Componente de sostenibilidad socio cultural.

Este componente principal se puede descomponer en los siguientes 5 subcomponentes:

- Relación con la comunidad.
- Apariencia.
- Aspectos culturales.

- Diseño.
- Apropiación.



Diagrama 7: Subcomponentes Sostenibilidad Socio Cultural.

Fuente: Elaboración personal. 2020.

4.4.3 Ámbito 3 Componente de sostenibilidad económico financiero.

Este componente principal se puede descomponer en los siguientes 5 subcomponentes:

- Inversión.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



- Mantenimiento.
- Plazos de la obra.
- Beneficiarios.
- Aporte.



Diagrama 8: Subcomponentes Sostenibilidad Económico-Financiera.

Fuente: Elaboración personal. 2020.

En esta fase de la investigación se amplían cada uno de los subcomponentes que integran los ámbitos mencionados anteriormente, y como se ha detallado en

otro momento, el sentido metodológico apunta a la depuración del instrumento por medio de la adición.

La elaboración, y la calibración de las variables según se van complementando las aclaraciones y se adquiere el conocimiento apropiado en la aplicación sistemática del mismo.

4.5 Calibración de los subcomponentes.

A continuación, se presenta el desarrollo de las temáticas de cada uno de los Componentes de Sostenibilidad Físico Ambiental, Socio Cultural y Económico Financiero respectivamente.

Se hace un acercamiento a la estructura primaria del modelo multicriterio por implementar para evaluar y aplicar tanto al proyecto internacional seleccionado como al proyecto personal, considerando la metodología, las lecturas realizadas hasta este momento.



En el diagrama 9, se muestran un resumen visual de los componentes, los subcomponentes y las temáticas que se plantean para cada uno de ellos:

4.5.1 Componente 1: Sostenibilidad Físico Ambiental.

Está compuesto por los siguientes seis subcomponentes: Leyes y normativas, Aspectos bioclimáticos, Diseño arquitectónico, Aspectos energéticos, Contexto y constructividad.



Diagrama 9: Subcomponentes Sostenibilidad Físico Ambiental.

Fuente: Elaboración personal. 2020.



4.5.2 Componente 2: Sostenible Socio Cultural.

Está compuesto por los siguientes cinco subcomponentes: Relación con la comunidad, Apariencia, Diseño, Aspectos culturales y Apropiación.

4.5.3 Componente 3: Sostenible Económico Financiero.

Está compuesto por los siguientes cinco subcomponentes: Inversión, Beneficiarios, Aporte, Plazos de la obra y mantenimiento.

Los subcomponentes descritos anteriormente, se descomponen así mismo en otras variables aún más específicas que ayudan a perfilar el instrumento de evaluación cada vez más.

Seguidamente se procederá a mostrar en detalle cada una de las variables que integran los subcomponentes. En el diagrama 9 se muestra el resumen gráfico de las temáticas que pertenecen a cada uno de los subcomponentes, por ejemplo, dentro del

Componente 1 Físico Ambiental, en el Subcomponente de Constructividad está integrado por las siguientes temáticas: Materiales o materia prima, Modularización y/o prefabricación, Flexibilidad, Sistemas, Almacenaje.



4.6 Subcomponente 1 Físico Ambiental.



Diagrama 10: Temática de los Subcomponentes del Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal. 2020.

En el diagrama 11 se desarrolla el componente Socio Cultural y sus cinco Subcomponentes, y para cada uno de ellos cinco criterios seleccionados para su futura caracterización.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



4.6.1 Subcomponente 2 Socio Cultural.



Diagrama 11: Temática de los Subcomponentes del Componente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal. 2020.

En el diagrama 12 en el componente Económico Financiero igualmente que en el anterior se asignan cinco criterios que caracterizan a las temáticas de cada uno de

los subcomponentes. Los criterios recogidos tratan de abarcar los principales aspectos que definen el éxito del proyecto a partir del aporte en sus prácticas como

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



ejemplo para otras edificaciones con rasgos similares ya sean por ubicación, tipo de inversión, plazos, etc.

4.6.2 Subcomponente 3 Económico Financiero.



Diagrama 12: Temática de los Subcomponentes del Componente Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal. 2020.

A manera de síntesis de estos diagramas se desprende el orden que dan paso a conformar las tablas preliminares de un posible instrumento de modelo

multicriterio, a pesar de eso es necesario realizar ajustes hasta llevar a cabo una herramienta realmente

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



depurada y que sea funcional para el propósito de estudio.

A partir de los diagramas desarrollados anteriormente se construyen nuevas tablas que agrupan tanto los componentes, los subcomponentes, los criterios, las variables además de lo anterior se agregan casillas para otorgar puntos y un puntaje respectivo que permita sopesar y valorar el impacto de cada una de las estrategias sostenibles utilizadas en el edificio.

En el anexo II de este documento, se puede observar la matriz Multicriterio versión preliminar del componente socio cultural.

En la tabla de la derecha aún no se muestran los estados de cada una de las variables, a pesar de eso, ya se podrían eventualmente incluir datos numéricos que ayuden a brindar más información del edificio evaluado y sobre cuales bases se determina su calificación.

Para una mejor referencia, en el anexo III se puede observar la matriz Multicriterio versión preliminar económico financiero, que es parte de las versiones de tablas que dan origen al análisis y permiten un resultado más preciso.

MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE FÍSICO AMBIENTAL					
Subcomponente	Nº	Criterios	Variables	Puntos	Puntaje
CONSTRUCTIVIDAD	1	Materiales y/o materia prima			
	2	Modularización y/o Prefabricación			
	3	Flexibilidad			
	4	Sistemas			
	5	Almacenaje			
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	6	Aislamiento acústico			
	7	Orientación del edificio			
	8	Espacios abiertos			
	9	Tamaño			
	10	Escala			
ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS	11	Vegetación			
	12	Especies			
	13	Agua			
	14	Suelos			
	15	Relieve			
CONTEXTO	16	Relación con el medio			
	17	Accesibilidad			
	18	Flexibilidad			
	19	Medios de transporte			
	20	Relación con los edificios			
ASPECTOS ENERGÉTICOS	21	Control de emisiones			
	22	Control de temperatura			
	23	Mecanismos de ventilación			
	24	Uso de estrategias pasivas			
	25	Iluminación natural			
LEYES Y NORMAS	26	Reglamentos			
	27	Normas			
	28	Código			
	29	Certificaciones			
	30	Leyes			

Tabla 4: Versión preliminar Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.



El valor máximo se establece de 0 a 3 donde 0 es la calificación más baja en la matriz y 3 es la mayor calificación posible de alcanzar.

Los números 1 y 2 son indicadores de mediano o poco éxito en la labor u objetivo planteado para los posibles estados de la variable en cuestión.

Los valores asignados en la tabla 5 generan un resultado total y un puntaje que sirven para ser tabulados y poder obtener el peso relativo para cada uno de los ámbitos planteados en la investigación.

Esta consiste básicamente en seguir el modelo elaborado para los otros dos componentes anteriormente descritos, consta de cinco subcomponentes que identifica 30 criterios de evaluación.

Finalmente, luego de la tabulación de los resultados se procede a la construcción de un resumen

tanto de las variables como los puntajes obtenidos en el ejercicio.

RESUMEN
Total de Variables
Puntaje Total
Puntaje Obtenido
Valor Porcentual

Tabla 5: Tabla de resultados. Fuente: Elaboración personal, 2020.

4.7 Etapa II: Configuración de la Matriz Multicriterio preliminar.

En este apartado se ofrece un análisis preliminar de la información y los datos numéricos que se han elaborado para generar una medición más apropiada del proyecto de Kengo Kuma, debido a la multiplicidad de características que podrían eventualmente integrarse al análisis del proyecto elegido.



MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE FÍSICO AMBIENTAL					
Subcomponente	N°	Criterios	Variables	Puntos	Puntaje
CONSTRUCTIVIDAD	1	Materiales y/o materia prima		5	3
	2	Modularización y/o Prefabricación		5	3
	3	Flexibilidad		5	3
	4	Sistemas		5	3
	5	Almacenaje		5	3
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	6	Aislamiento acústico		5	2
	7	Orientación del edificio		5	3
	8	Espacios abiertos		5	3
	9	Tamaño		5	3
	10	Escala		5	3
ASPECTOS BIOClimáticos	11	Vegetación		5	3
	12	Especies		5	3
	13	Agua		5	3
	14	Suelos		5	3
	15	Relieve		5	3
CONTEXTO	16	Relación con el medio		5	3
	17	Accesibilidad		5	3
	18	Flexibilidad		5	3
	19	Medios de transporte		5	2
	20	Relación con los edificios		5	3
ASPECTOS ENERGÉTICOS	21	Control de emisiones		5	3
	22	Control de temperatura		5	3
	23	Mecanismos de ventilación		5	3
	24	Uso de estrategias pasivas		5	3
	25	Iluminación natural		5	3
LEYES Y NORMAS	26	Reglamentos		5	3
	27	Normas		5	2
	28	Código		5	2
	29	Certificaciones		5	0
	30	Leyes		5	2
				150	82

Tabla 6: Versión preliminar Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

En la tabla 6 se muestran los resultados preliminares del componente Físico Ambiental, a pesar del resultado obtenido se debe calibrar el instrumento que permita verificar los pesos asignados a cada una de las variables.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.

RESUMEN	
Total de Variables	30
Puntaje Total	150
Puntaje Obtenido	82
Valor Porcentual	55%

Tabla 7: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE SOCIO CULTURAL					
Subcomponente	N°	Criterios	Variables	Puntos	Puntaje
RELACION CON LA COMUNIDAD	1	Simbolismo		5	2
	2	Pertenencia		5	3
	3	Historicidad		5	1
	4	Conjunto		5	3
	5	Desarrollo		5	3
DISEÑO	6	Etapas constructivas		5	3
	7	Zonificación		5	3
	8	Modulación		5	3
	9	Coherencia		5	3
	10	Estética		5	3
APARIENCIA	11	Jerarquización		5	3
	12	Espacialidad		5	3
	13	Continuidad		5	3
	14	Confort		5	3
	15	Equilibrio		5	3
APROPIACIÓN	16	Arraigo		5	3
	17	Diálogo		5	3
	18	Apertura		5	3
	19	Modificación		5	3
	20	Función		5	3
ASPECTOS CULTURALES	21	Promoción		5	3
	22	Resguardo		5	1
	23	Relación		5	3
	24	Investigación		5	3
	25	Desarrollo		5	3
				125	70

Tabla 8: Versión preliminar Componente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.



En la tabla 8 se muestran los resultados preliminares del componente Socio Cultural, con el resultado obtenido se debe calibrar el instrumento que permita verificar los pesos asignados a cada una de las variables.

RESUMEN	
Total de Variables	25
Puntaje Total	125
Puntaje Obtenido	70
Valor Porcentual	56%

Tabla 9: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

La versión preliminar del componente socio cultural es uno de los más importantes, las características analizadas a través de todo el documento hacen que este proyecto en particular sea seleccionado y valorado como exitoso por su aporte en este componente.

MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE ECONÓMICO FINANCIERO					
Subcomponente	Nº	Criterios	Variables	Puntos	Puntaje
INVERSIÓN	1	Rentabilidad		5	3
	2	Constructibilidad		5	3
	3	Costo de mantenimiento		5	3
	4	Eficiencia		5	3
	5	Plazos		5	2
APORTE	6	Procesos de valor		5	3
	7	Reducción de costos		5	3
	8	Recreativo		5	3
	9	Cultural		5	3
	10	Económico		5	3
BENEFICIARIOS	11	Comunidad		5	3
	12	Ciudad		5	3
	13	Programas		5	3
	14	Impacto		5	3
	15	Escala		5	3
MANTENIMIENTO	16	Contratos		5	3
	17	Procesos de valor		5	3
	18	Tiempos		5	3
	19	Cronogramas		5	3
	20	Continuidad		5	3
PLAZOS DE LA OBRA	21	Tiempo de ejecución		5	3
	22	Retrasos		5	3
	23	Contar tiempos		5	3
	24	Multa y/o penalidades		5	3
	25	Méritos		5	3
				125	74

Tabla 10: Versión preliminar Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Finalmente se obtienen las siguientes métricas del análisis de este componente. Tal como se dijo es el que mejor se adapta para el ejemplo y caso de estudio.

RESUMEN	
Total de Variables	25
Puntaje Total	125
Puntaje Obtenido	74
Valor Porcentual	59%

Tabla 11: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Se logra mediante este análisis definir la mayoría de las variables, lo que permite desarrollar más a fondo los estados y añadir más consistencia en cada fase.

4.8 Etapa III: Síntesis.

De esta etapa se extraen valiosas conclusiones e importantes hallazgos, en cuanto al eje de la investigación como el resultado obtenido en la construcción del primer modelo multicriterio, a partir de

los ejemplos y las premisas compartidos durante esta etapa.

A continuación, se exponen algunos de los puntos y los hallazgos hasta este momento:

- La metodología utilizada en la selección y comparación de proyectos es un ejercicio de suma importancia, ya que propicia un análisis desde otra perspectiva de los edificios, esta no se centra específicamente en su plástica y función, sino que trata de descifrarlo desde una óptica constructiva y desde su materialidad permitiendo comprender precisamente más allá de la función la importancia de su contribución en ámbitos de sostenibilidad como el valor agregado de estos.
- A partir de lo expuesto en el punto anterior se establecen una serie de características que empiezan a ser recurrentes en los edificios en el uso de soluciones y estrategias alternativas para el ahorro de energía.



Fue posible observar que no necesariamente todos los proyectos son merecedores de certificaciones de algún tipo, más si es notorio que la mayoría de estos, son meritorias por el uso eficiente e innovador en el campo de la sostenibilidad inclusive en nuestro país.

- Tanto el reconocimiento como la selección de esas constantes en las variables en los edificios junto con otros materiales de estudio aportados permitieron ir desarrollando una matriz de criterios que uniformara la mayoría de esos conceptos, lo que permite un acercamiento sistemático de la información en las posteriores etapas de la evaluación.
- El ejercicio de la construcción de un modelo preliminar permite la selección de uno de los proyectos vistos en el primer capítulo, el proyecto de Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley precisamente por las características y posibilidades que brindan

los resultados de la evaluación efectuada en el ejercicio.



CAPÍTULO V ESCENARIOS APLICADOS AL CASO DE ESTUDIO



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



CAPÍTULO V: ESCENARIOS APLICADOS AL CASO DE ESTUDIO.

Es necesario aclarar que existen varias aproximaciones acerca del concepto de escenarios, una de ellas es: “Un escenario es una representación imaginaria del futuro, una construcción de alternativas de las condiciones del medio”. (Chiavenato, I., Arao S., 2011, p. 128).

Para desarrollar estas visiones futuras es necesario resaltar la importancia de conocer las condiciones del medio lo que implica que el resultado de estas “visiones alternativas del futuro sean favorables o desfavorables” (Nicholas C., William A. 1995, como se citó en Chiavenato, I., Arao S., 2011).

La planeación de escenarios propuesta por Schoemaker. P. (1995) está compuesta por un proceso metódico descrito por varios pasos, de los mismos se han identificado la definición del alcance en el objetivo de la

investigación, las tendencias clave (en este caso las mega tendencias del capítulo III, apartado 3.1.1), incluyendo algunas de las incertidumbres críticas que facilitaron la construcción de los escenarios básicos mostrados más adelante en este capítulo.

Finalmente, el desarrollo de los pasos citados se completó con la evolución hacia escenarios de decisión, que es el último paso propuesto en esta planeación. En definitiva, se puede afirmar que: “La planificación de escenarios facilita la toma de decisiones al organizar la información existente en un número limitado de futuros posibles. Cada escenario cuenta una historia sobre cómo diferentes variables interactúan entre sí bajo diversas circunstancias”. (González, 2016).

El objetivo de este apartado consiste en hacer una descripción del edificio a partir de la identificación de sus elementos tanto materiales como constructivos apreciando la técnica y su influencia a través de mecanismos de valoración.



Para una mayor claridad de los temas tratados en el diagrama 13 se observa la metodología utilizada para este capítulo.

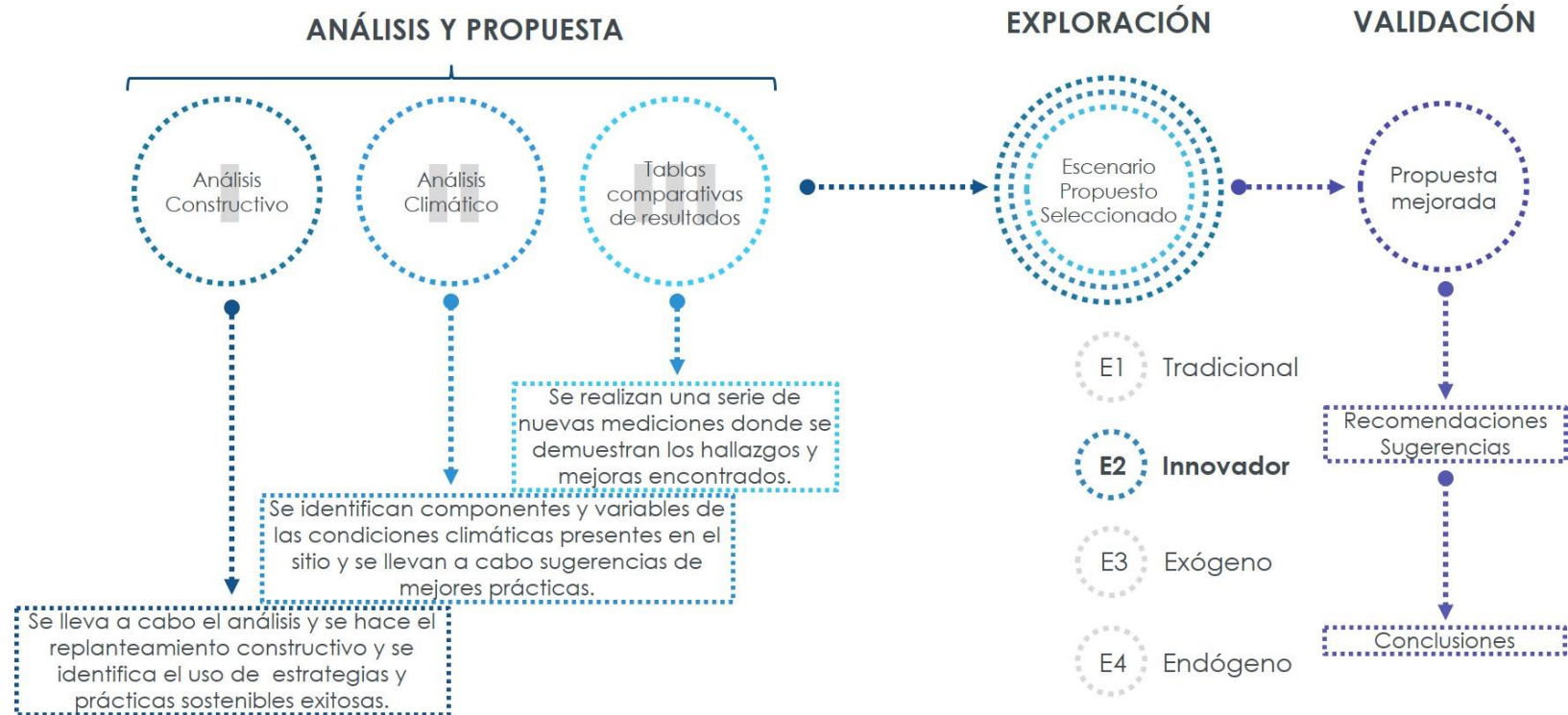


Diagrama 13: Diagrama metodológico de análisis, exploración y validación. Fuente: Elaboración personal. 2020.



5.1 Proyecto: Casa de habitación.

5.1.1 Ficha Técnica del proyecto:

- Arquitecto: Allan Granados Zamora.
- Propietarios: Quesada Corrales.
- Localización: Lote #C31 del condominio Hacienda Naturas.
- Ubicación: San Miguel. Naranjo. Alajuela.
- País: Costa Rica.
- Tamaño: 151 m².
- Año: 2019.



Ilustración 60: Vista externa del proyecto. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Por la topografía del terreno y por sugerencia del cliente la casa se planteó en dos niveles, el primer nivel se encuentran los dormitorios y las áreas de servicio. El terreno está por debajo del nivel de acera, por esta razón el segundo nivel se ha dedicado a las áreas sociales.

5.1.2 Descripción de la Primera Planta.

Está compuesto por la habitación principal (con walking closet), habitación secundaria, cuarto de pilas, servicio sanitario, área de escaleras, pasillo.

La habitación principal cuenta con un Deck de 3.5 m² que no se incluyen dentro de los 70 m². Se diseñó un espejo de agua de 17 m² que tampoco se incluyen en los 70 m².

Finalmente, el primer nivel cuenta con área de garaje de 36 m² más las áreas verdes y áreas de conexión.



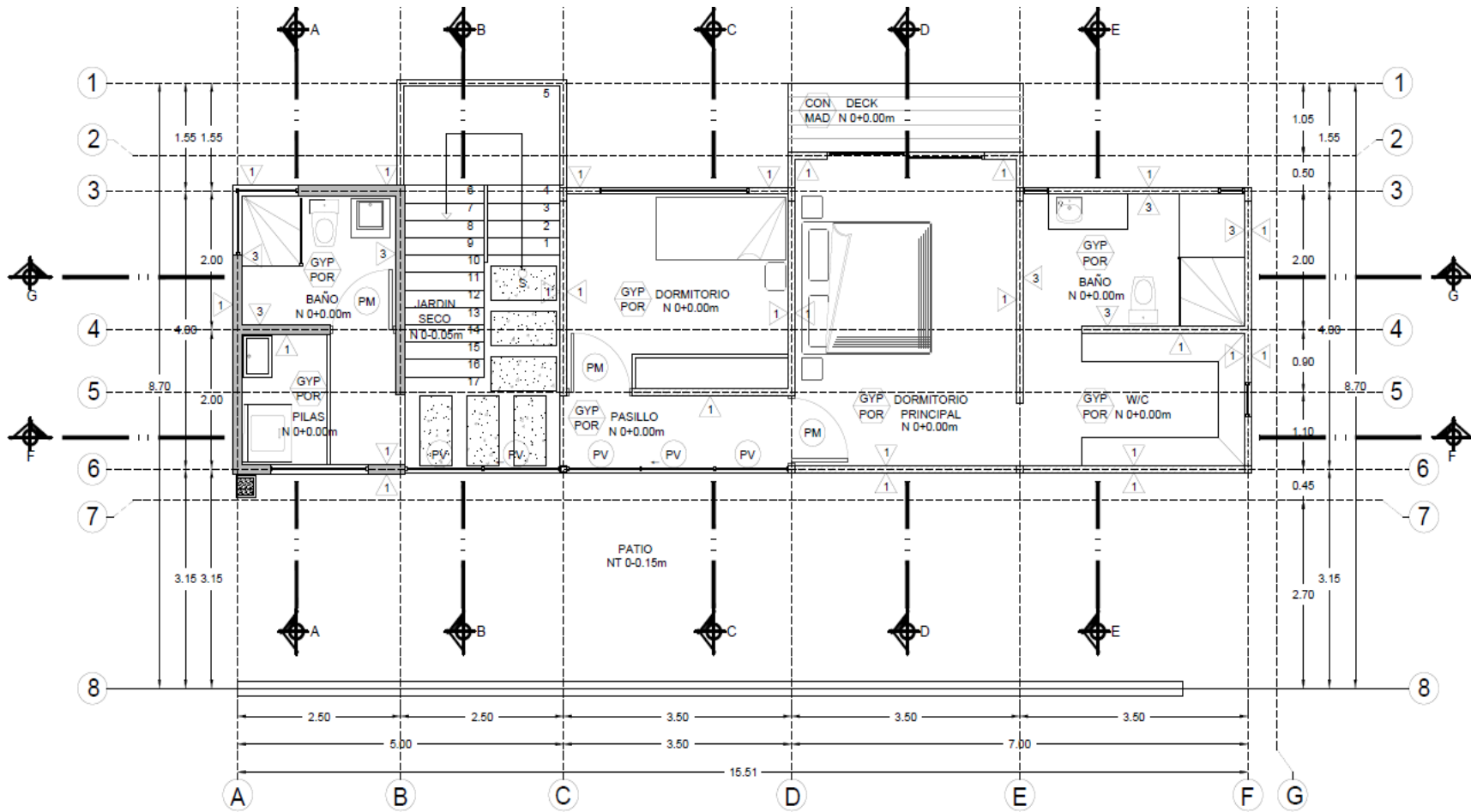


Ilustración 61: Planta arquitectónica Primer Nivel. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.1.3 Descripción de la Segunda Planta.

Cuenta con las siguientes áreas: Sala, comedor, cocina, del área social, vestíbulo de acceso, bodega-oficina, servicio sanitario. Este segundo nivel cuenta con

un puente de acceso de 3.5 m² que no se incluyen en el total de los 81 m² de este nivel.

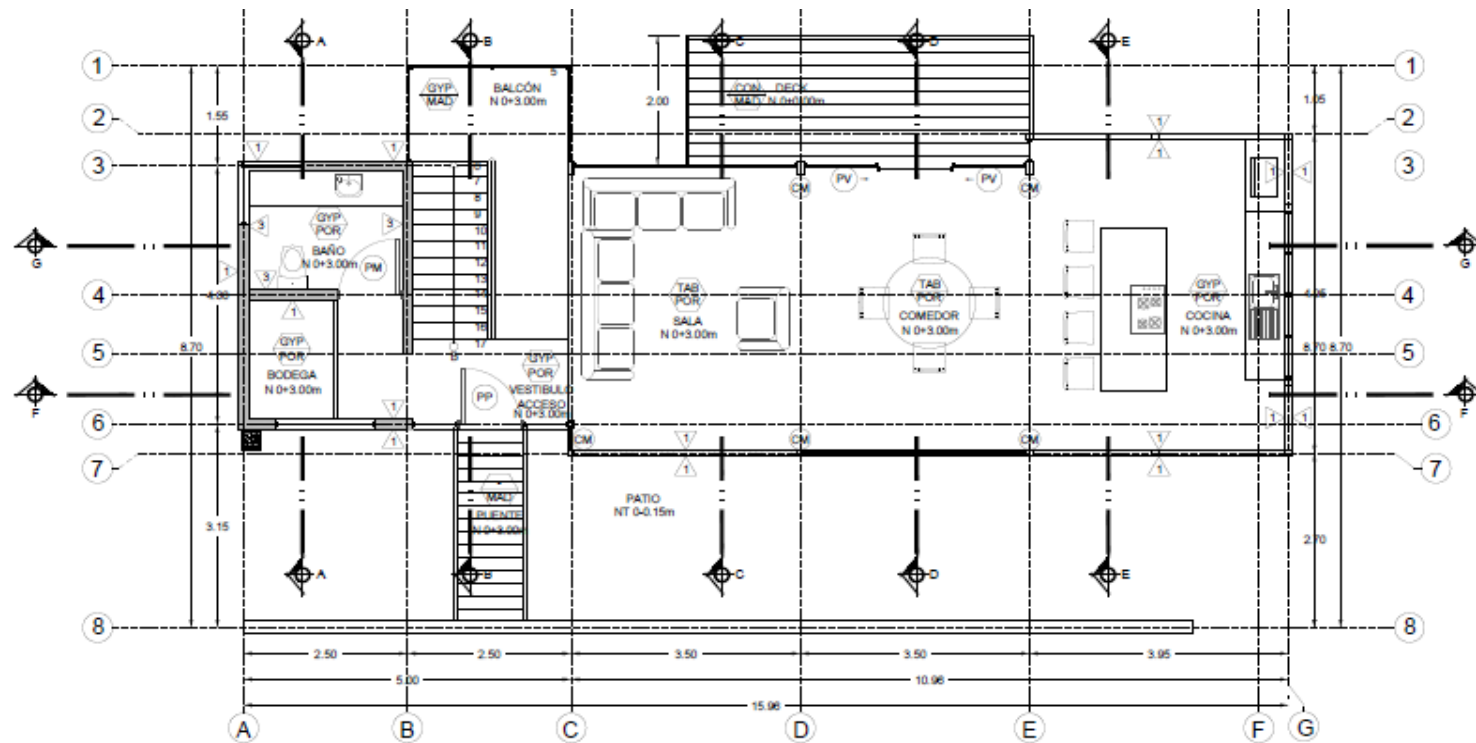


Ilustración 62: Planta arquitectónica Segundo Nivel. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.



5.1.4 Proceso constructivo.

El proceso de construcción de la casa de habitación que se compone de cimientos tipo placa corrida, posteriormente se colocaron paredes de concreto reforzado en las zonas húmedas de la casa de habitación en el primer y en el segundo nivel. El edificio se complementa por medio de armazones de perfiles metálicos de tubo cuadrado y de divisiones livianas por medio de paredes de láminas de Gypsum 12 mm en 122 cm x 244 cm.



Ilustración 63: Construcción de los cimientos. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

En La estructura actualmente construida se da el uso de materiales tradicionales (no innovadores) y no son aprovechados en su máximo potencial.

Los materiales empleados son básicamente: el concreto que es usado en la construcción de los muros armados de algunas de las secciones de la edificación donde se localizan principalmente el núcleo húmedo y una de las habitaciones del inferior.

5.1.5 Materialidad.

Por otra parte, el metal se utiliza en diferentes perfiles en la construcción de la estructura principal de manera que da soporte tanto al segundo nivel, como a la estructura de las escaleras, las fachadas, y las cubiertas de techo, por este motivo junto al concreto es uno de los materiales de mayor utilización y que suma un alto consumo energético.



5.2 El escenario actual.

El vidrio compone un gran porcentaje de las fachadas del edificio, lo que permite el aprovechamiento de la luz solar la mayor parte del día, no así el aprovechamiento eficiente de la energía solar, ya que los paneles de vidrio son paneles sencillos o de una capa sin ninguna película protectora de rayos solares, por otra parte, la construcción no cuenta con este tipo de paneles que permitirían un ahorro en el porcentaje de la cuota energética.

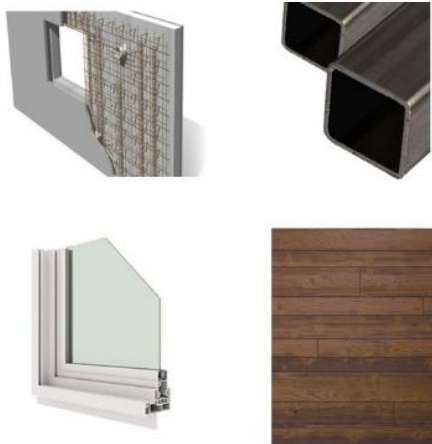


Ilustración 64: Materiales utilizados actualmente en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

El uso de la madera es el menor en proporción al empleo del resto de materiales de la totalidad de la obra, y su utilización mayormente es decorativo en uno de los volúmenes de la estructura y el deck que se adosa a una de las fachadas.

Los materiales descritos no agregan valor relativo al proyecto debido al gran consumo de energía que provoca.

5.2.1 Constructividad.

Con respecto a la constructividad, el sistema constructivo es tradicional y no aporta valor en el sentido de la innovación en el uso de los materiales descritos, el mismo no realiza grandes aportes en el uso de la técnica constructiva que utiliza, la misma tampoco requiere mucha especialización en la demanda de mano de obra.



5.2.2 Sostenibilidad.

Finalmente, algunas de las principales sugerencias a nivel de sostenibilidad que se podrían proponer van en la dirección de la aplicación de estrategias pasivas que permitan maximizar el ahorro y la eficiencia energética, más allá que la meramente constructiva. Se propone el uso de una técnica de desarrollo que se adecue a las características locales del proyecto.

5.3 Evaluación preliminar del proyecto.

El propósito de este apartado es evaluar *algunas* variables del proyecto, y por medio de los hallazgos y la valoración de aspectos tales como elementos sus materiales, sistema constructivo, técnica y su impacto a través de mecanismos y tablas de que permitan proporcionar valores numéricos acerca de su desempeño y eficiencia.

La metodología de escenarios utilizada en el proyecto de la casa de habitación sirve para mostrar su

utilidad en los rubros de la materialidad, constructividad y sostenibilidad, abarcando los componentes físico ambiental, económico financiero y socio cultural como lo muestra la tabla 12.

COMPONENTE	VARIABLES (Sub Componente)	Casa de habitación Quesada / Naranjo
Físico Ambiental	Terreno	
	Agua	
	Sol	
	Viento	
	Materiales	
	Emisiones a la atmósfera	
	Uso de vegetación	
	Aplicación de leyes o reglamentos	
Confort del usuario		
Económico Financiero	Instalaciones	
	Mantenimiento	
	Costo de la obra	
	Sistema constructivo	
	Control de consumo de energía	
	Uso de estrategias renovables	
	Plazos de la obra	
Contratos		
Socio Cultural	Normativas locales	
	Normativas internacionales	
	Certificación	
	Configuración del edificio	
	Uso de programas sociales	
	Apoyo a la comunidad	
	Percepción y mejora visual	
Accesible a medios urbanos		

Tabla 12: Tabla de los valores obtenidos en la evaluación preliminar.

Fuente: Elaboración personal, 2020.



5.3.1 Estado del lote Inicial del proyecto.

La topografía del terreno en estudio presenta una pequeña terraza plana intermedia, un talud ascendente hacia el sector sur, el cual es de 2,5 metros de altura aproximadamente, y un talud descendente hacia el sector norte, el cual es de gran altura.



Ilustración 65: Vistas del lote antes de ser intervenido. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

- El terreno presenta sectores con maleza de baja altura y árboles de baja a mediana altura.
- No existen edificaciones en la propiedad, y no se observan en las colindancias de esta.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.

5.3.2 Planta de Conjunto del proyecto y áreas.

- 1 escalera.
- 2 Puente de acceso.
- 3 y 4 Acceso vehicular.
- 5 parqueo.
- 6 espejo de agua.
- 7 piscina.
- 8 gradas.
- 9 área verde.



Ilustración 66: Componentes del conjunto. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.



En la ilustración 66 y la tabla 18 se hace una descripción de las áreas y componentes del proyecto seleccionado.

TABLA DE AREAS			
PRIMER NIVEL		SEGUNDO NIVEL	
APOSENTO	M2 UNITARIO	APOSENTO	M2 UNITARIO
HAB. PRINCIPAL	14.96 m ²	SALA	15.50 m ²
BAÑO PRINCIPAL	6.46 m ²	COCINA	18.60 m ²
W.C	6.46 m ²	COMEDOR	15.50 m ²
HAB. SECUNDARIA	9.52 m ²	1/2 BAÑO	4.37 m ²
BAÑO SECUNDARIO	4.37 m ²	BODEGA	2.50 m ²
TERRAZA	3.6 m ²	BALCON	8.15 m ²
PILAS	2.50 m ²	CIRCULACION	8.20 m ²
CIRCULACION	10.73 m ²		
AREAS48.86m ²		AREAS84.44m ²	
AREA TOTAL135.2m ²			

Tabla 13: Tabla de áreas del proyecto seleccionado. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

5.3.3 Proceso constructivo.

Esta primera selección de fotografías se muestran la construcción de las fundaciones actuales del edificio.



Ilustración 67: Construcción de cimientos y muro de retención. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



En la segunda selección de fotografías se observa la construcción de las paredes y cerramientos de la casa de habitación.



Ilustración 68: Construcción de paredes de primer y segundo nivel. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

Finalmente, en la tercera selección de fotografías se muestra la cubierta de techo compuesta por hierro

galvanizado y perfil tipo RT además del balcón de concreto.



Ilustración 69: Construcción de cubierta de techo y balcón. Fuente: AE Diseño y Arquitectura, 2019.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.4 ESCENARIOS PROPUESTOS.

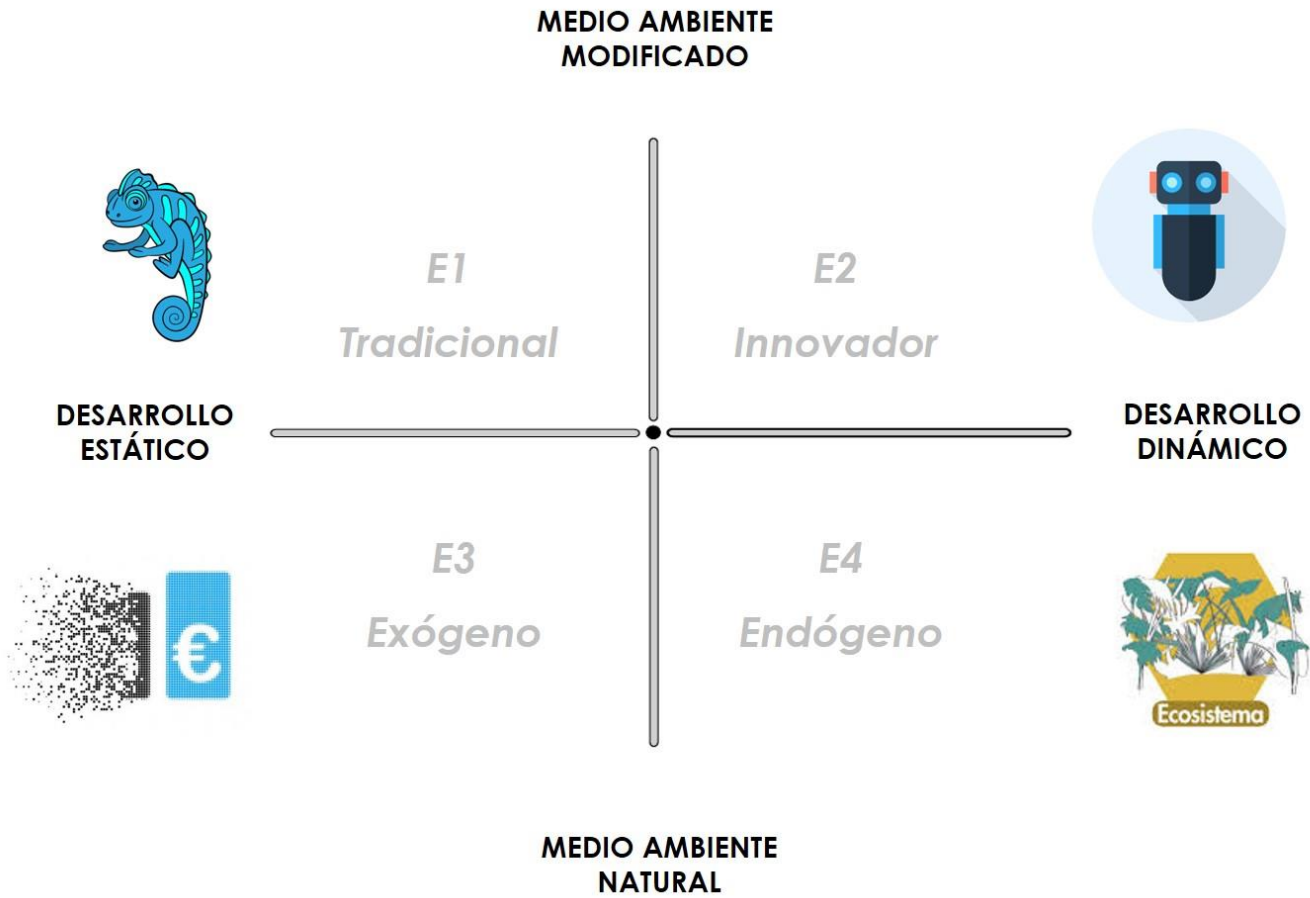


Ilustración 70: Líneas de fuerza y ejes temáticos de los escenarios. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.4.1 Características.

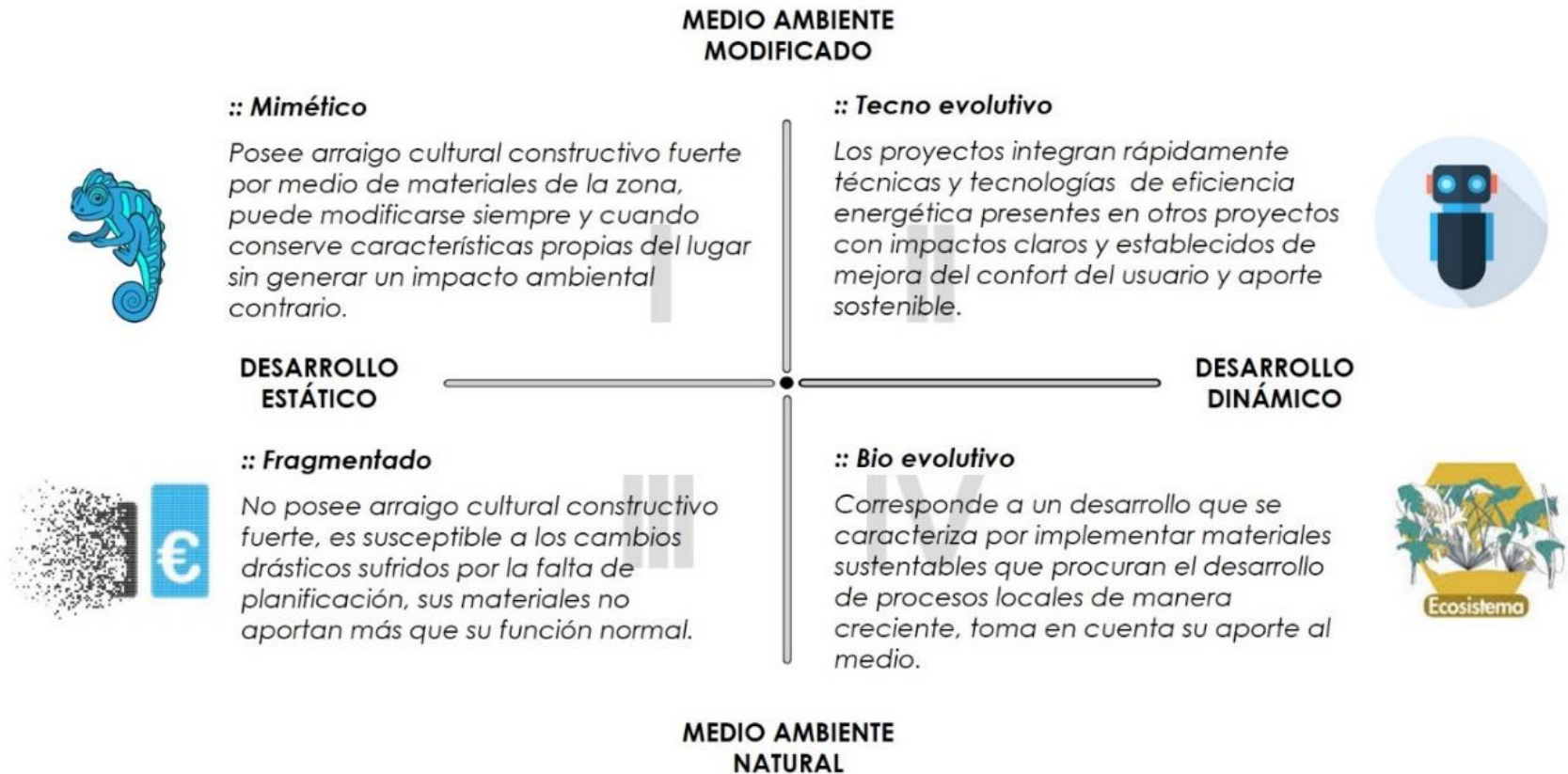


Ilustración 71: Explicación de los ejes temáticos de los escenarios. Fuente: Elaboración personal, 2020.



5.4.2 E1 TRADICIONAL.

A continuación, se describen las principales características de los escenarios propuestos de la investigación a fin de seleccionar el que mejor se adapte a las pautas buscadas en las etapas previas.



Ilustración 72: Descripción del eje E1 Tradicional. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.4.3 E2 INNOVADOR.

MEDIO AMBIENTE MODIFICADO



:: **Tecno evolutivo**

Los proyectos integran rápidamente técnicas y tecnologías de eficiencia energética presentes en otros proyectos con impactos claros y establecidos de mejora del confort del usuario y aporte sostenible.



DESARROLLO DINÁMICO



:: Utiliza el aprovechamiento de nuevas tecnologías de control de temperatura y de la luz en diferentes espacios, permite el uso eficiente de los recursos energéticos, del agua, no aporta CO2 a la atmósfera. Integra elementos como paneles solares, ventanas con tres capas de vidrio como aislante térmico.

Utiliza materiales naturales en su estructura principal, divisiones internas y algunos de los cerramientos de fachada que se alternan con paredes verdes como estrategia alternativa de construcción sostenible. No hay emisiones de CO2.

Ilustración 73: Descripción del eje E2 Innovador. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.4.4 E3 EXÓGENO.

DESARROLLO ESTÁTICO

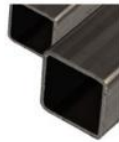


:: Fragmentado

No posee arraigo cultural constructivo fuerte, es susceptible a los cambios drásticos sufridos por la falta de planificación, sus materiales no aportan más que su función normal.



MEDIO AMBIENTE NATURAL



:: El tercer escenario propuesto no brinda nuevas alternativas en cuanto a su materialidad, esta utiliza materiales adquiridos en medios locales sin tomar en cuenta el impacto de su procedencia. No brinda una sensación de integración con el entorno.

La técnica constructiva empleada en este escenario es básica y no requiere el empleo de mano de obra altamente especializada, la misma no aporta gran valor al aprendizaje en el uso de herramientas o métodos.

Este modelo de escenario no brinda grandes ventajas en el aspecto sostenible, aprovecha únicamente algunas de las condiciones favorables para un uso eficiente de la energía.

Ilustración 74: Descripción del eje E3 Exógeno. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.4.5 E4 ENDÓGENO.



DESARROLLO DINÁMICO

:: Bio evolutivo

Corresponde a un desarrollo que se caracteriza por implementar materiales sustentables que procuran el desarrollo de procesos locales de manera creciente, toma en cuenta su aporte al medio.



MEDIO AMBIENTE NATURAL



:: Este escenario es favorable para el desarrollo constructivo local, propone que sus materiales puedan ser adquiridos localmente, utiliza estrategias pasivas en su diseño arquitectónico con el fin de hacer más eficiente energéticamente el edificio, incorpora madera nativa de la zona y utiliza métodos de reposición de la madera utilizada, es amigable con el entorno y trata de adaptarse y crecer con el.

Propone el uso de material vegetal en varias de sus fachadas como protector de la incidencia solar y favorecer el confort climático del usuario.

Aporta nuevos conocimientos constructivos que permiten que la mano de obra local se especialice por medio de la adquisición de nuevas técnicas y métodos.

Posee gran valor en el uso de técnicas y estrategias pasivas sostenibles y sugiere buenas prácticas renovables al implementar la recolección de agua de lluvia y permite llevar a cabo modificaciones que permitan mantenerlo trabajando.



Ilustración 75: Descripción del eje E4 Endógeno. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.4.6 Resumen de los Escenarios.

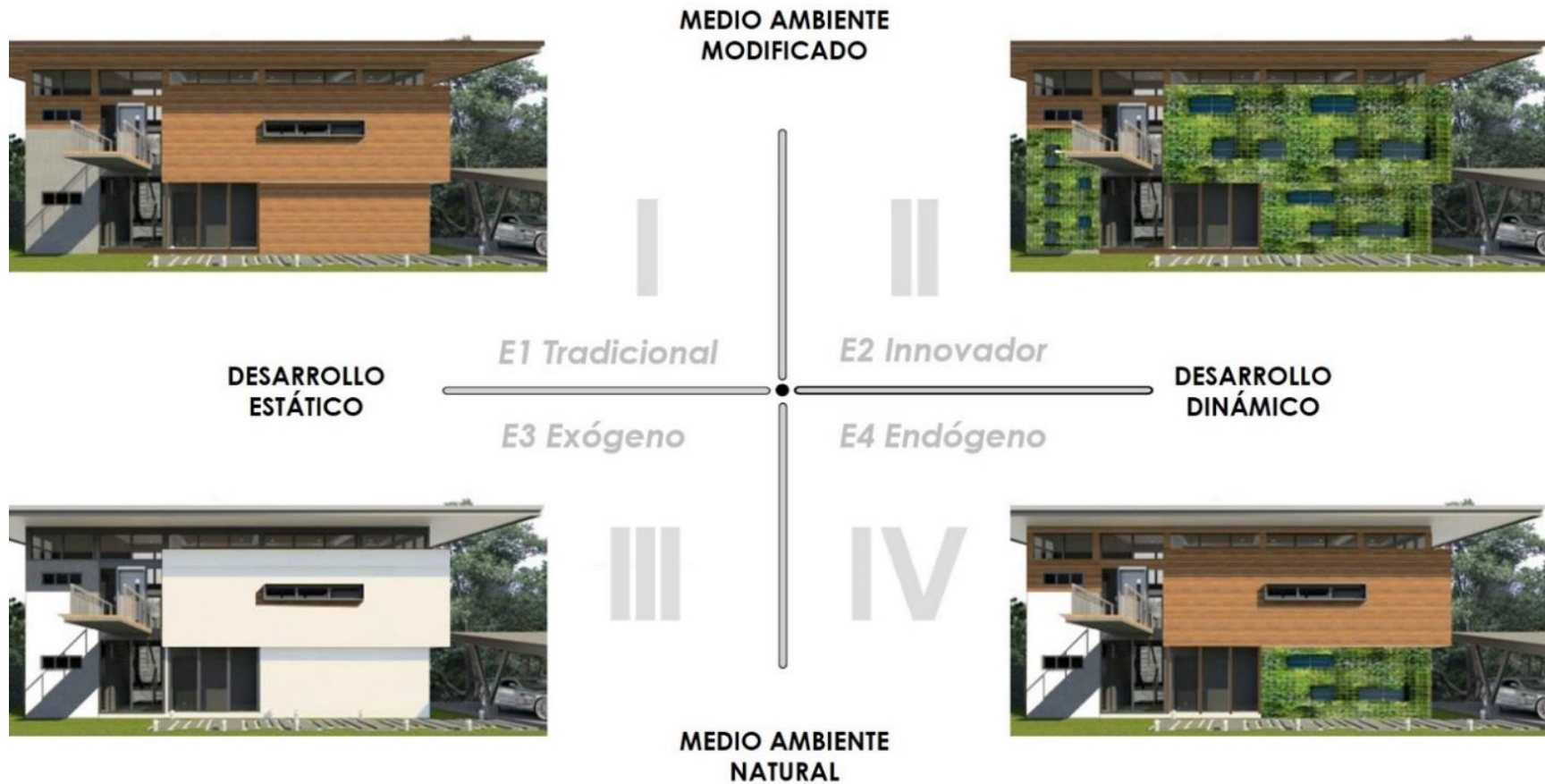


Ilustración 76: Resumen de los Escenarios posibles propuestos. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.4.7 Beneficios de cada escenario.



Ilustración 77: Características de los escenarios propuestos. Fuente: Elaboración personal, 2020.



5.5 FICHA TÉCNICA PREDICTIVA/ ESCENARIO SELECCION7ADO INNOVADOR.



Ilustración 78: Selección del escenario Innovador. Fuente: Elaboración personal, 2020.

5.5.1 Implementación de la técnica.

Constructividad: Busca tener el menor impacto posible en el medio ambiente del contexto, trata de minimizar las emisiones producidas por su construcción y permite que la naturaleza dialogue libremente sin someterla a cambios bruscos. Proporciona nuevos conocimientos técnicos constructivos que permiten la preservación y la mejora de los métodos adquiridos.

Sustentabilidad: Utiliza sistemas y estrategias pasivas de diseño que poseen bajo impacto ambiental y

de bajo consumo energético y que por el contrario aportan una mejora importante en el contexto del proyecto.

Posee sistemas de control de clima sumamente novedosos y trata de mantener una relación estrecha con el contexto tratando de mejorarlo.

Materialidad: Emplea materiales de la zona poniendo como principal atractivo la relación con el medio ambiente, transformándolo sólo lo necesario sin



irrumper abruptamente con el medio natural y el equilibrio de los ecosistemas.

5.5.2 Ficha Técnica Predictiva / Pautas seleccionadas

A continuación, se citan una serie de pautas que deberán ser incorporadas al proyecto en la siguiente fase:

- Estudiar el entorno de la zona para optimizar el diseño.
- Integrar materiales del entorno para aprovechar los recursos.
- Priorizar la orientación que permita la aportación de energía solar.
- Gestionar la Radiación solar para el ahorro de energía.
- Optimizar el aislamiento térmico para evitar pérdidas de energía.
- Proporcionar el máximo acceso de luz natural a los espacios.
- Optimizar el aislamiento acústico.
- Optimizar la ventilación del edificio.
- Incorporar sistemas de ahorro de distintos tipos agua.
- Incorporar instalaciones que aporten al ahorro de energía (energías).
- Promover el uso correcto del suelo.
- Elegir materiales con certificación ambiental.
- Utilizar materiales no tóxicos.
- Integrar el uso de plantas en fachadas y otros espacios de la estructura.
- Aplicar criterios sostenibles en el diseño del edificio.



5.6 Componentes analizadas del proyecto.

5.6.1 Componente Físico Ambiental.

De acuerdo con las primeras evaluaciones en los componentes básicos del Modelo Multicriterio, se observa como empiezan a notar resultados importantes en este caso en la tabla 14, el resumen de la evaluación Físico Ambiental.

RESUMEN		RESUMEN	
Total de Variables	30	Total de Variables	30
Puntaje Total	150	Puntaje Total	90
Puntaje Obtenido	82	Puntaje Obtenido	82
Valor Porcentual	55%	Valor Porcentual	91%

Tabla 14: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

5.6.2 Componente Socio Cultural.

De acuerdo con los primeros criterios evaluado se logra observar una importante mejoría en los factores analizados de un 33% en el componente Socio Cultural.

RESUMEN		RESUMEN	
Total de Variables	25	Total de Variables	25
Puntaje Total	125	Puntaje Total	75
Puntaje Obtenido	70	Puntaje Obtenido	67
Valor Porcentual	56%	Valor Porcentual	89%

Tabla 15: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

5.6.3 Componente Económico Financiero.

Este componente posee un 25% de mejoría en la primera fase de análisis de sus variables.

RESUMEN		RESUMEN	
Total de Variables	25	Total de Variables	25
Puntaje Total	125	Puntaje Total	75
Puntaje Obtenido	74	Puntaje Obtenido	63
Valor Porcentual	59%	Valor Porcentual	84%

Tabla 16: Resumen de los valores obtenidos preliminarmente Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.

5.7 Resultado del análisis:

- El caso de estudio del proyecto nacional puede definitivamente mejorarse en sus tres aspectos principales: Materialidad, constructividad y



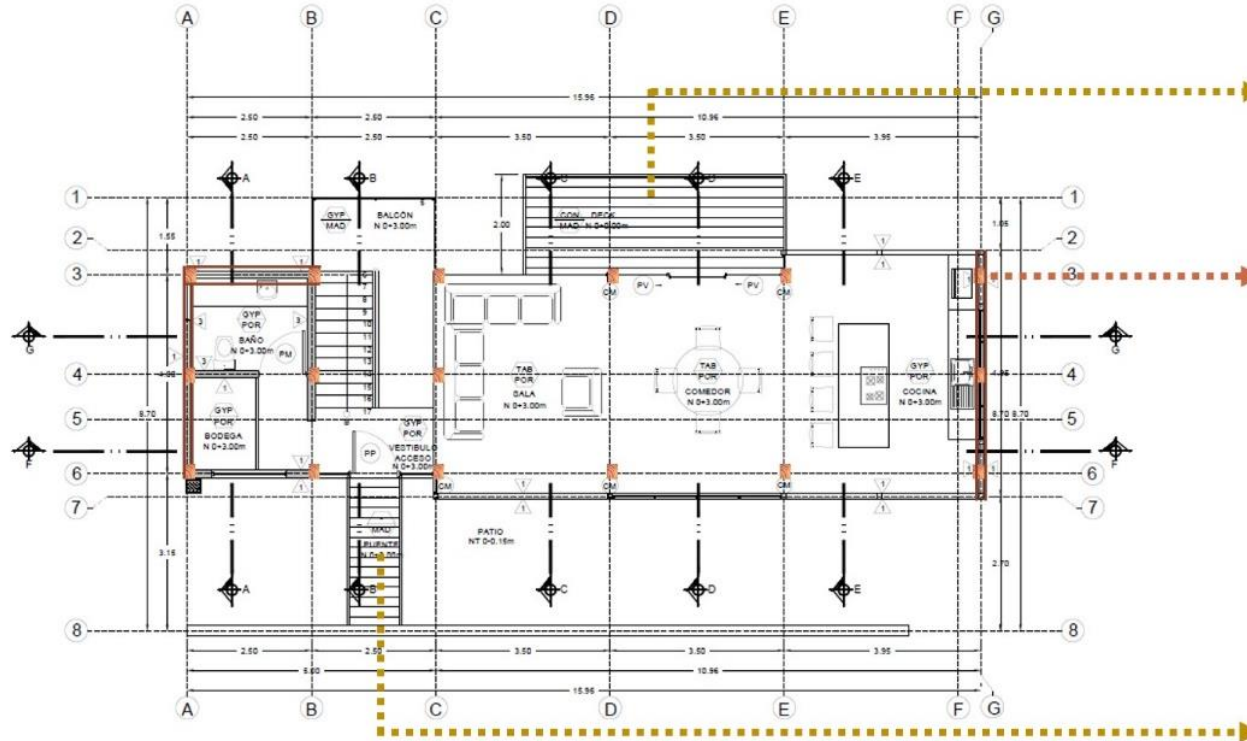
sustentabilidad. Esto permitiría generar espacios con flujos mayores de luz y aire por medio del uso adecuado de los materiales y las técnicas constructivas.

- El análisis de los cerramientos muestra que podrían utilizarse tipos de pieles alternativos que permitan el acceso de la luz sin generar una sensación de calor extremo al interior del espacio. Dentro de las pieles propuestas se sugiere la valoración de la aplicación de fachadas verdes o vegetales. Para este propósito es importante llevar a cabo un sistema eficiente de manejo de agua de lluvia y su almacenaje para poder disminuir el consumo de agua.
- Se sugiere que las ventanas y/o paneles de vidrio utilizados en la fachada principal sean de 2 o 3 capas que permitan controlar la temperatura gradualmente el interior durante el día y que por la noche aún conserve parte de esa energía.
- Se propone mejorar el confort del usuario por medio de lograr una relación entre interior y exterior más fuerte.
- Se plantea que la estructura principal del edificio sea hecha de madera local (certificada), que elimine peso de la estructura y sea mucho más amigable con el ambiente.
- Se busca utilizar el concreto lo menos posible y que la solución de las juntas y detalles constructivos se diseñen de manera que pueda ser replicado en otros ambientes similares.
- Se recomienda que se dé un análisis más profundo en materia de aislamiento térmico en los espacios más sociales y abiertos de la casa.



5.8 PROPUESTA CONSTRUCTIVA.

5.8.1 Planta Arquitectónica Primer Nivel +3.00 m



Balcón de madera.



En este ejemplo los cuadros representan los lugares donde se plantean las nuevas columnas de madera que modificarían el sistema constructivo y la materialidad de la casa de habitación.

Se conservan el puente y el balcón de madera actuales pero se replantea la estructura metálica principal igualmente por madera.



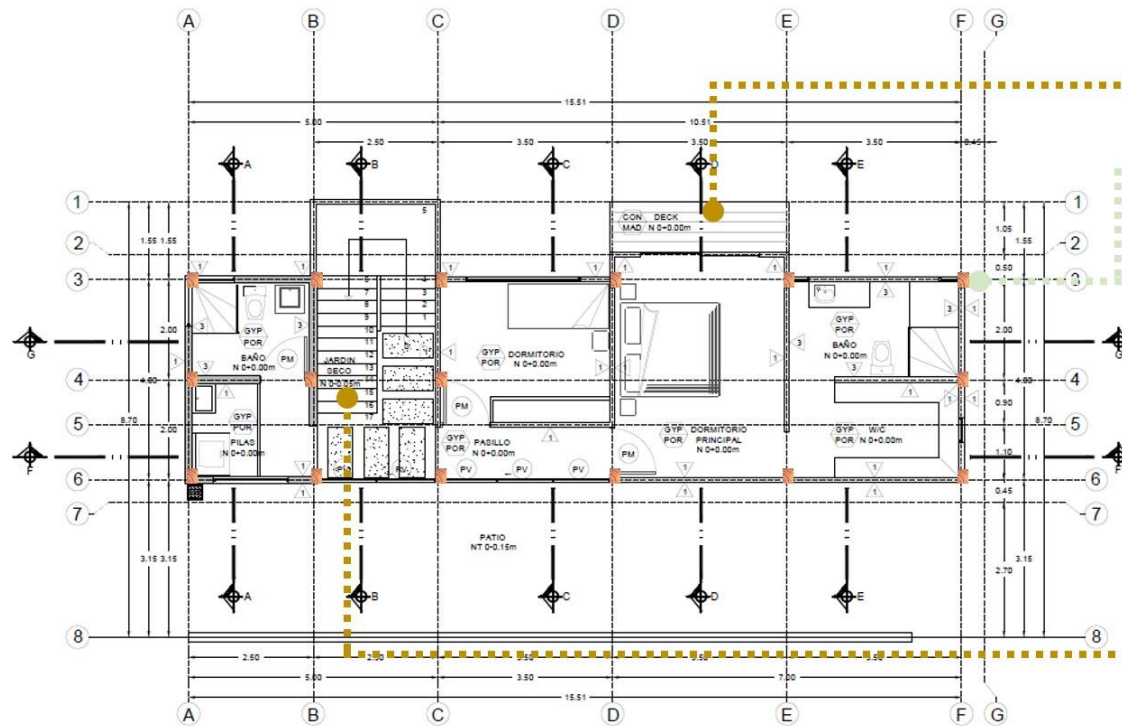
Puente de acceso de madera.

Ilustración 79: Planta arquitectónica primer nivel modificada. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.8.2 Planta Arquitectónica Segundo Nivel +0.00 m.



Deck de madera.

La planta arquitectónica del segundo nivel conserva la misma configuración con respecto a los espacios planteados.

En este ejemplo los cuadros representan los lugares donde se plantean las nuevas columnas de madera que modificarían el sistema constructivo y la materialidad de la casa de habitación.

Se conservan el puente y el balcón de madera actuales pero se replantea la estructura metálica principal igualmente por madera.

Escalera de madera.

Ilustración 80: Planta Arquitectónica del segundo Nivel con modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Tanto la primera como la segunda planta arquitectónica se han modificado de manera que se

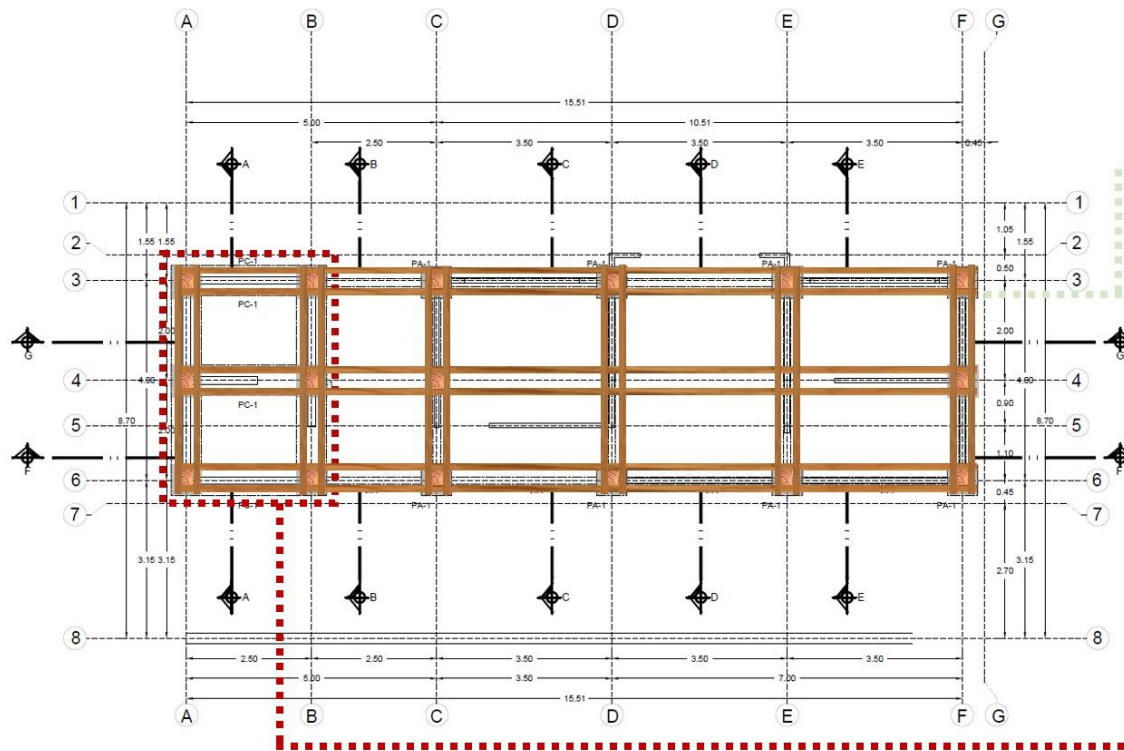
conforme un conjunto estructural soportado por columnas y vigas de madera tratando de impactar de la

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



menor forma posible el programa arquitectónico seleccionado inicialmente.

5.8.3 Fundaciones Planta modificada.



La planta de cimientos actual cuenta con 8 pedestales que sostienen el armazón del metálico que forma los dos niveles y el que compone el núcleo de concreto armado.

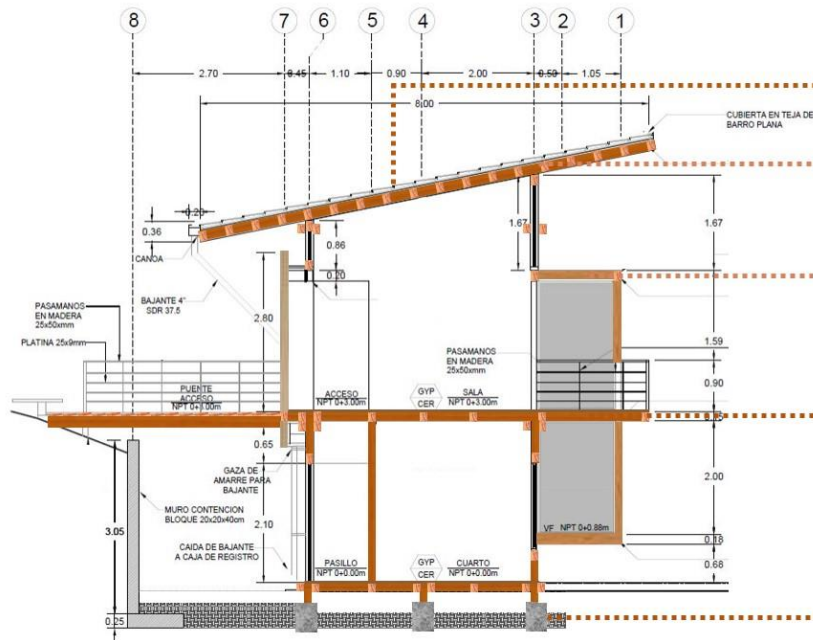
Para las fundaciones de la nueva propuesta se proponen 10 pedestales más con el motivo de reforzar el sistema constructivo de madera y modificar el elemento compuesto por las paredes de concreto armado.

La placa corrida se modifica para consolidar el material y el lenguaje del edificio

Ilustración 81: Planta de cimientos con modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.



5.8.5 Sección Transversal modificada.



Sección Transversal C - C

Las vigas de techo inicialmente propuestas en RT Galvanizado se reemplaza por vigas de madera que generan calidez al espacio

Artesonado de madera como parte de la estructura de cubierta

El marco metálico portador de las escaleras se ha reemplazado por un marco de madera el cual permite mantener la materialidad en todo el proyecto

El sistema de entepiso trata de seguir la lógica constructiva del uso de la madera mostrado en el proyecto de Kengo Kuma & Associates.

Se instala un nuevo sistema de pilotaje que permita la separación de la estructura de piso del primer nivel del suelo para impedir la transferencia de la humedad al inmueble.

Ilustración 83: Sección Transversal con modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

La sección transversal C- C de la ilustración 83, muestra cómo se mantienen la mayoría de las características del edificio, a pesar de generar una

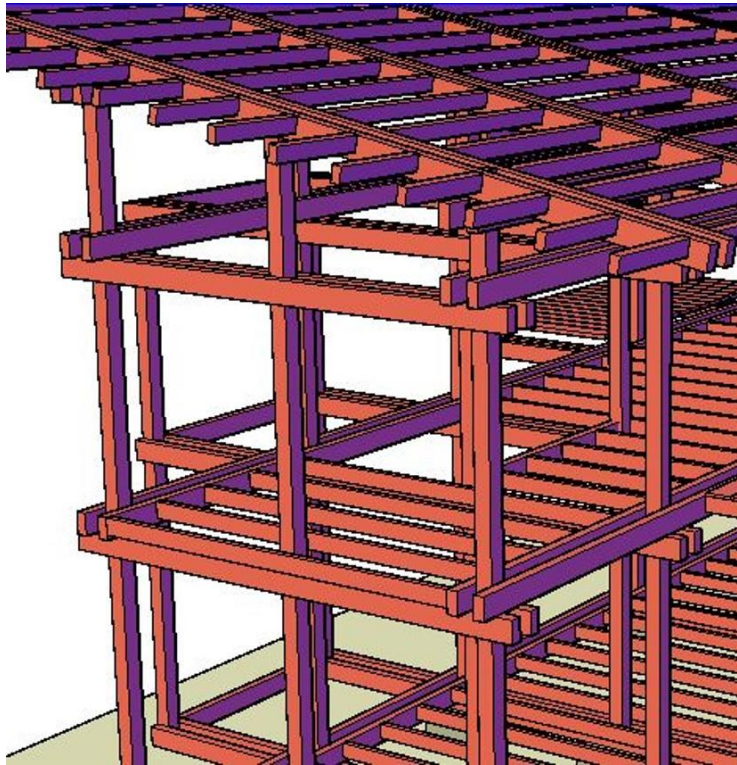
transformación radical en su materialidad y constructividad.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.

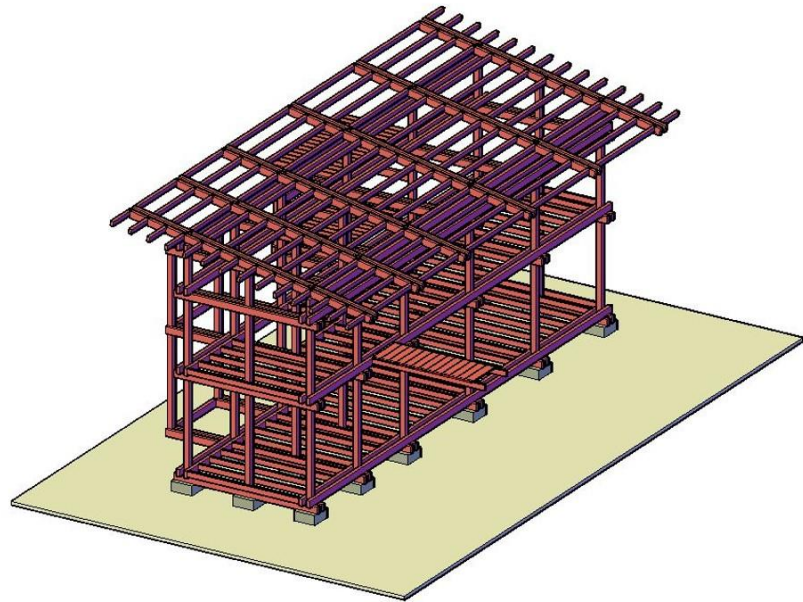


5.9 Despiezado del Modelo.

El despiezado del modelo, permite hacer las observaciones y adaptaciones en cuanto al modelo constructivo reflejado en el proyecto internacional



seleccionado, por este motivo se hace un breve recorrido a través del modelado y visualizado en 3 dimensiones.



El despiezado del nuevo modelo permitió observar el comportamiento del material seleccionado (en este caso la madera) y los métodos utilizados en su constructividad, además muestra en detalle las modificaciones realizadas a partir de las recomendaciones recogidas durante la investigación.

Ilustración 84: Nuevo modelado de la casa de habitación. Fuente: Elaboración personal, 2020.



5.9.1 Modelado estructural propuesto.

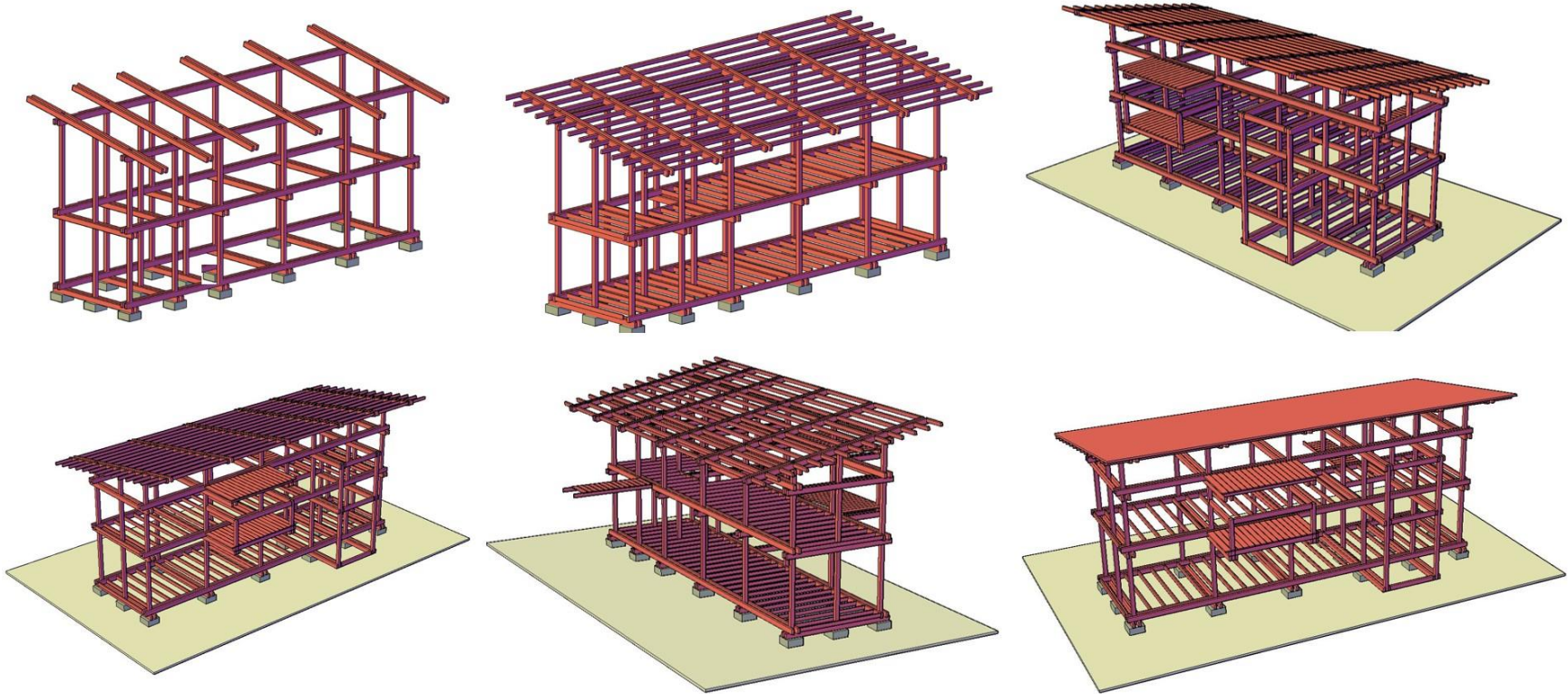


Ilustración 85: Vista serial de la construcción del nuevo modelo estructural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

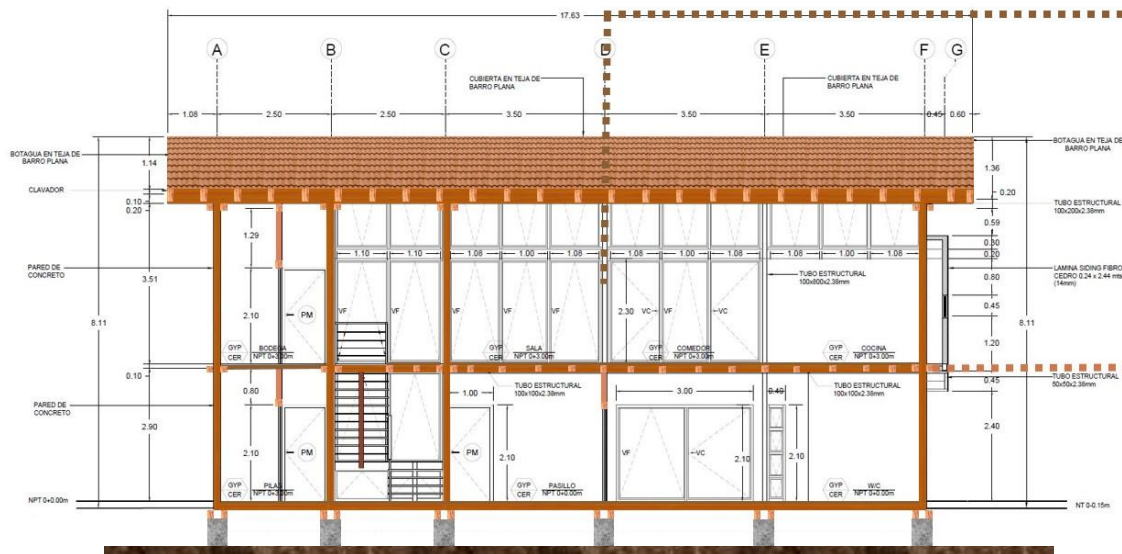
En la ilustración 85 se muestra parte de la construcción llevada a cabo para una mejor

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



comprensión de cómo mejorar el componente constructivo hallado en el proyecto internacional del Nest We Grow.

5.9.2 Sección Longitudinal F – F.



La estructura principal de soporte se compone de columnas y vigas de madera unidas por medio de detalles diseñados y que se mostrarán más adelante. La estructura de entepiso se ha modificado para coincidir con la materialidad y el sistema constructivo propuesto. En este caso se reemplaza la estructura de metal por una estructura de madera.

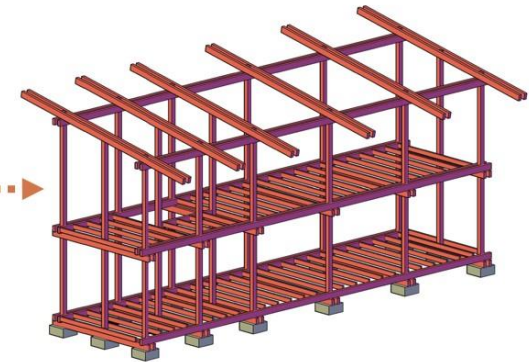


Ilustración 86: Sección Longitudinal F – F modificada. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



En la ilustración 86 se logra observar la forma en la cual el modelo empieza a adaptar las recomendaciones de diseño llevadas a cabo en las secciones anteriores de este documento y durante la investigación. Es interesante

observar cómo el mismo modelo se tiende a ver hasta más liviano, pero de gran fortaleza a nivel constructivo.

5.9.3 Sistema de Entrepiso.

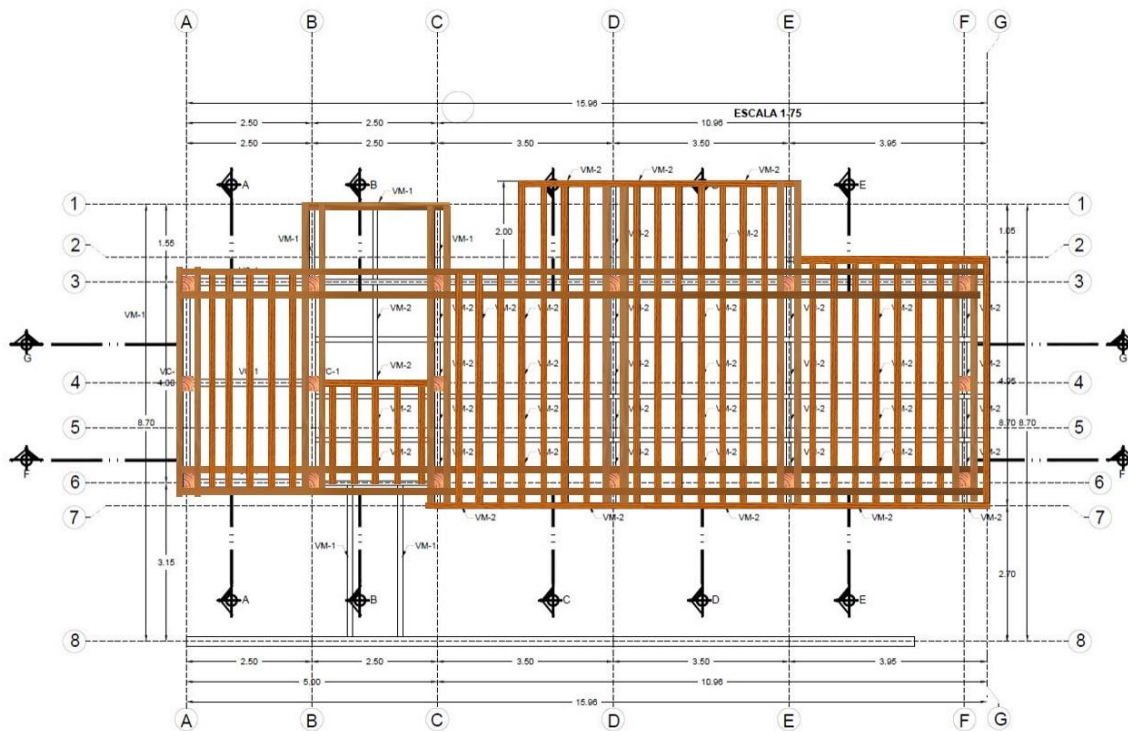
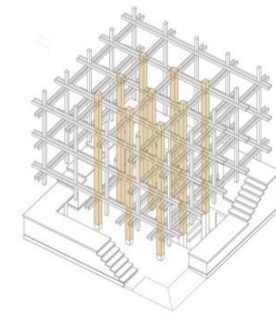
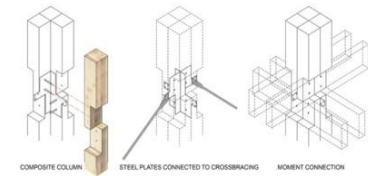


Ilustración 87: Planta de entrepiso modificada. Fuente: Elaboración personal, 2020.



El sistema de entrepiso trata de seguir la lógica constructiva del uso de la madera mostrado en el proyecto de Kengo Kuma & Associates.



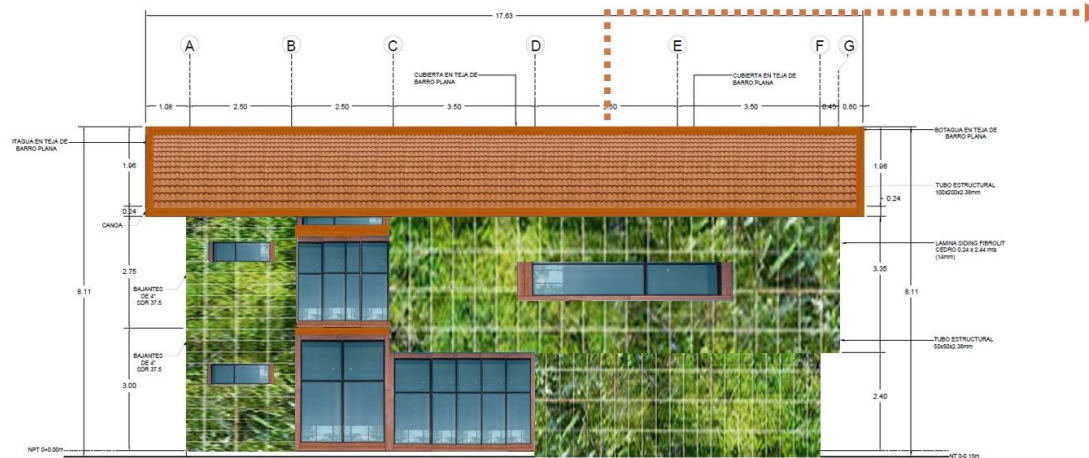
APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



El objetivo principal de seleccionar este método constructivo es generar un entramado de columnas y vigas, que permitan hacer una distribución adecuada de los esfuerzos y cargas de toda la estructura de la casa de habitación, sin que esta modificación altere la

distribución de los espacios planteada en el proyecto original.

5.9.4 Fachada Sur.



Fachada Sur



La cubierta de techos actualmente está compuesta por tejas de barro con una estructura portante de perfiles de hierro galvanizado.

En este caso se reemplaza la estructura de metal por una estructura de madera soportada por clavadores de 4 pulgadas.



Ilustración 88: Fachada sur con las nuevas modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



En esta ilustración 88, se logra observar las intenciones de diseño aplicando los cambios sugeridos, en este caso resalta el uso de paredes verdes como parte

de las estrategias pasivas de enfriamiento de espacios internos.

5.9.5 Fachada Norte.



La fachada norte inicialmente se componía de tres elementos: madera, paneles de vidrio y una estructura de concreto armado. Se propone utilizar fachadas verdes y paneles de vidrio como aislamiento térmico y acústico



En este caso se reemplaza la estructura de concreto por una estructura de madera compuesta por elementos verdes como protección a los vientos predominantes del norte.



Ilustración 89: Fachada norte con las nuevas modificaciones. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



La fachada norte está compuesta por paneles de vidrios dobles, que serán descritos posteriormente,

además de contar con protección por medio de paredes verdes, que asimismo serán ampliadas más adelante.

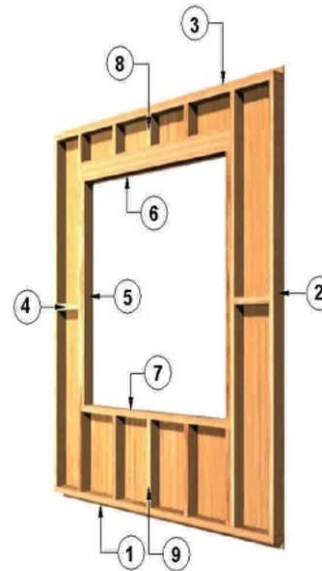
5.10 Detalles de Paredes.



Paredes divisorias:

Las paredes son elementos verticales que cumplen la función de la separación de compartimentos, soportan cargas menores.

Estos elementos no siempre requieren arriostrarse ya que no están diseñadas ni pueden cumplir funciones estructurales de soporte.



- Solera inferior (1),
- Solera superior (3),
- Pie derecho (2),
- Peinazo transversal corta fuego (4),
- Jamba o pierna para marco de puerta o ventana (5),
- Dintel o cabezal para marco de puerta o ventana (6),
- Alfeizar pieza que completa el marco de una puerta o ventana (7), Puntal de dintel o frailes (8), y,
- Peinazo vertical o "muchacho" (9).

Componentes de la pared.

Ilustración 90: Detalle de la estructura de paredes internas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

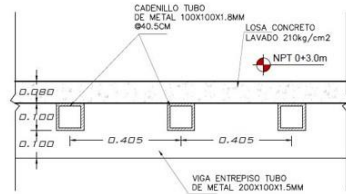
El detalle de las paredes intermedias sigue un patrón regular de un marcho contrachapado en madera

con el objetivo de mantener el mismo lenguaje y la calidez de los espacios.

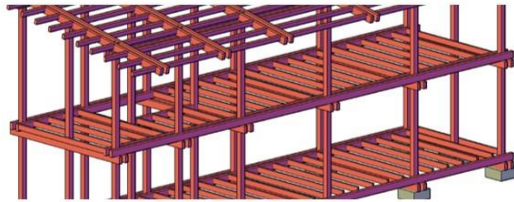
APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.11 Detalles Estructurales.



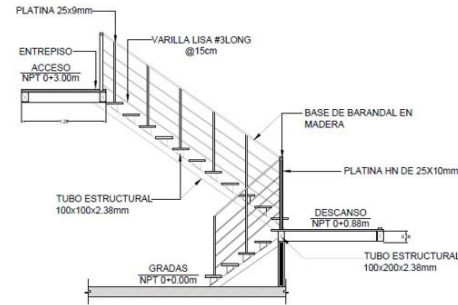
Detalle de entepiso



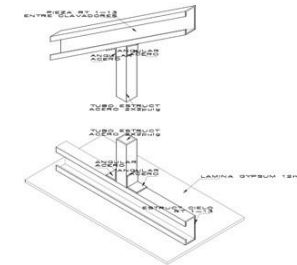
Entepiso

Se propone un entepiso de madera de sección igual a las del piso, formando el mismo entramado. La superficie superior suele revestirse con duela colocada diagonal o perpendicularmente a las vigas secundarias.

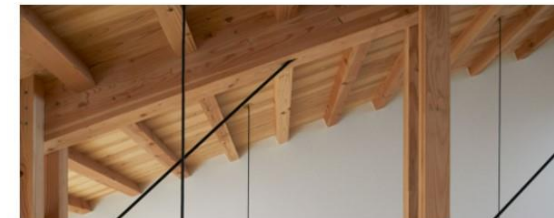
En la parte inferior también suele revestir con madera, colocando antes una capa de polietileno como aislante termoacústico.



Detalle de escalera



Detalle de cercha



Cielo

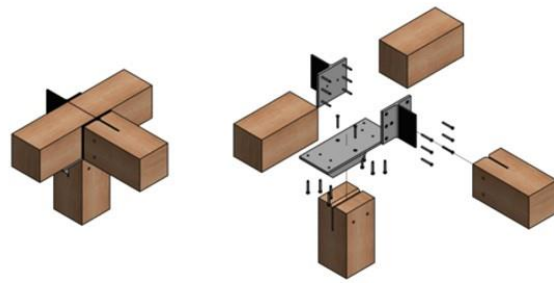
Si la cubierta de la techumbre termina en una agua como muestra imagen, suele armarse con las denominadas vigas (Clavadores en forma de artesanado) a cielo raso que van por pares, las cuales se unen mediante correas de menor sección que los elementos del entepiso a su vez unidas con clavos.

Ilustración 91: Algunos detalles propuestos para el proyecto. Fuente: Elaboración personal, 2020.

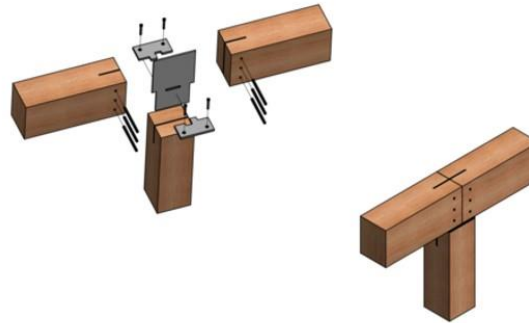
APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



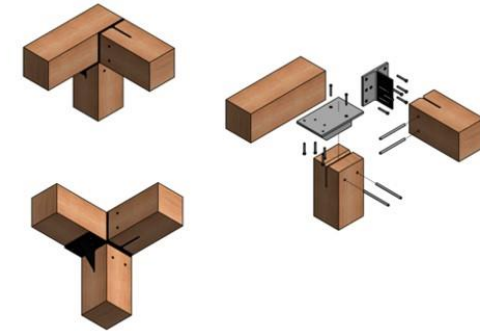
5.12 Detalles Constructivos Propuestos.



Detalle de acople en secciones de madera propuesto (Paredes intermedias)



Detalle de acople en secciones de madera propuesto (Secciones en T)



Detalle de acople en secciones de madera propuestos (Esquinas)

Ilustración 92: Detalles de los acoples metálicos utilizados en los detalles de madera. Fuente: Elaboración personal, 2020.

En la ilustración 92, se muestran algunos de los detalles por medio de acoples metálicos propuestos para algunos de los componentes secundarios, como paredes intermedias, el balcón y parte de la estructura portadora de las escaleras; se trata de que el entramado estructural

principal permita que, los demás componentes de la casa de habitación puedan ser modulados, según sea necesario, a pesar de esto se conservan la mayoría de los espacios y áreas propuestas en las plantas arquitectónicas iniciales.



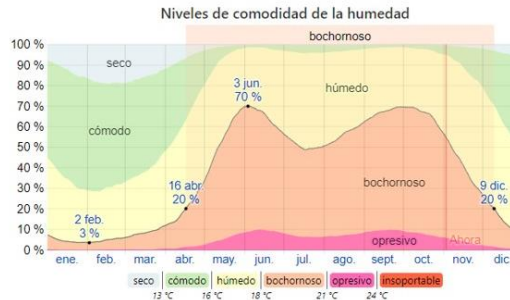
5.13 ANÁLISIS CLIMÁTICO.

5.13.1 Análisis bioclimático de temperatura, humedad y vientos.

ESTACION **Weather Spark** No.84187 Lat.10° 01' N Long.84° 16' O Altitud 144

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
T Max °C	26,0	28,0	29,0	28,0	26,0	25,0	25,0	26,0	25,0	25,0	25,0	26,0	
T Min °C	18,0	18,0	18,0	19,0	18,0	18,0	18,0	18,0	17,0	17,0	17,0	18,0	
T Max - T Min	8	10	11	9	8	7	7	8	8	8	8	8	
HORA	S	TEMPERATURAS * S X ΔT + T Min											
23:00	0,14	19,1	19,4	19,5	20,3	19,1	19,0	19,0	19,1	18,1	18,1	19,1	
22:00	0,17	19,4	19,7	19,9	20,5	19,4	19,2	19,2	19,4	18,4	18,4	19,4	
21:00	0,21	19,7	20,1	20,3	20,9	19,7	19,5	19,5	19,7	18,7	18,7	19,7	
20:00	0,25	20,0	20,5	20,8	21,3	20,0	19,8	19,8	20,0	19,0	19,0	20,0	
19:00	0,3	20,4	21,0	21,3	21,7	20,4	20,1	20,1	20,4	19,4	19,4	20,4	
18:00	0,35	20,8	21,5	21,9	22,2	20,8	20,5	20,5	20,8	19,8	19,8	20,8	
17:00	0,43	21,4	22,3	22,7	22,9	21,4	21,0	21,0	21,4	20,4	20,4	21,4	
16:00	0,53	22,2	23,3	23,8	23,8	22,2	21,7	21,7	22,2	21,2	21,2	22,2	
15:00	0,7	23,6	25,0	25,7	25,3	23,6	22,9	22,9	23,6	22,6	22,6	23,6	
14:00	0,93	25,4	27,3	28,2	27,4	25,4	24,5	24,5	25,4	24,4	24,4	25,4	
13:00	0,98	25,8	27,8	28,8	27,8	25,8	24,9	24,9	25,8	24,8	24,8	25,8	
12:00	1	26,0	28,0	29,0	28,0	26,0	25,0	25,0	26,0	25,0	25,0	26,0	
11:00	0,97	25,8	27,7	28,7	27,7	25,8	24,8	24,8	25,8	24,8	24,8	25,8	
10:00	0,85	24,8	26,5	27,4	26,7	24,8	24,0	24,0	24,8	23,8	23,8	24,8	
09:00	0,63	23,0	24,3	24,9	24,7	23,0	22,4	22,4	23,0	22,0	22,0	23,0	
08:00	0,4	21,2	22,0	22,4	22,6	21,2	20,8	20,8	21,2	20,2	20,2	21,2	
07:00	0,16	19,3	19,6	19,8	20,4	19,3	19,1	19,1	19,3	18,3	18,3	19,3	
06:00	0,08	18,6	18,8	18,9	19,7	18,6	18,6	18,6	18,6	17,6	17,6	18,6	
05:00	0,02	18,2	18,2	18,2	19,2	18,2	18,1	18,1	18,2	17,2	17,2	18,2	
04:00	0	18,0	18,0	18,0	19,0	18,0	18,0	18,0	18,0	17,0	17,0	18,0	
03:00	0,02	18,2	18,2	18,2	19,2	18,2	18,1	18,1	18,2	17,2	17,2	18,2	
02:00	0,04	18,3	18,4	18,4	19,4	18,3	18,3	18,3	18,3	17,3	17,3	18,3	
01:00	0,07	18,6	18,7	18,8	19,6	18,6	18,5	18,5	18,6	17,6	17,6	18,6	
00:00	0,11	19,1	19,1	19,2	20,0	18,9	18,8	18,8	18,9	17,9	17,9	18,9	
		4,0	5,0	5,5	4,5	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	
T Neutral +		26,9	27,2	27,4	27,4	26,9	26,8	26,8	26,9	26,6	26,6	26,9	
T Neutral		24,4	24,7	24,9	24,9	24,4	24,3	24,3	24,4	24,1	24,1	24,4	
T Neutral -		21,9	22,2	22,4	22,4	21,9	21,8	21,8	21,9	21,6	21,6	21,9	

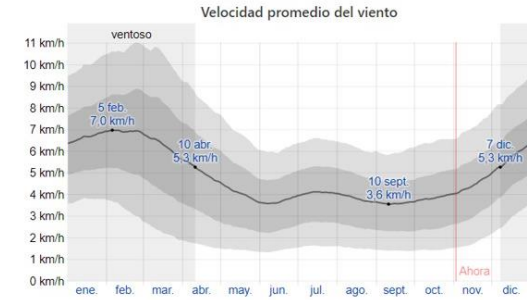
De acuerdo con la información obtenida en <https://es.weatherspark.com/>
 Las horas de mayor incidencia solar se dan entre las 9:00 a.m. y las 3:00 p.m. con mayor impacto en los meses de febrero y abril.



En Naranjo la humedad percibida varía extremadamente.

El período más húmedo del año dura 7,8 meses, del 16 de abril al 9 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 20 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 3 de junio, con humedad el 70 % del tiempo.

El día menos húmedo del año es el 2 de febrero, con condiciones húmedas el 3 % del tiempo.



La velocidad promedio del viento por hora en Naranjo tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4,1 meses, del 7 de diciembre al 10 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 5,3 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 5 de febrero, con una velocidad promedio del viento de 7,0 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7,9 meses, del 10 de abril al 7 de diciembre. El día más calmado del año es el 10 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 3,6 kilómetros por hora.

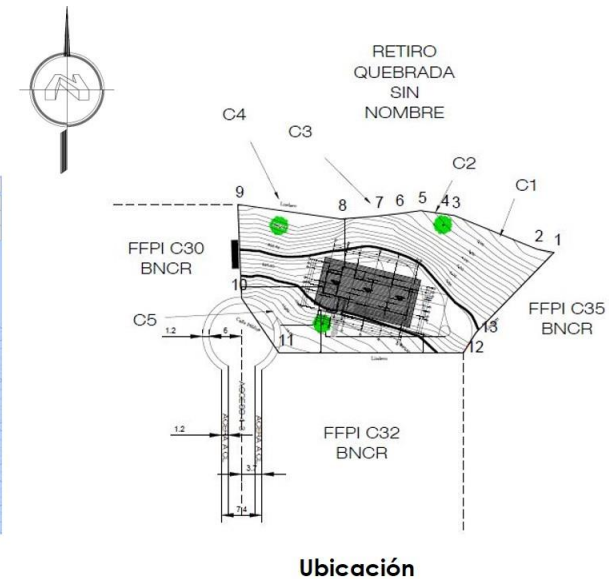
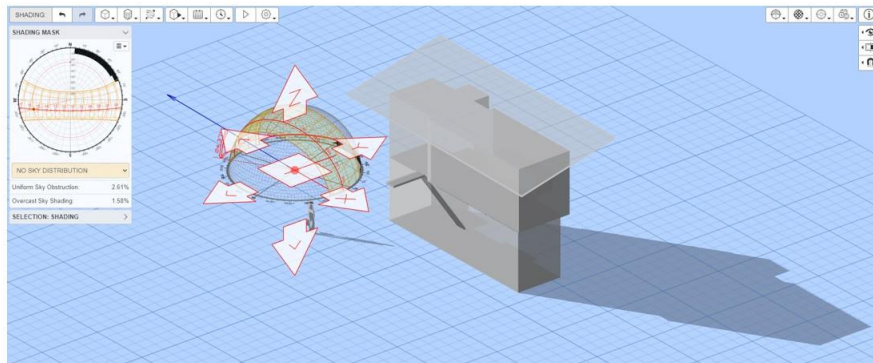
Ilustración 93: Resumen del análisis de temperatura, humedad y vientos. Fuente: El tiempo climático durante todo el año. 2020, (<https://es.weatherspark.com>)



El análisis de las variables bioclimáticas permite proporcionar una serie de recomendaciones que se irán implementando al modelo final propuesto.

Para un mejor acercamiento a los parámetros reales de implicancia solar, se desarrollaron modelos en tres dimensiones que permitieran conocer la exactitud de los valores para una propuesta más adecuada de rediseño a partir de estos hallazgos.

5.13.2 Análisis bioclimático de Andrew Marsh.



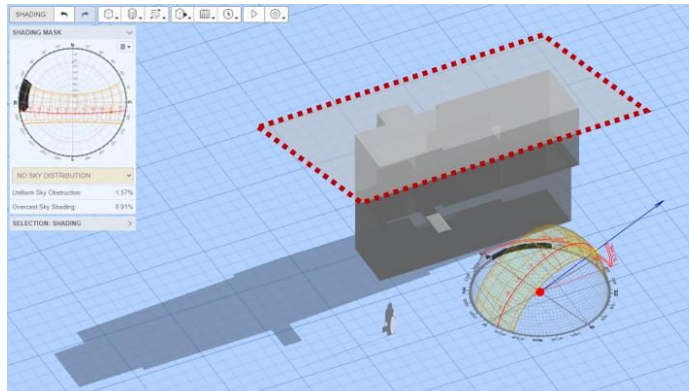
Para este apartado del análisis bioclimático se utilizará una aplicación web que permite conocer con mucha mayor precisión el recorrido del sol durante los diferentes días y meses del año. Por este motivo se utilizaron las mismas coordenadas de la ubicación del lote y su posición con respecto al norte

Ilustración 94: Análisis bioclimático por medio del sitio web de Andrew Marsh. Fuente: Shading Box, 2020, <http://andrewmarsh.com/software/shading-box-web>)

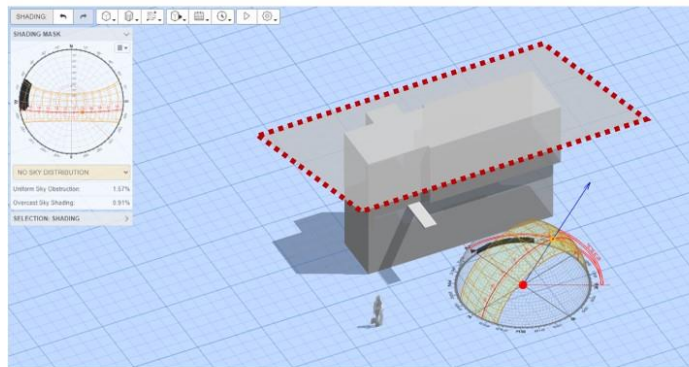
APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



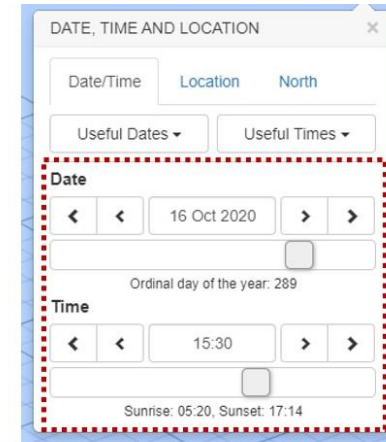
5.13.3 Análisis bioclimático / Térmicas, acústicas y de confort pasivo.



Medición a las 7:00 a.m.



Medición a las 9:00 a.m.



De acuerdo con el análisis llevado a cabo por medio de la aplicación Web de Andrew Marsh (<http://andrewmarsh.com/>) y las 4 mediciones que se realizaron para el 16 de octubre del 2020 en 4 momentos diferentes durante el día.

La fachada **Este** actualmente se ve afectada principalmente durante las horas de la mañana tal como se muestra en la Figura de la izquierda, por este motivo se recomienda proteger esta fachada parcialmente ya que el segundo nivel se ubica la cocina y la luz natural puede ser aprovechada.

Ilustración 95: Análisis de soleamiento. Fuente: Shading Box, 2020, <http://andrewmarsh.com/software/shading-box-web>)

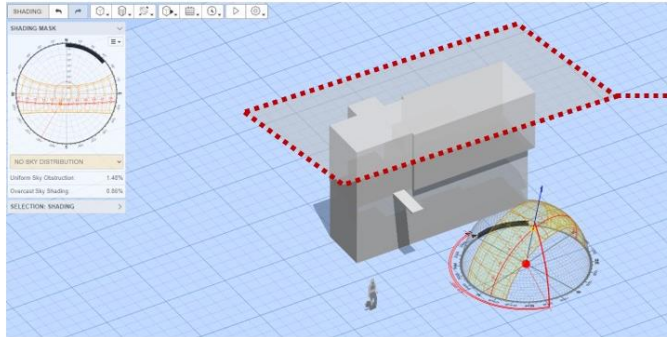
Este análisis permite ubicar el norte correcto tanto como su longitud y latitud haciendo que el ejercicio

cobre importancia al permitir observar las épocas críticas que deben ser atacadas y mejoradas.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.

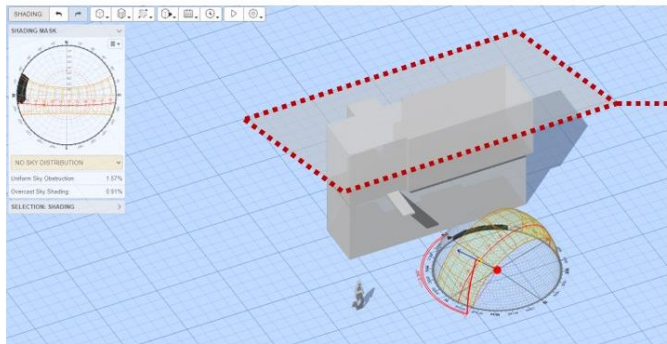


5.13.4 Análisis bioclimático / Térmicas, acústicas y de confort pasivo.



La cubierta actualmente brinda una protección ideal sobre la fachada sur que es la fachada más afectada por la radiación solar, por este motivo se ha sugerido generar una fachada más verde por medio de un sistema que permita colgar vegetación y proteger de esta forma durante la mayor parte del día esta porción del edificio.

Medición a las 12:00 p.m.



A partir de las dos de la tarde se da una protección parcial por la vegetación circundante, no obstante se ha sugerido continuar con el concepto de fachada verde y proteger la fachada oeste de la radiación solar y utilizar ventanas con propósito aislante térmico y acústico en todo el edificio.

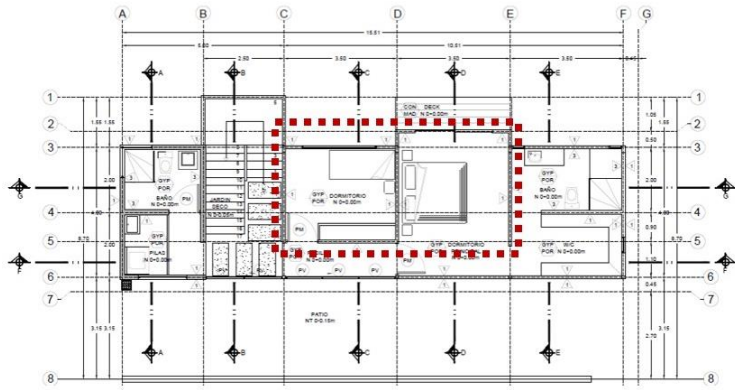
Medición a las 2:00 p.m.

Ilustración 96: Soleamiento y la época del año. Fuente: Shading Box, 2020, <http://andrewmarsh.com/software/shading-box-web>).

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



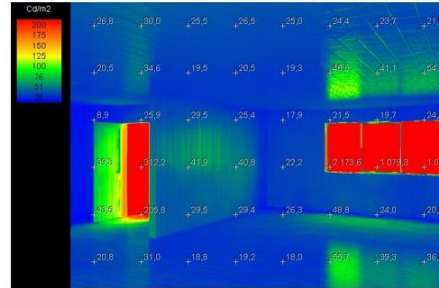
5.13.5 Análisis de luminancia y beneficios de la luz solar.



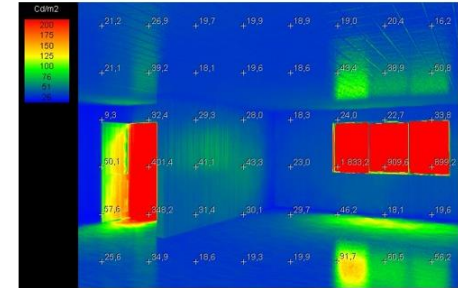
Planta Arquitectónica Segundo Nivel +0,00

Análisis de Luminancia

Luego de realizar un rápido análisis de algunos de los espacios de la vivienda, se logró determinar que existen dos espacios en la planta del nivel inferior (dormitorio principal y secundario), donde es necesario mejorar la calidad del factor de luminancia por lo que se ha tomado la decisión de incorporar un difusor de luz solar que permita optimizar la iluminación y el confort de los usuarios.



Análisis de luminancia Junio 21 a las 10:00 a.m.



Análisis de luminancia Diciembre 21 a las 10:00 a.m.



Beneficios ambientales

La luz natural produce interesantes ahorros porque al mantener las luces apagadas o atenuadas durante el día se usa menos energía eléctrica y además se reduce la huella de carbono para producirla.

Al usarse menos las luces artificiales se les prolonga la vida reduciendo costos de reemplazo y mano de obra, además se disminuye el impacto ambiental y los costos de disposición final.

Ilustración 97: Análisis de Luminancia. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.14 Análisis de iluminancia.

En la continuación de este ejercicio tenemos que la iluminancia en la primera Figura de la derecha posee una mejora bastante importante con respecto a la medición realizada a las 4:00 p.m. del mismo día precisamente por la posición de la casa que en este caso beneficia la iluminancia en este espacio en particular de la sala.

Para esta época del año analizada (solsticio de invierno) es posible notar que existe un nivel de iluminancia importante que como se ha venido exponiendo puede ser perfectamente mejorado a partir de una serie de medidas que permitan que el comportamiento de la luz en este espacio tenga una mayor eficiencia en las épocas de menor impacto solar sobre este espacio específico de la casa de habitación.

En la tabla de abajo se muestra que un promedio conservador oscila entre los 30 y 60 lux, sin embargo, es importante resaltar que este espacio seleccionado también posee de manera inmediata conexión con comedor y cocina, por lo que también se hace necesario considerar el tipo de protección solar que se utilizará como propuesta como estrategia de diseño pasiva. De acuerdo a lo analizado el espacio debería contar con al menos un promedio de 500.

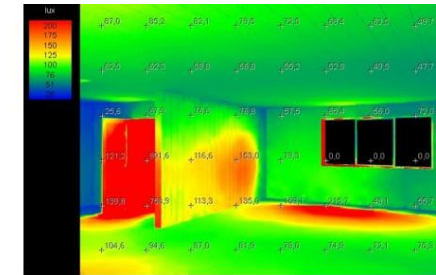
* Kitchen											
* Breakfast Area	E_h @eating surface; E_v @4' AFF	O	100	200	400	Avg	K	25	50	100	Avg
* Cabinets	E_v @face of cabinets						K	25	50	100	Avg
* Cooktops	E_h and E_v @cooking surfaces	P	150	300	600	Avg	K	25	50	100	Avg
* General	E_h @floor; E_v @5' AFF	K	25	50	100	Avg	H	10	20	40	Avg
* Preparation Counters	E_h and E_v @prep surfaces	R	250	500	1000	Avg	L	37.5	75	150	Avg
* Sinks	E_h and E_v @top of sink	P	150	300	600	Avg	K	25	50	100	Avg
* Laundry											
* Ironing	E_h and E_v @3' AFF	O	100	200	400	Avg	K	25	50	100	Avg
* Wash and Dry	E_h and E_v @3' AFF	O	100	200	400	Avg	K	25	50	100	Avg
* Living Room	E_h @floor; E_v @4' AFF	I	15	30	60	Avg	I	15	30	60	Avg

Ilustración 98: Análisis de Iluminancia. Fuente: Elaboración personal, 2020.

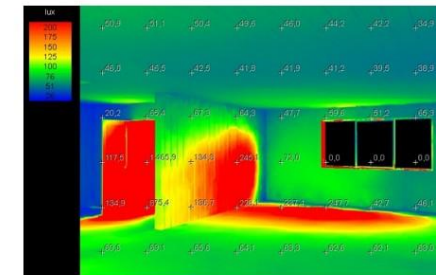
En la ilustración 98 se muestra el ejercicio realizado para determinar las características y las condiciones de la

iluminancia de deben ser mejoradas para generar un espacio mucho más confortable.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



Iluminancia: junio 21 a las 4:00 p.m.



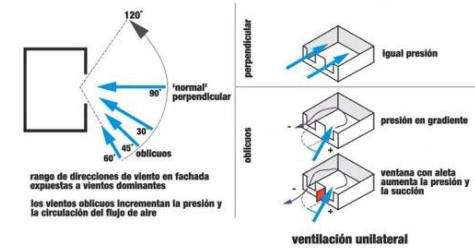
Iluminancia: diciembre 21 a las 4:00 p.m.

5.15 Análisis de control de vientos.



SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el diseño de la casa de habitación no posee las condiciones óptimas para generar ventilación cruzada, sin embargo, se ha tratado de tomar en cuenta la proporción de las ventanas de la vivienda, en la segunda planta se presenta una situación similar pero se cuenta con un balcón que permite generar cierta sombra beneficiando las brisas eventuales en el sitio.



MEJORANDO LAS CONDICIONES DE VENTILACIÓN

Como una de las estrategias de ventilación sugeridas es permitir la entrada del viento por medio de un corredor techado externo hacia uno de los lados del volumen, también se sugiere el uso de ventilación unilateral con ángulos oblicuos como se muestra en la figura superior derecha, lo que incrementa la presión y la circulación de aire hacia el interior de los aposentos.

Para los meses donde el clima es más seco se recomienda reducir la ventilación durante las horas del día y permitir la entrada durante las noches de aire fresco proveniente del exterior.

En este caso de la sala de estar se puede hacer uso también de los parasoles para generar una dirección adecuada del patrón de flujo de aire difuso siempre y cuando el ángulo de los parasoles lo permitan sin permitir el paso del agua. Este tipo de estrategias podrían ser aprovechadas en meses como mayo o setiembre donde hay un aumento de los vientos del sur.

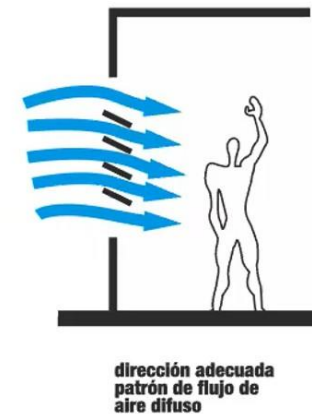


Ilustración 99: Análisis de control de vientos. Fuente: Exposición magistral, 2020, MSc. Arq. Adrián Aguilar.

El análisis de control de vientos permitió conocer la situación actual de la casa de habitación con respecto a la predominancia de los vientos alisios del norte, por este motivo se ha recomendado seguir un patrón de

ventilación unilateral y la posibilidad de permitir la entrada y la expulsión de aire en ciertos momentos a través del día y la noche.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.16 ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

5.16.1 Uso de celdas fotovoltaicas.



Paneles ubicados sobre la cubierta de los parqueos.

Estructuras de madera y celdas fotovoltaicas.

Existe la posibilidad de realizar las estructuras de los módulos fotovoltaicos con madera, debidamente tratada.

Las estructuras de madera deben tener unas operaciones mínimas de mantenimiento, y deben presentar unas condiciones aceptables para este uso. Las piezas de fijación, como los tornillos, deberían ser siempre de acero inoxidable.



:: Fachada Sur.

Ilustración 100: Propuesta de instalación de celdas fotovoltaicas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

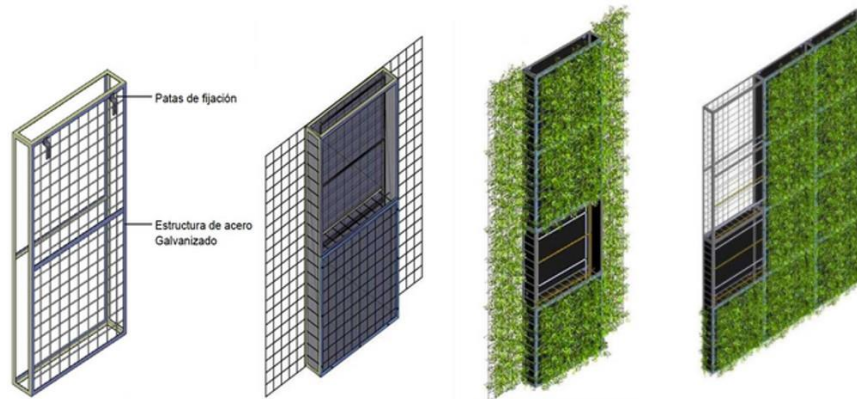
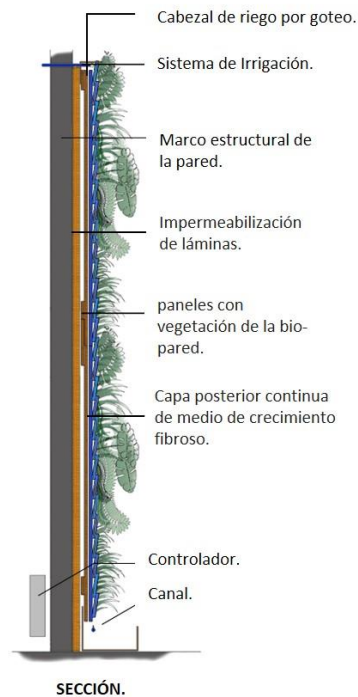
APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



Esta recomendación, permitiría que esta casa de habitación sea autosuficiente en términos de consumo de energía eléctrica, precisamente la ubicación de la

cubierta de techo permite recolectar la mayor parte de energía durante el día.

5.16.2 Detalle de fachadas verdes.



Detalle de paneles verdes sobre estructura portante.

Para este proyecto se plantea el uso de fachadas verdes, básicamente se proponen dos tipos de acuerdo a la ubicación de la pared.

Los paneles portantes se proponen sobre todo para la fachada norte donde se requiere la protección de la predominancia de los vientos, por otra parte la humedad proveniente de los vientos beneficia el mantenimiento de esta fachada

En el caso de la sección ejemplificada a la izquierda la misma genera el enfriamiento sobre la fachada sur donde encontramos la mayor incidencia solar en el edificio, además proporciona una reserva de agua de lluvia, purifica el aire, reduce la temperatura ambiente y fomenta la biodiversidad en el sitio.

Ilustración 101: Detalle de paredes verdes propuestas para el proyecto. Fuente: Materiales: Muros Verdes / Descontaminantes, Acústicos y Térmicos, 2014, (<https://www.plataformaarquitectura.cl>).



5.16.3 Detalle de ventanas y paneles de vidrio.

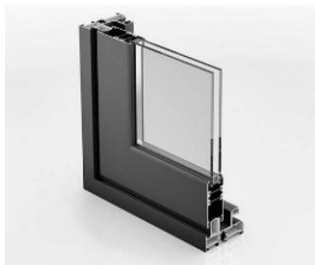
5.16.4 Mejoras termoacústicas.



Detalle de paneles de vidrio de doble capa.



Fachada Norte con mayoría presencia de vidrio.



Detalle de la ventana.

Para este proyecto se plantea el uso de termo paneles de vidrio de doble capa, con separadores de aluminio internos para las fachadas con presencia de grandes aperturas o ventanales.

En este caso en particular se ha seleccionado utilizar este sistema por sus múltiples beneficios, tales como: evitar que los rayos solares que llegan al interior de nuestra vivienda a través del cristal de las ventanas, provoquen una sensación de calor superior a la de la temperatura de la habitación y llegan a reducir hasta en un 70% las pérdidas de energía (en comparación con un doble acristalamiento sencillo).

Acústicamente, ya que la contaminación sonora es un problema cada vez mayor que afecta en diferentes ámbitos como nuestra salud física y mental, productividad laboral o capacidad comunicativa.

Ilustración 102: Detalle y características de los paneles doble capa. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Como fue mencionado anteriormente, se ha decidido utilizar paneles de vidrio doble como parte de

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



las mejoras propuestas tanto a nivel acústico como climático, este tipo de soluciones permite un mejor manejo térmico a nivel integral de la casa de habitación.

5.16.5 Eficiencias energéticas.

5.16.6 Consumo y ahorro de agua.



Sistema de recolección de agua de lluvia Subterráneo.

- Tanque subterráneo.
- Sistema de bombeo sumergible.
- Filtro desviador de flujo.
- Sistema hidroneumático.



Sistema de recolección de agua de lluvia.

- Slimtank de 1000 litros.
- Sistema de bombeo (variable para cada necesidad).
- Filtro desviador de flujo.
- Filtro para sedimentos.

Ilustración 103: Funcionamiento del sistema de recolección de agua. Fuente: Ecotank, 2020, (<https://lacasadeltanque.com/costa-rica>).

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



Como parte de las eficiencias propuestas para este nuevo escenario, se debe contar con almacenamiento de agua llovida con el propósito de

mantener las fachadas y las zonas verdes aledañas a la casa de habitación saludables y en óptimas condiciones para su adecuado mantenimiento.

5.17 VISTAS COMPARATIVAS DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS.

5.17.1 Vistas previas a las modificaciones propuestas.



Ilustración 104: Vistas del proyecto originalmente. Fuente: Elaboración AE Diseño y Arquitectura, 2019.



A continuación, se muestran una serie de ilustraciones, que reflejan las condiciones antes y después de la intervención por medio de los hallazgos de los escenarios del proyecto de la casa de habitación. Se

integran todas las pautas de diseño planteadas para el proyecto lo que visualmente aporta una enorme riqueza arquitectónica al proyecto.

5.17.2 Vista lateral oeste:



Vista lateral Oeste (Original)



Vista lateral Oeste (Propuesta)

Ilustración 105: Vista lateral Oeste del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



Dentro de los principales cambios en esta fachada, observamos la estructura principal en madera y el uso de los paneles de vidrio seleccionado y las

fachadas verdes además del puente de acceso en madera.

5.17.3 Vista lateral norte:



Vista lateral Norte (Original)



Vista lateral Norte (Propuesta)

Ilustración 106: Vista lateral Norte del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



En la ilustración 106 se puede apreciar con más detalle los cambios propuestos para el proyecto, en este caso la fachada norte incluye la estructura portante en madera sobre pilotes de concreto, algunos de los componentes principales de esta elevación son sus

5.17.4 Vista perspectiva:



Vista lateral Suroeste (Original)



Vista lateral Oeste (Propuesta)

Ilustración 107: Vista Perspectiva 1 del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

En la ilustración 107 de la perspectiva del antes y después, se logra apreciar el impacto de la aplicación de

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.

las pautas seleccionadas con motivo de hacer este diseño mucho más eficiente tanto constructivamente



como energéticamente en términos de sostenibilidad. Todos los elementos que han tomado parte en las modificaciones han sido sometidos a un análisis

cualitativo y cuantitativo y que se presentará al final de este documento en el análisis multicriterio que se ha venido trabajando a lo largo del semestre.

5.17.5 Vistas perspectivas:



:: Vistas perspectiva Noreste antes de la intervención



:: Vistas perspectiva Noreste después de la intervención

Ilustración 108: Vista Perspectiva 2 del antes y después de las modificaciones propuestas. Fuente: Elaboración personal, 2020.

En la ilustración 108 se logra apreciar de una mejor manera la mayoría de los cambios propuestos, cabe resaltar que se conservaron la configuración de los espacios propuestos en la planificación inicial del proyecto. También se resalta la validez de la metodología

empleada a través de la investigación que hace que la totalidad de la propuesta junto con sus modificaciones permiten que la valoración logre niveles de eficiencia energética no contemplados anteriormente durante la etapa de diseño inicialmente.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.17.6 Fachada Sur después del tratamiento de fachadas:



Ilustración 109: Uso de paredes verdes en la fachada de la casa de habitación. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.18 RESULTADOS COMPARATIVOS.

5.18.1 Variables físico-ambientales analizadas.

Sostenibilidad Físico-Ambiental			
Variables de primer orden	Estados o actividades	Valor	Puntaje
Selección del lugar del proyecto (Contexto)	La ubicación del proyecto afecta ecosistemas, cuencas hidrográficas o zonas protegidas. El proyecto se ubica a más de 1km de una zona vulnerable.	3	1
	La ubicación del proyecto afecta ecosistemas, cuencas hidrográficas o zonas protegidas. El proyecto se ubica a menos de 1km de una zona vulnerable.	2	
	La ubicación del proyecto afecta ecosistemas, cuencas hidrográficas o zonas protegidas. El proyecto se ubica a menos de 500 m de una zona vulnerable.	1	
	La ubicación del proyecto afecta ecosistemas, cuencas hidrográficas o zonas protegidas. El proyecto se ubica a menos de 200 m de una zona vulnerable.	0	
Infiltración de aguas en el terreno de acuerdo a la huella del edificio	a. El proyecto cubre menos del 25% del terreno disponible permitiendo una muy buena filtración del agua	3	2
	b. El proyecto cubre entre el 25% y el 60% del terreno disponible permitiendo una buena filtración del agua	2	
	c. El proyecto cubre entre el 60% y el 80% del terreno disponible permitiendo una regular filtración del agua	1	
	d. El proyecto cubre mas del 60% del terreno provoca una escasa filtración del agua	0	
Asoleamiento	a. Excelente protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	3	3
	b. Buena protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	2	
	c. Regular protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	1	
	d. Mala protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	0	
Ventilación natural y estrategias pasivas	a. Ventilación del Edificio con ventilación y estrategias pasivas en un 100% (Convección, ventilación cruzada)	3	3
	b. Ventilación del Edificio con ventilación cruzada y estrategias pasivas en un 80% (Convección, ventilación cruzada y ventiladores)	2	
	c. Ventilación del Edificio con ventilación cruzada y estrategias pasivas en un 60% (Ventiladores y aire acondicionado)	1	
	d. Ventilación del Edificio con ventilación cruzada y estrategias pasivas en menos de un 60% (Aire acondicionado)	0	
Manejo de aguas servidas y residuales	a. Planta de tratamiento, biodigestor, y separación de desechos. Reaprovechamiento del agua para riego o servicios sanitarios.	3	0
	b. Planta de tratamiento y biodigestor. Algún grado de aprovechamiento para riego o servicios sanitarios.	2	
	c. Tratamiento de desechos con planta, pero sin aprovechamiento en el proyecto	1	
	d. Desecho directo a red de alcantarillado sanitario	0	

RESUMEN	
Total de Variables	23
Puntaje máximo posible	69
Puntaje Obtenido	47
Valor Porcentual	68%

Tabla 17: Resumen de los valores Físico-Ambientales. Fuente: Elaboración personal, 2020.

El análisis físico ambiental muestra que, a pesar de contar con algunas variables con puntajes altos el valor porcentual, no es realmente satisfactorio por lo que se

proponen una serie de mejoras y eficiencias en el proyecto que serán reflejadas posteriormente.



5.18.2 Variables socioculturales analizadas.

Sostenibilidad Sociocultural				
Variables de primer orden	Estados o actividades	Valor	Puntaje	
El proyecto contrata mano de obra local para su construcción en al menos un 30% de la totalidad, al mismo tiempo que plantea políticas justas de empleo y seguro.	a. Se contrata hasta un 50% de mano de obra local calificada	3	3	
	b. Se contrata hasta un 30% de mano de obra local calificada	2		
	c. Se contrata menos de un 10% de mano de obra local calificada	1		
	d. No se contrata mano de obra local	0		
El proyecto representa un aporte significativo en términos de desarrollo para las comunidades cercanas	a. El proyecto es una fuente importante de empleo, para más de 100 personas	3	3	
	b. El proyecto es una fuente de empleo, para al menos 50 personas	2		
	c. El proyecto no representa una fuente significativa de empleo, entre 10 y 25 personas	1		
	d. El proyecto no aporta fuentes de empleo para las comunidades cercanas	0		
El proyecto interpreta y traduce del entorno morfología, materialidad y significado.	El proyecto es completamente consciente del entorno y es producto del análisis de las condiciones urbanas circundantes. El proyecto se acopla de forma armoniosa.		3	3
	El proyecto presenta fuerte grado de conciencia del entorno y es producto del análisis de las condiciones urbanas circundantes. El proyecto se acopla de forma armoniosa.		2	
	El proyecto presenta algún grado de conciencia del entorno y es producto del análisis de las condiciones urbanas circundantes.		1	
	El proyecto niega su entorno		0	
El proyecto invita y facilita el acceso a personas con algún tipo de discapacidad.	El proyecto cumple con todos los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los parámetros de diseño internacionales		3	1
	El proyecto cumple con la mayoría de los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los parámetros de diseño internacionales		2	
	El proyecto cumple con algunos de los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los parámetros de diseño internacionales		1	
	El proyecto no cumple con los lineamientos básicos de diseño accesible, según la ley 7600 y los parámetros de diseño internacionales		0	
El proyecto promueve algún programa de educación en términos de sostenibilidad para los usuarios y la comunidad local.	Se utiliza diagramación o señalética informativa y educativa en los espacios comunes y zonas verdes del edificio. Se cuenta con basureros separados por categoría.		3	1
	Se utiliza alguna diagramación o señalética informativa y educativa en los espacios comunes y zonas verdes del edificio. Se cuenta con basureros separados por categoría.		2	
	Se cuenta con basureros separados por categoría.		1	
	No existe señalética ni basureros separados por categoría		0	

RESUMEN	
Total de Variables	11
Puntaje máximo posible	33
Puntaje Obtenido	27
Valor Porcentual	82%

Tabla 18: Resumen de los valores Socio- Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.

El análisis Socio- Cultural muestra que posee un valor porcentual total bastante aceptable, a pesar de algunas variables que pueden ser mejoradas a través de

la aplicación de métodos para promoción de este tipo de espacios que permitan un diálogo sustentable a partir



de la gestión apropiada de la constructividad y la materialidad.

5.18.3 Variables económico-financieras analizadas.

Sostenibilidad Económico - Financiera			
Variables de primer orden	Estado o actividades	Valor	Puntaje
El proyecto beneficia a la totalidad de la población inmediata, lo que justifica el proyecto en términos de retribución económica a la sociedad	a. El proyecto beneficia a la totalidad de la población inmediata	3	2
	b. El proyecto beneficia gran parte de la población inmediata	2	
	c. El proyecto beneficia alguna parte de la población inmediata	1	
	d. El proyecto no beneficia a la comunidad inmediata	0	
El proyecto cumple con el presupuesto y los tiempos de ejecución estimados	a. Menos de 0,5 millones de dólares	3	1
	b. Entre 1 y 0,5 millones de dólares	2	
	c. Entre 1 y 2 millones de dólares	1	
	d. Superior a los 2 millones de dólares	0	
El proyecto plantea estrategias mensurables para la disminución del consumo de agua y luz	a. Representa un ahorro superior al 30% de acuerdo a la línea base de consumo	3	2
	b. Representa un ahorro superior al 20% de acuerdo a la línea base de consumo	2	
	c. Representa un ahorro superior al 10 % de acuerdo a la línea base de consumo	1	
	d. Representa un ahorro menor al 10 % de acuerdo a la línea base de consumo	0	
Relación costo-beneficio	a. El proyecto se justifica como una necesidad real que justifica el costo de la inversión y se apega al presupuesto y los recursos destinados para su concreción	3	3
	b. El proyecto se justifica como una necesidad real que justifica el costo de la inversión pero no se apega al presupuesto y los recursos destinados para su concreción	2	
	c. El proyecto no se justifica como una necesidad real que justifica el costo de la inversión y no se apega al presupuesto y los recursos destinados para su concreción	1	
	d. El proyecto no es viable desde ningún punto de vista	0	
Ejecución de la obra	a. La obra se maneja dentro de los costos estimados y se entrega sin ningún retraso	3	2
	b. La obra se maneja dentro de los costos estimados pero el tiempo de entrega se	2	
	c. La obra sobrepasa el presupuesto estimado pero se entrega sin ningún retraso	1	
	d. La obra sobrepasa el presupuesto estimado y sobrepasa los tiempos de entrega	0	

RESUMEN	
Total de Variables	16
Puntaje máximo posible	33
Puntaje Obtenido	26
Valor Porcentual	79%

Tabla 19: Resumen de los valores Económico - Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.



El análisis Económico - Financiero muestra que posee un valor porcentual total no aceptable a pesar de algunas variables que indican signos positivos de mejora,

el proyecto debe proponer medidas que eleven el grado de satisfacción en este campo de análisis.

5.19 Análisis de Resultados (Primera Evaluación sin implementación del escenario).

Rango de 71% a 80%, **regulares** posibilidades de éxito

Dimensiones de sostenibilidad	Peso relativo	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	Calificación	Calificación relativa
1.0 FÍSICO-AMBIENTAL	37,0%	69	47	68%	0,25
2.0 SOCIO-CULTURAL	40,0%	33	27	82%	0,33
3.0 ECONOMICO-FINANCIERA	25,7%	33	26	79%	0,20
Grado de sostenibilidad				Calificación final	78%

Rango de 1% a 60%, sin posibilidades de éxito
Rango de 61% a 70%, pocas posibilidades de éxito
Rango de 71% a 80%, regulares posibilidades de éxito
Rango de 81% a 90%, buenas posibilidades de éxito
Rango de 91% a 100%, excelentes posibilidades de éxito

Tabla 20: Rango de éxito obtenido preliminarmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.



La primera evaluación de la casa de habitación mostró evidentemente, que se pueden realizar varias mejoras a partir del planteamiento de pautas que permitan que los componentes Físico Ambiental, Socio Cultural y Económico financiero tengan un mejor rendimiento.

5.20 Variables analizadas del proyecto finalmente.

Sostenibilidad Físico-Ambiental			
Variables	Estados o actividades	Valor	Porcentaje
1 Materias y/o materia prima	a. La materia prima del proyecto se pueden adquirir a menos de 10 km de la zona del proyecto.	3	3
	b. La materia prima del proyecto se pueden adquirir a más de 10 km de la zona del proyecto.	2	
	c. La materia prima del proyecto se pueden adquirir a más de 20 km de la zona del proyecto.	1	
	d. La materia prima no se adquiere en la zona y debe importarse de otras localidades.	0	
2 Modularización y/o Prefabricación	a. El proyecto utiliza modularización en al menos un 90% del total de su obra	3	2
	b. El proyecto utiliza modularización en al menos un 50% del total de su obra	2	
	c. El proyecto utiliza modularización entre el 60% y el 70% del total de su obra	1	
	d. El proyecto utiliza modularización entre el 0% y 50% del total de su obra	0	
3 Relación con el medio	a. Excelente protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	3	3
	b. Buena protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	2	
	c. Regular protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	1	
	d. Mala protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	0	
4 Mecanismos de ventilación	a. Ventilación de la residencia con ventilación y estrategias pasivas en un 100% (Convección, ventilación cruzada)	3	3
	b. Ventilación de la residencia con ventilación cruzada y estrategias pasivas en un 80% (Convección, ventilación cruzada)	2	
	c. Ventilación de la residencia con ventilación cruzada y estrategias pasivas en un 50% (Ventiladores y aire acondicionado)	1	
	d. Ventilación de la residencia con ventilación cruzada y estrategias pasivas en menos de un 60% (Aire acondicionado)	0	
5 Tratamiento de desechos	a. Separación de desechos. Reaprovechamiento del agua para riego o servicios sanitarios.	3	3
	b. Separación de desechos. Algún grado de reaprovechamiento para riego o servicios sanitarios.	2	
	c. Tratamiento de desechos con planta, pero sin reaprovechamiento en el proyecto	1	
	d. Desecho directo a red de alcantarillado sanitario	0	
6 Aislamiento térmico	a. Paredes de madera con aislamiento y vidrio con alto nivel de rendimiento en términos de transmisión de calor y reflectividad.	3	3
	b. Combinación de materiales como madera y vidrio con alto nivel de rendimiento en términos de transmisión de calor y reflectividad.	2	
	c. Combinación de materiales como concreto y sistemas de ventanería convencional	1	
	d. Combinación de paredes livianas sin aislamiento y sistemas de ventanería convencional	0	
7 Aislamiento acústico	a. Se atenua a menos 50db del ambiente externo por medio de condiciones naturales del entorno o elementos arquitectónicos para el control de ruido	3	3
	b. Se atenua a menos 30db del ambiente externo por medio elementos arquitectónicos para controlar el ruido exterior	2	
	c. Se atenua menos de 20db del ambiente externo por medio elementos arquitectónicos para el control de ruido exterior	1	
	d. No se atenua el ruido externo para el control de ruido exterior	0	
8 Iluminación natural	a. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en al menos un 80% edificio.	3	3
	b. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en al menos un 70% edificio.	2	
	c. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en al menos un 40% edificio.	1	
	d. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en menos de un 40% edificio.	0	
RESUMEN			
Total de Variables		23	
Puntaje máximo posible		69	
Puntaje Obtenido		63	
Valor Porcentual		91%	

Tabla 21: Resumen de los valores obtenidos finalmente Componente Físico Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



5.20.1 Sostenibilidad Físico-Ambiental.

El análisis físico ambiental muestra que al realizar los cambios propuestos en las pautas del ejercicio anterior permitieron una mejora sustancial en la eficiencia del edificio hasta alcanzar un 91% de la totalidad de variables analizadas.

5.20.2 Sostenibilidad Socio- Cultural.

El análisis Socio Cultural muestra que, al realizar los cambios propuestos en las pautas del ejercicio anterior, permitieron una mejora sustancial en la eficiencia del edificio hasta alcanzar un 94% de la totalidad de variables

analizadas. El proyecto muestra que, a pesar de tratarse de un proyecto de una residencia, este puede beneficiar de múltiples formas a la comunidad por medio de prácticas sustentables.

Sostenibilidad Sociocultural			
Variables	Estados o actividades	Valor	Puntaje
1 Mano de obra	a. Se contrata hasta un 50% de mano de obra local calificada	3	3
	b. Se contrata hasta un 30% de mano de obra local calificada	2	
	c. Se contrata menos de un 10% de mano de obra local calificada	1	
	d. No se contrata mano de obra local	0	
2 Aporte comunitario	a. El proyecto es una fuente importante de empleo, para más de 100 personas	3	3
	b. El proyecto es una fuente de empleo, para al menos 50 personas	2	
	c. El proyecto no representa una fuente significativa de empleo, entre 10 y 25 personas	1	
	d. El proyecto no aporta fuentes de empleo para las comunidades cercanas	0	
3 Pertinencia	a. El proyecto es completamente consciente del entorno y es producto del análisis de las condiciones urbanas circundantes.	3	3
	b. El proyecto presenta fuerte conciencia del entorno y es producto del análisis de las condiciones urbanas circundantes.	2	
	c. El proyecto presenta algún grado de conciencia del entorno y es producto del análisis de sólo algunas condiciones	1	
	d. El proyecto niega su entorno	0	
4 Leyes y reglamentos	a. El proyecto cumple con todos los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	3	3
	b. El proyecto cumple con la mayoría de los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	2	
	c. El proyecto cumple con algunos de los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	1	
	d. El proyecto no cumple con los lineamientos básicos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	0	
5 Desarrollo	a. La comunidad se beneficia un 100% por medio de la construcción de este proyecto.	3	3
	b. La comunidad se beneficia un 80% por medio de la construcción de este proyecto.	2	
	c. La comunidad se beneficia menos de un 50% por medio de la construcción de este proyecto.	1	
	d. La comunidad no se beneficia en lo absoluto por medio de la construcción de este proyecto.	0	
6 Vinculación	a. El proyecto brinda variedad de espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	3	3
	b. El proyecto brinda algunos espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	2	
	c. El proyecto brinda pocos espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	1	
	d. El proyecto no brinda espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	0	
7 Transporte	a. El proyecto tiene acceso directo a estaciones de transporte público y/o rutas peatonales.	3	3
	b. El proyecto se localiza muy cerca de estaciones de transporte público y/o rutas peatonales.	2	
	c. El proyecto se localiza cerca de estaciones de transporte público, ciclovías o rutas peatonales.	1	
	d. El proyecto se localiza lejos de estaciones de transporte público, ciclovías o rutas peatonales.	0	
RESUMEN			
Total de Variables	11		
Puntaje máximo posible	33		
Puntaje Obtenido	31		
Valor Percentual	94%		

Tabla 22: Resumen de los valores obtenidos finalmente Componente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.



5.20.3 Sostenibilidad Económico – Financiero.

Finalmente, el análisis económico financiero muestra que al realizar los cambios propuestos en las pautas del ejercicio anterior permitieron una mejora sustancial en la eficiencia del edificio hasta alcanzar el

100% de la totalidad de variables analizadas. El proyecto muestra que el análisis crítico y objetivo del proyecto beneficia la toma de decisiones y el balance del presupuesto general del proyecto.

Sostenibilidad Económico - Financiera				
Variables	Estado o actividades	Valor	Puntaje	
1	Aporte	a. El proyecto beneficia a la totalidad de la población inmediata	3	3
		b. El proyecto beneficia gran parte de la población inmediata	2	
		c. El proyecto beneficia alguna parte de la población inmediata	1	
		d. El proyecto no beneficia a la comunidad inmediata	0	
2	Presupuesto	a. Menos de 0.5 millones de dólares	3	3
		b. Entre 1 y 0.5 millones de dólares	2	
		c. Entre 1 y 2 millones de dólares	1	
		d. Superior a los 2 millones de dólares	0	
3	Eficiencia	a. Representa un ahorro superior al 30% de acuerdo a la línea base de consumo	3	3
		b. Representa un ahorro superior al 20% de acuerdo a la línea base de consumo	2	
		c. Representa un ahorro superior al 10% de acuerdo a la línea base de consumo	1	
		d. Representa un ahorro menor al 10% de acuerdo a la línea base de consumo	0	
4	Costo-beneficio	a. El proyecto se justifica como una necesidad real que justifica el costo de la inversión	3	3
		b. El proyecto se justifica medianamente como una necesidad real que justifica el costo de la inversión	2	
		c. El proyecto no se justifica como una necesidad real que justifica el costo de la inversión	1	
		d. El proyecto no es viable desde ningún punto de vista	0	
5	Plazos	a. La obra se maneja dentro de los costos estimados y se entrega a tiempo	3	3
		b. La obra se maneja dentro de los costos estimados pero el tiempo de entrega se atrasa	2	
		c. La obra sobrepasa el presupuesto estimado pero se entrega sin ningún retraso	1	
		d. La obra sobrepasa el presupuesto estimado y sobrepasa los tiempos de entrega	0	
6	Constructibilidad	a. Los sistemas constructivos agilizan la construcción y promueven el ahorro de material y mano de obra	3	3
		b. Los sistemas constructivos agilizan la construcción y promueven el ahorro de material pero requieren mano de obra especializada	2	
		c. Los sistemas constructivos agilizan la construcción pero hay alto desperdicio de materiales y se requiere mano de obra especializada	1	
		d. Los sistemas constructivos no agilizan la construcción, hay alto desperdicio de materiales y se requiere mano de obra especializada	0	
RESUMEN				
Total de Variables			16	
Puntaje máximo posible			33	
Puntaje Obtenido			33	
Valor Porcentual			100%	

Tabla 23: Resumen de los valores obtenidos finalmente Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.



5.21 Análisis de Resultados (Segunda Evaluación con implementación del escenario).

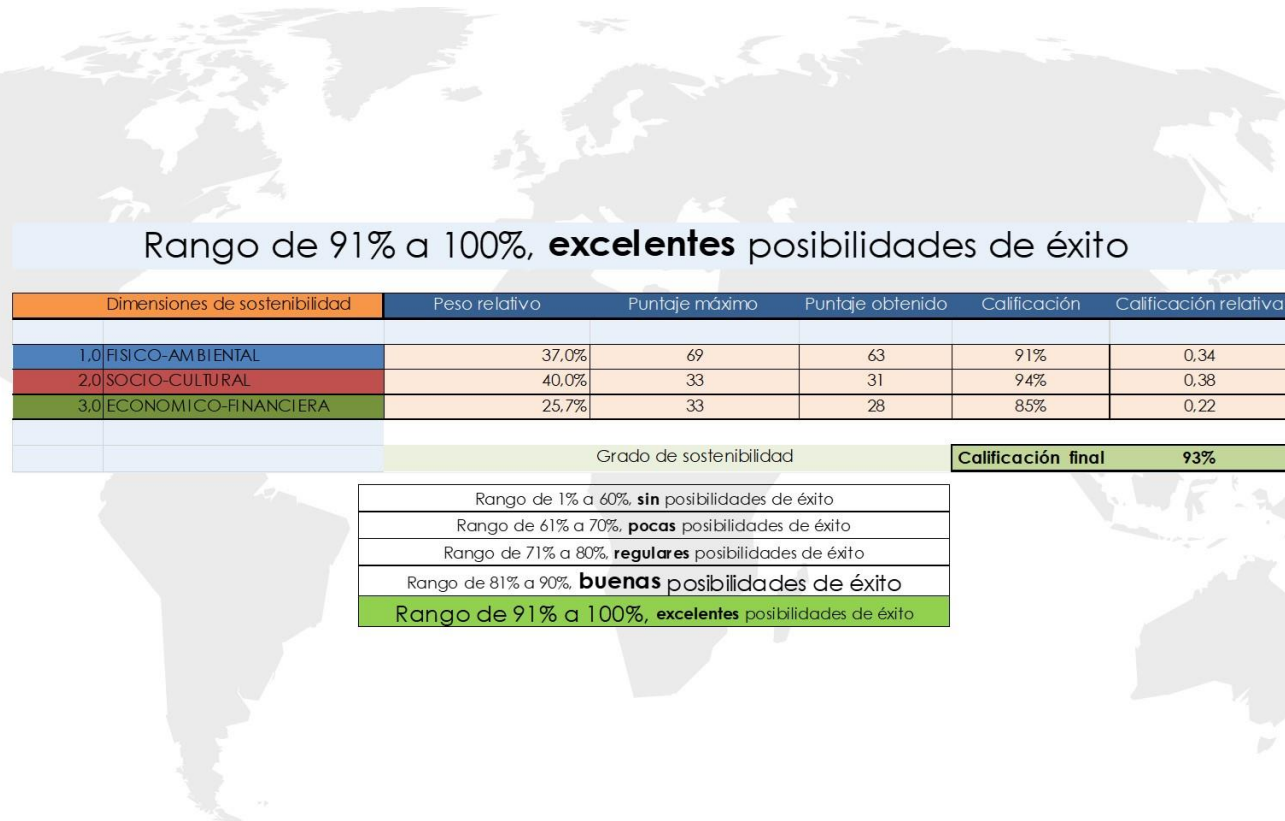


Tabla 24: Rango de éxito obtenido Finalmente. Fuente: Elaboración personal, 2020.

Luego de realizar las modificaciones propuestas por medio de las pautas de diseño, se logra evidenciar la importancia del uso de este tipo de ejercicios ya que el

resultado de los componentes Físico Ambiental, Socio Cultural y Económico financiero mejoren considerablemente.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 MATERIALIDAD: Las conclusiones en cuanto a la materialidad se presentan a partir del supuesto planteado en este ejercicio de reemplazar los materiales constructivos actuales (concreto, hierro, vidrio, etc.), por un material en este caso la madera como componente principal para su estructura primaria y como separación entre espacios además de algunos de los cerramientos de las fachadas.

- **Socio Cultural:** En este componente de análisis se concluye que el uso de este tipo de materiales permite un impacto positivo al aportar un carácter arquitectónico apropiado que se adapta al contexto de una manera eficiente y amigable en cuanto al paisaje visual aportando riqueza este tal como lo expone el proyecto base de análisis: Nest We Grow Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley.

- **Físico Ambiental:** Se integran materiales de bajo impacto del entorno como la madera, que procede de fuentes locales y certificadas permitiendo un desarrollo sostenible de esta materia prima.
- **Económico Financiero:** Se logra hacer una reducción en cuanto al costo y al tiempo de ejecución del proyecto.

6.2 CONSTRUCTIVIDAD: Por medio del análisis de la constructividad de la casa de habitación se logra determinar que por medio de la adopción del método y las técnicas constructivas previamente analizadas del proyecto Nest We Grow.

- **Socio Cultural:** Constructivamente, adoptar este tipo de soluciones permite no solo activar la fuerza laboral de la zona, sino que propone soluciones que pueden ser aprendidas y mejoradas de forma



que la población adquiera conocimiento especializado en el uso de nuevas técnicas.

- **Físico Ambiental:** El uso de este tipo de sistemas es de menor impacto ambiental ya que toma en cuenta las variables locales y propone mejoras en cuanto la eficiencia del proyecto en general.
- **Económico Financiero:** Se logra generar una ganancia económica al implementar otras soluciones paralelas como tanque para captación de agua de lluvia y la instalación de celdas fotovoltaicas que permitan generar la energía propia que se consume en el proyecto.

6.3 SOSTENIBILIDAD: De acuerdo con los resultados de la evaluación de la sustentabilidad del proyecto se logra concluir que la adopción de las medidas planteadas a través del ejercicio, validan completamente los beneficios de aplicar tanto las estrategias pasivas de diseño como el uso de la

tecnología lo que permite un control mucho más preciso de las condiciones del edificio en general.

- **Socio Cultural:** A pesar de que la comunidad no recibe algún beneficio económico directo con este proyecto el mismo permite al cliente o usuario final adquirir eficiencia en la totalidad del proyecto.
- **Físico Ambiental:** Se reducen los costos por mantenimiento y operación de todo el edificio.
- **Económico Financiero:** Se logra concretar un proyecto 100% eficiente en términos económicos y dentro de los plazos estimados.



6.4 CONSIDERACIONES FINALES.

- 1- Una de las primeras consideraciones derivadas de esta investigación, es la importancia del uso y de la utilización de diferentes métodos de análisis junto con la estrategia de planeación por escenarios, como una de las herramientas de la cual se pueden obtener, analizar, cuantificar y proporcionar datos de gran valor sumamente necesarios en la toma de decisiones en el campo de la arquitectura y la construcción.
- 2- La combinación de este tipo de análisis, acompañado de la prospectiva y escenarios enfocados a sostenibilidad en la arquitectura y construcción, permite tener una claridad de los factores positivos y/o negativos que intervienen en la toma de decisiones, en la formulación y gestión de los procesos de proyectos constructivos.
- 3- Promover modelos de negocios responsables y sostenibles, a través de las buenas prácticas empresariales en las 3 dimensiones del desarrollo: ambiental, social y económico que permitan generar mejoras en la gestión de proyectos constructivos.
- 4- Debemos estar más preparados para el futuro en nuestro mundo que cambia rápidamente, todos debemos pensar como futuristas. Esto no debe reservarse para un grupo selecto de personas, sino un conjunto de habilidades básicas que cualquiera puede aprender. Cuantas más personas puedan anticipar, planificar y crear el futuro que desean, mejor estaremos. Pensar como un futurista significa: monitorear los cambios, visualizar los resultados y adoptar una mentalidad innovadora.



6.5 PAUTAS Y RECOMENDACIONES.

- Se insta a la creación de grupos de trabajo interdisciplinarios, que incluyan diferentes puntos de vista de profesionales expertos en la materia como sostenibilidad y cambio climático, y su impacto en la arquitectura y construcción.
- Visibilizar y divulgar estudios de otros profesionales relacionados a escenarios, permite generar un aporte de información valioso y novedoso para otros campos del saber humano.
- La elaboración y la exposición de este tipo de trabajos, permite mostrar cómo la arquitectura puede ayudar a mitigar y adaptarse al mismo tiempo, a circunstancias del entorno inesperadas y cambiantes a través de la observación de factores de influencia, que pueden considerarse tanto positivos como negativos y que toman parte en los procesos constructivos.
- Es sumamente importante contar con una normativa atinente y actualizada con la realidad nacional, que permita evolucionar y adaptarse a las necesidades y circunstancias del entorno, dando importancia a iniciativas de interés nacional para generar cambios positivos en materia de construcción sostenible en nuestro país, y ayudar a mitigar la huella de carbono producida por los procesos constructivos.
- El ordenamiento territorial es un tema de suma importancia, que debe ser jerárquico en la agenda nacional, existen muchas diferencias entre sectores sociales en relación con los recursos que se perciben, y que están disponibles para la inversión en desarrollo sostenible en los procesos constructivos.
- Para lograr un mayor alcance en este tipo de investigaciones es importante señalar que la matriz



se debe construir con políticas, leyes y legislaciones actuales en el país con el propósito de conocer la viabilidad de los proyectos constructivos de carácter sostenible.

- La constante evaluación de diferentes escenarios generaría un recurso valioso de acción para diferentes sectores interesados, mostrando las características que tendrán mayor peso de acuerdo con las condiciones del entorno, favoreciendo aquellas que impacten de manera positiva y apliquen estrategias sostenibles.
- Promover el uso de estrategias, técnicas y materiales sostenibles en toda población, es un reto importante que debe ser abarcado con un mayor énfasis en los próximos años, si realmente se desea un cambio en la cultura de las prácticas sostenibles en la arquitectura y construcción costarricense.
- El acceso a la información y la experimentación de tecnologías constructivas avanzadas debe ser

puesto al alcance de la mayoría de la población, para lograr avanzar de una manera constante y alineada a los objetivos propuestos tales como, el de "Conocimiento e innovación hacia el 2050 en Costa Rica".

- El presente trabajo de investigación puede ser sujeto de un análisis más profundo si se toman en cuenta las implicaciones para la arquitectura debidas al cambio climático, sin embargo, su estructura y metodología puede ser alimentada con nuevas variables permitiendo obtener nuevos resultados de interés.
- Los escenarios son una herramienta valiosa de consulta en la exploración y planeación de los proyectos constructivos, para arquitectos e ingenieros, que facilita la comprensión y análisis de la toma de decisiones a futuro, que pueden influir en el desarrollo y el bien común de todo el país en materia de desarrollo sostenible.



REFERENCIAS



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



REFERENCIAS:

Acosta, D. Cilento Sarli, A. (2007). EDIFICACIONES SOSTENIBLES: Estrategias de Investigación y Desarrollo. Instituto De Arquitectura Tropical, Venezuela.

Alfaro Murillo, A. Aymerich Uhlenhaut, N. (2013). Guía de Diseño Bioclimático. Según Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge. Universidad de Costa Rica. Kerwa. <https://hdl.handle.net/10669/16645>

Ayuntamiento de Madrid (2016). Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Diseño, Construcción, Uso, Conservación y Demolición de Edificios e Instalaciones. Portal web del Ayuntamiento de Madrid. <https://bit.ly/3gE7Qgl>

Baño Nieva, A. Vigil-Escalera del Pozo, A (2005). Guía de Construcción Sostenible. istas.net. <https://bit.ly/3ou7VYz>

Céspedes A. Hugo. (2011). Innovación, emprendimiento, tecnología. Herramientas para el futuro desarrollo. HC

Global Group Business Model. Slidehare.net. <https://bit.ly/3oCjM6P>

Chiavenato, I., Arao S., (2011). Planeación Estratégica. Fundamentos y aplicaciones, México. Construcción de escenarios. McGraw Hill, p.p. 127-135.

Diario de Navarra. (2018). Un estudio pamplonés crea el edificio residencial Passivhaus más alto del mundo. Diario de Navarra. Diariodenavarra.es. <https://bit.ly/3B65EYs>

Echandi. H. J (2003). Prospectiva y Sostenibilidad, Informes y Estudios (Institución Futuro). Dialnet. <https://bit.ly/3lrqjMD>

Garrido, J. A. (2010). Viaje, Ciencia Ficción, Arquitectura. Mapas, Estaciones y Espejos. Proyecto, Progreso, Arquitectura, 136 - 156.)

González, J. (2016). Planificación de escenarios: un mirador al futuro. Think & Sell. <https://bit.ly/30jyV3J>



Illuminating Engineering Society. 2011. Residential Facilities Illuminance Recommendations. 3rd Edition. ies.org
<https://bit.ly/3HCxcHD>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020). Estadísticas de la Construcción. San José, Costa Rica. INEC. <https://bit.ly/34mzYT0>

Luis de Garrido. (s.f.). Investigación [página web]. Luis de Garrido. Consultado el 10 de octubre de 2021. <https://luisdegarrido.com/es/investigacion/prospectiva/>

Passive House Institute (2016). Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard. Passive House Institute. <https://bit.ly/3oyhLbW>

Pictet Asset Management. (2020, 23 de abril). ¿Qué son las megatendencias? <https://bit.ly/3FFpv2K>

RAE. Real Academia Española Diccionario de la lengua española. (2019). Rae.es <https://bit.ly/3rzitr8>

Rocha- Tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. Facultad de Arquitectura y Artes Universidad Piloto de Colombia, Bogotá.

Schoemaker, P. J. (1995). Scenario planning: a tool for strategic thinking. Sloan management review, 36(2), 25-50.

Schoemaker, Paul J.H. "Uncertainty: From Scenarios to Flexible Options", The Wiley Encyclopedia of Management, Cary L. Cooper (ed), John Wiley and Sons, 2015.

Shinkenchi Sha. (2020). Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley. archdaily.com <https://bit.ly/3JbztJX>

Spain Green Building Council (2009). Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED (Core Concepts and



LEED Guide) Segunda Edición. [www. spaingbc.org](http://www.spaingbc.org).
<https://bit.ly/337EBQb>

The American Institute of Architects (13 de noviembre de 2021). Recursos de diseño de adaptación al cambio climático. AIA. <https://bit.ly/3rtG7p5>

Weather Spark. (2020). El tiempo durante todo el año en cualquier lugar del mundo. weatherspark.com
<https://bit.ly/3ssx1lh>

Vegger. M. (2021, 15 junio). Blog: Costa Rica aumenta su ambición climática imaginando colectivamente el futuro.
<https://bit.ly/30o64eo>



ANEXOS



APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



ANEXO I

GLOSARIO.

ADAPTACIÓN: 1. f. Acción y efecto de adaptar o adaptarse.

ANTEPROYECTO: Conjunto de esbozos, borradores, escritos y planos preparatorios que han de servir para la elaboración del proyecto de una obra. (Real Academia Española, 2021)

AMBIGÜEDAD: 1. f. Cualidad de ambiguo. (Real Academia Española, 2021).

AMBIGUO, GUA: 1. adj. Dicho especialmente del lenguaje: Que puede entenderse de varios modos o admitir distintas interpretaciones y dar, por consiguiente, motivo a dudas, incertidumbre o confusión. (Real Academia Española, 2021).

CAMBIO CLIMÁTICO: 1. m. cambio previsible en el clima terrestre provocado por la acción humana que da lugar

al efecto invernadero y al calentamiento global. (Real Academia Española, 2021).

COMPLEJIDAD: 1. f. Cualidad de complejo. (Real Academia Española, 2021).

COMPLEJO: 1. adj. Que se compone de elementos diversos. 2. adj. complicado (ll enmarañado, difícil). (Real Academia Española, 2021).

DEMOGRAFÍA: De demo- y -grafía. 1. f. Estudio estadístico de una colectividad humana, referido a un determinado momento o a su evolución. (Real Academia Española, 2021).

DESARROLLO: 1. m. Acción y efecto de desarrollar o desarrollarse. 3. m. Econ. Evolución de una economía hacia mejores niveles de vida. (Real Academia Española, 2021).

ENTORNO: De en- y torno. 1. m. Ambiente, lo que rodea. 2. m. Inform. Conjunto de características que definen el lugar y la forma de ejecución de una aplicación. (Real Academia Española, 2021).



ESCENARIO: 4. m. Conjunto de circunstancias que rodean a una persona o un suceso. 5. m. Posibilidades o perspectivas de un hecho o de una situación. (Real Academia Española, 2021).

FUTURO: 1. adj. Que está por venir y ha de suceder con el tiempo. (Real Academia Española, 2021).

INCERTIDUMBRE: 1. f. Falta de certidumbre. (Real Academia Española, 2021).

INFLUENCIA: 1. f. Acción y efecto de influir. 2. f. Poder, valimiento, autoridad de alguien para con otra u otras personas o para intervenir en un negocio. (Real Academia Española, 2021).

INNOVACIÓN: 1. f. Acción y efecto de innovar. 2. f. Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. (Real Academia Española, 2021).

MODELO: Representación simplificada de un objeto o proceso en la que se representan algunas de sus

propiedades. Un modelo reproduce solamente algunas propiedades del objeto o sistema original que queda, por tanto, representado por otro objeto o sistema de menor complejidad; los modelos se construyen para conocer o predecir propiedades del objeto real. (Felicísimo, 2019)

PAUTA: Del lat. *pacta*, pl. de *pactum* 'convenio, pacto'. 3. f. Instrumento o norma que sirve para gobernarse en la ejecución de algo. 4. f. Modelo o norma. (Real Academia Española, 2021).

PLANIFICACIÓN: 1. f. Acción y efecto de planificar. 2. f. Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc. (Real Academia Española, 2021).

PROSPECTIVA: 1. adj. Que se refiere al futuro. 2. f. Conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o de predecir el futuro en una determinada materia. (Real Academia Española, 2021).



PROYECCIÓN: conjunto de transformaciones métricas definidas para representar la superficie de la Tierra sobre un plano. (Felicísimo, 2019)

SOSTENIBLE: 1. adj. Que se puede sostener. Opinión, situación sostenible. 2. adj. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Desarrollo, economía sostenible. (Real Academia Española, 2020).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL: principio de gobierno de la utilización de los recursos naturales que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades. (Real Academia Española, 2021).

SOSTENIBILIDAD FINANCIERA: Proyección del principio de estabilidad presupuestaria en el medio y largo plazo que supone la capacidad para financiar compromisos de gastos presentes y futuros dentro de los límites de déficit y deudas públicas. (Real Academia Española, 2021).

SOSTENIBILIDAD SOCIAL: sostenibilidad que busca fomentar las relaciones entre los individuos y el uso colectivo de lo común conjugando crecimiento económico y respeto ambiental con bienestar social, fomentando el mantenimiento y la creación de empleo, protegiendo la seguridad y la salud de las personas, asegurando la reducción de la pobreza y las desigualdades, y evitando las situaciones de exclusión social. (Real Academia Española, 2021).

TENDENCIA: De tender 'propender'. 1. f. Propensión o inclinación en las personas y en las cosas hacia determinados fines. 3. f. Idea religiosa, económica, política, artística, etc., que se orienta en determinada dirección. (Real Academia Española, 2021).

VOLATILIDAD: 1. f. Cualidad de volátil. U. t. en sent. fig. 2. f. Econ. Inestabilidad de los precios en los mercados financieros. (Real Academia Española, 2021).



ANEXO II

MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE SOCIO- CULTURAL.

MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE SOCIO CULTURAL					
Subcomponente	Nº	Criterios	Variables	Puntos	Puntaje
RELACIÓN CON LA COMUNIDAD	1	Simbolismo			
	2	Pertenencia			
	3	Historicidad			
	4	Conjunto			
	5	Desarrollo			
DISEÑO	6	Etapas constructivas			
	7	Zonificación			
	8	Modulación			
	9	Coherencia			
	10	Estética			
APARIENCIA	11	Jerarquización			
	12	Espacialidad			
	13	Continuidad			
	14	Confort			
	15	Equilibrio			
APROPIACIÓN	16	Arraigo			
	17	Diálogo			
	18	Apertura			
	19	Modificación			
	20	Función			
ASPECTOS CULTURALES	21	Promoción			
	22	Resguardo			
	23	Relación			
	24	Investigación			
	25	Desarrollo			

Tabla 25: Versión preliminar Componente Socio Cultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.



ANEXO III

MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE ECONÓMICO- FINANCIERO.

MULTICRITERIO VERSIÓN PRELIMINAR COMPONENTE ECONÓMICO FINANCIERO					
Subcomponente	Nº	Criterios	Variables	Puntos	Puntaje
INVERSIÓN	1	Rentabilidad			
	2	Constructibilidad			
	3	Costo de mantenimiento			
	4	Eficiencia			
	5	Plazos			
APORTE	6	Procesos de valor			
	7	Reducción de costos			
	8	Recreativo			
	9	Cultural			
	10	Económico			
BENEFICIARIOS	11	Comunidad			
	12	Ciudad			
	13	Programas			
	14	Impacto			
	15	Escala			
MANTENIMIENTO	16	Contratos			
	17	Procesos de valor			
	18	Tiempos			
	19	Cronogramas			
	20	Continuidad			
PLAZOS DE LA OBRA	21	Tiempo de ejecución			
	22	Retrasos			
	23	Contartiempos			
	24	Multa y/o penalidades			
	25	Méritos			

Tabla 26: Versión preliminar Componente Económico Financiero. Fuente: Elaboración personal, 2020.



ANEXO IV EVALUACIÓN MULTICRITERIO.

Sostenibilidad Económico - Financiera				
Variables		Estado o actividades	Valor	Puntaje
Aporte	a.	El proyecto beneficia a la totalidad de la población inmediata	3	3
	b.	El proyecto beneficia gran parte de la población inmediata	2	
	c.	El proyecto beneficia alguna parte de la población inmediata	1	
	d.	El proyecto no beneficia a la comunidad inmediata	0	
Presupuesto	a.	Menos de 0.5 millones de dólares	3	3
	b.	Entre 1 y 0.5 millones de dólares	2	
	c.	Entre 1 y 2 millones de dólares	1	
	d.	Superior a los 2 millones de dólares	0	
Eficiencia	a.	Representa un ahorro superior al 30% de acuerdo a la línea base de consumo	3	3
	b.	Representa un ahorro superior al 20% de acuerdo a la línea base de consumo	2	
	c.	Representa un ahorro superior al 10 % de acuerdo a la línea base de consumo	1	
	d.	Representa un ahorro menor al 10 % de acuerdo a la línea base de consumo	0	
Costo-beneficio	a.	El proyecto se justifica como una necesidad real que justifica el costo de la inversión	3	3
	b.	El proyecto se justifica medianamente como una necesidad real que justifica el costo de la inversión	2	
	c.	El proyecto no se justifica como una necesidad real que justifica el costo de la inversión	1	
	d.	El proyecto no es viable desde ningún punto de vista	0	
Plazos	a.	La obra se maneja dentro de los costos estimados y se entrega a tiempo	3	3
	b.	La obra se maneja dentro de los costos estimados pero el tiempo de entrega se atrasa	2	
	c.	La obra sobrepasa el presupuesto estimado pero se entrega sin ningún retraso	1	
	d.	La obra sobrepasa el presupuesto estimado y sobrepasa los tiempos de entrega	0	
Constructibilidad	a	Los sistemas constructivos agilizan la construcción y promueven el ahorro de material y mano de obra	3	3
	b	Los sistemas constructivos agilizan la construcción y promueven el ahorro de material pero requieren mano de obra especializada	2	
	c	Los sistemas constructivos agilizan la construcción pero hay alto desperdicio de materiales y se requiere mano de obra especializada	1	
	d	Los sistemas constructivos no agilizan la construcción, hay alto desperdicio de materiales y se requiere mano de obra especializada	0	

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



Cronograma	a.	6 meses ó menos	3	3
	b.	De 6 a 12	2	
	c.	De 12 a 18 meses	1	
	d.	Más de 18 meses	0	
Mantenimiento	a.	Menos de 10000 col/m2/año	3	3
	b.	De 25000 a 10000 col/m2/año	2	
	c.	De 35000 a 25000 col/m2/año	1	
	d.	Más de 35000 col/m2/año	0	
Impacto	a.	Tiempo de vida de más de 50 años	3	3
	b.	Tiempo de vida de entre 40 y 50 años	2	
	c.	Tiempo de vida de entre 30 y 40 años	1	
	d.	Tiempo de vida de menos de 30 años	0	
Compra de materiales	a.	Menos de 10 km	3	3
	b.	De 20 a 10 km	2	
	c.	De 30 a 20 km	1	
	d.	Más de 30 km	0	
Retrasos	a.	No se retrasa el cronograma señalado	3	3
	b.	Hay un leve retraso	2	
	c.	Hay un leve retraso pero puede ser manejado adecuadamente sin impacto	1	
	d.	Hay retrasos que impactan el proyecto	0	
RESUMEN				
Total de Variables		16		
Puntaje máximo posible		33		
Puntaje Obtenido		33		
Valor Porcentual		100%		
TOTAL			33	33

Tabla 27: Evaluación Multicriterio Sostenibilidad Económico-Financiera. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Sostenibilidad Físico-Ambiental			
Variables	Estados o actividades	Valor	Puntaje
1 Materiales y/o materia prima	a. La materia prima del proyecto se pueden adquirir a menos de 10 km de la zona del proyecto.	3	3
	b. La materia prima del proyecto se pueden adquirir a más de 10 km de la zona del proyecto.	2	
	c. La materia prima del proyecto se pueden adquirir a más de 20 km de la zona del proyecto.	1	
	d. La materia prima no se adquiere en la zona y debe importarse de otras localidades	0	
2 Modularización y/o Prefabricación	a. El proyecto utiliza modularización en al menos un 90% del total de su obra	3	2
	b. El proyecto utiliza modularización en al menos un 80% del total de su obra	2	
	c. El proyecto utiliza modularización entre el 60% y el 70% del total de su obra	1	
	d. El proyecto utiliza modularización entre el 0% y 50% del total de su obra	0	
3 Relación con el medio	a. Excelente protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	3	3
	b. Buena protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	2	
	c. Regular protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	1	
	d. Mala protección con elementos propios del paisaje y entorno urbano, por orientación del edificio o por elementos arquitectónicos	0	
4 Mecanismos de ventilación	a. Ventilación de la residencia con ventilación y estrategias pasivas en un 100% (Convección, ventilación cruzada)	3	3
	b. Ventilación de la residencia con ventilación cruzada y estrategias pasivas en un 80% (Convección, ventilación cruzada)	2	
	c. Ventilación de la residencia con ventilación cruzada y estrategias pasivas en un 60% (Ventiladores y aire acondicionado)	1	
	d. Ventilación de la residencia con ventilación cruzada y estrategias pasivas en menos de un 60% (Aire acondicionado)	0	
5 Tratamiento de desechos	a. Separación de desechos. Reaprovechamiento del agua para riego o servicios sanitarios.	3	3
	b. Separación de desechos. Algún grado de aprovechamiento para riego o servicios sanitarios.	2	
	c. Tratamiento de desechos con planta, pero sin aprovechamiento en el proyecto	1	
	d. Desecho directo a red de alcantarillado sanitario	0	
6 Aislamiento térmico	a. Paredes de madera con aislamiento y vidrio con alto nivel de rendimiento en términos de transmisión de calor y reflectividad.	3	3
	b. Combinación de materiales como madera y vidrio con alto nivel de rendimiento en términos de transmisión de calor y reflectividad.	2	
	c. Combinación de materiales como concreto y sistemas de ventanería convencional	1	
	d. Combinación de paredes livianas sin aislamiento y sistemas de ventanería convencional	0	
7 Aislamiento acústico	a. Se atenúa al menos 50db del ambiente externo por medio de condiciones naturales del entorno o elementos arquitectónicos para el control de ruido	3	3
	b. Se atenúa al menos 30db del ambiente externo por medio elementos arquitectónicos para controlar el ruido exterior	2	
	c. Se atenúa menos de 20db del ambiente externo por medio elementos arquitectónicos para el control de ruido exterior	1	
	d. No se atenúa el ruido externo para el control de ruido exterior	0	
8 Iluminación natural	a. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en al menos un 85% edificio.	3	3
	b. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en al menos un 70% edificio.	2	
	c. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en al menos un 40% edificio.	1	
	d. El edificio cuenta con iluminación natural adecuada para la actividades del programa arquitectónico en menos de un 40% edificio.	0	
9 Versatilidad y adaptabilidad	a. El proyecto puede expandirse o cambiar de uso por medio de una correcta modulación y diseño de los sistemas constructivos	3	2
	b. El proyecto podría expandirse o cambiar de uso haciendo algunas modificaciones	2	
	c. El proyecto podría expandirse o cambiar de uso haciendo muchas modificaciones	1	
	d. El proyecto no tiene posibilidades de expansión o cambio de uso	0	

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



10	Reaprovechamiento	a. Al menos un 80% de los materiales con capacidad de reutilización es aprovechado para reciclaje o reutilización en otros proyectos	3	3
		b. Al menos un 60% de los materiales con capacidad de reutilización es aprovechado para reciclaje o reutilización en otros proyectos	2	
		c. Al menos un 40% de los materiales con capacidad de reutilización es aprovechado para reciclaje o reutilización en otros proyectos	1	
		d. Menos de un 40% de los materiales con capacidad de reutilización es aprovechado para reciclaje o reutilización en otros proyectos	0	
11	Uso de materiales reciclables	a. Uso de materiales de construcción con evidencia de alto contenido reciclado y alta capacidad de reciclaje o reutilización	3	3
		b. Uso de materiales de construcción con evidencia de contenido reciclado y con algunas posibilidades de reciclaje o reutilización	2	
		c. Uso de materiales de construcción con evidencia de contenido reciclado y sin posibilidades de reciclaje o reutilización	1	
		d. Uso de materiales de construcción sin contenido reciclado y sin posibilidades de reciclaje o reutilización	0	
12	Prevención de incendios	a. Cuenta con sistema integral de prevención contra incendios	3	2
		b. Cuenta con detector de humo, luces de emergencia,	2	
		c. Cuenta con detector de humo, luces de emergencia y extintores	1	
		d. Cuenta con luces de emergencia y extintores	0	
13	Sistemas electromecánicos y estructurales	a. Los sistemas estructurales y electromecánicos se integran de manera eficiente y armoniosa al espacio arquitectónico	3	3
		b. Los sistemas estructurales se acoplan bien, pero los sistemas electromecánicos afectan el desempeño del edificio	2	
		c. Los sistemas estructurales afectan el desempeño del edificio, pero los sistemas electromecánicos se acoplan bien	1	
		d. Tanto los sistemas estructurales como mecánicos afectan el desempeño del edificio	0	
14	Mantenimiento	a. El proyecto cuenta con 100% de materiales interiores y exteriores de bajo mantenimiento	3	3
		b. El proyecto cuenta con 75% de materiales interiores y exteriores de bajo mantenimiento	2	
		c. El proyecto cuenta con 50% de materiales interiores y exteriores de bajo mantenimiento	1	
		d. El proyecto cuenta con menos de un 25% de materiales interiores y exteriores de bajo mantenimiento	0	
15	Gestión de residuos	a. Se clasifica, separa y dispone de los residuos generados por la residencia	3	3
		b. Se clasifica y se separan los residuos generados por la ocupación de la residencia	2	
		c. Se clasifican residuos generados por la ocupación de la residencia, pero no se toman acciones	1	
		d. No se clasifican los residuos generados por la ocupación del edificio	0	
16	Uso del suelo	a. El proyecto se apropia y reutiliza estructuras, componentes o materiales de un edificio existente en sitio	3	0
		b. El proyecto se ubica en un terreno donde previamente existió un edificio demolido	2	
		c. El proyecto se emplazara en un terreno no intervenido dentro de una zona con desarrollo urbano.	1	
		d. El proyecto se desarrollara en un terreno que nunca ha sido intervenido.	0	
17	Materiales de cubierta y ventanería	A Se utilizan materiales apropiados tanto en cubiertas como en ventanería y pisos exteriores.	3	3
		B Se utilizan algunos materiales apropiados en cubiertas y ventanería	2	
		C Se utilizan algunos materiales apropiados en cubiertas o ventanería	1	
		D No se utilizan materiales que ayuden a reducir este efecto	0	
18	Mobiliario	A El 100% del mobiliario es de fabricación local y utiliza maderas o materiales con contenido reciclado y con certificación de procedencia	3	3
		B El 50% del mobiliario es de fabricación local y utiliza maderas o materiales con contenido reciclado y con certificación de procedencia	2	
		C El 25% del mobiliario es de fabricación local y utiliza maderas o materiales con contenido reciclado y con certificación de procedencia	1	
		D El 10% del mobiliario es de fabricación local y utiliza maderas o materiales con contenido reciclado y con certificación de procedencia	0	



21	Control de iluminación	A	El 100% del edificio cuenta con sistemas inteligentes de iluminación. Utiliza sensores de ocupación, lámparas LED de alto desempeño,	3	3
		B	El 75% del edificio cuenta con sistemas inteligentes de iluminación. Utiliza sensores de ocupación, lámparas LED de alto desempeño, etc.	2	
		C	El 50% del edificio cuenta con sistemas inteligentes de iluminación. Utiliza sensores de ocupación, lámparas LED de alto desempeño, etc.	1	
		D	El 25% del edificio cuenta con sistemas inteligentes de iluminación. Utiliza sensores de ocupación, lámparas LED de alto desempeño, etc.	0	
22	Certificaciones	A	El 100% de los equipos cuenta con alguna certificación	3	3
		B	El 50% de los equipos cuenta con alguna certificación	2	
		C	El 25% de los equipos cuenta con alguna certificación	1	
		D	Menos del 25% de los equipos cuenta con alguna certificación	0	
23	Control del consumo de agua	A	El 100% de los inodoros y grifería son de bajo consumo y cumplen con criterios de eficiencia para algún sistema de certificación.	3	3
		B	El 50% de los inodoros y grifería son de bajo consumo y cumplen con criterios de eficiencia para algún sistema de certificación.	2	
		C	El 25% de los inodoros y grifería son de bajo consumo y cumplen con criterios de eficiencia para algún sistema de certificación.	1	
		D	Menos del 25% de los inodoros y grifería son de bajo consumo y cumplen con criterios de eficiencia para algún sistema de certificación.	0	
RESUMEN		TOTAL		69	63
Total de Variables	23				
Puntaje máximo posible	69				
Puntaje Obtenido	63				
Valor Porcentual	91%				

Tabla 28: Evaluación Multicriterio Sostenibilidad Físico -Ambiental. Fuente: Elaboración personal, 2020.



Sostenibilidad Sociocultural			
Variables	Estados o actividades	Valor	Puntaje
1 Mano de obra	a. Se contratata hasta un 50% de mano de obra local calificada	3	3
	b. Se contratata hasta un 30% de mano de obra local calificada	2	
	c. Se contrata menos de un 10% de mano de obra local calificada	1	
	d. No se contrata mano de obra local	0	
2 Aporte comunitario	a. El proyecto es una fuente importante de empleo, para más de 100 personas	3	3
	b. El proyecto es una fuente de empleo, para al menos 50 personas	2	
	c. El proyecto no representa una fuente significativa de empleo, entre 10 y 25 personas	1	
	d. El proyecto no aporta fuentes de empleo para las comunidades cercanas	0	
3 Pertenencia	a. El proyecto es completamente consciente del entorno y es producto del análisis de las condiciones urbanas circundantes.	3	3
	b. El proyecto presenta fuerte conciencia del entorno y es producto del análisis de las condiciones urbanas circundantes.	2	
	c. El proyecto presenta algún grado de conciencia del entorno y es producto del análisis de sólo algunas condiciones	1	
	d. El proyecto niega su entorno	0	
4 Leyes y reglamentos	a. El proyecto cumple con todos los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	3	3
	b. El proyecto cumple con la mayoría de los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	2	
	c. El proyecto cumple con algunos de los lineamientos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	1	
	d. El proyecto no cumple con los lineamientos básicos de diseño accesible, según la ley 7600 y los reglamentos locales	0	
5 Desarrollo	a. La comunidad se beneficia un 100% por medio de la construcción de este proyecto.	3	3
	b. La comunidad se beneficia un 80% por medio de la construcción de este proyecto.	2	
	c. La comunidad se beneficia menos de un 50% por medio de la construcción de este proyecto.	1	
	d. La comunidad no se beneficia en lo absoluto por medio de la construcción de este proyecto.	0	



6	Vinculación	a. El proyecto brinda variedad de espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	3	3
		b. El proyecto brinda algunos espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	2	
		c. El proyecto brinda pocos espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	1	
		d. El proyecto no brinda espacios para actividades de usuarios y personas de la comunidad	0	
7	Transporte	a. El proyecto tiene acceso directo a estaciones de transporte público y/o rutas peatonales.	3	3
		b. El proyecto se localiza muy cerca de estaciones de transporte público y/o rutas peatonales.	2	
		c. El proyecto se localiza cerca de estaciones de transporte público, ciclovías o rutas peatonales.	1	
		d. El proyecto se localiza lejos de estaciones de transporte público, ciclovías o rutas peatonales.	0	
8	Interacción	a. El proyecto invita a la convivencia de los vecinos de forma armoniosa.	3	3
		b. El proyecto permite la convivencia de los vecinos de forma armoniosa.	2	
		c. El proyecto no promueve la convivencia de los vecinos en forma armoniosa.	1	
		d. El proyecto niega la convivencia de múltiples grupos sociales y económicos	0	
9	Integración	a. Se tomaron en cuenta las sugerencias y comentarios realizados por vecinos de la zona	3	1
		b. Se invitó a los dirigentes comunales a participar	2	
		c. Se hicieron encuestas	1	
		d. No se tomó ninguna medida para conciliar las necesidades del proyecto con la comunidad	0	
10	Acondicionamiento	a. El proyecto cuenta con acceso a todas las facilidades	3	3
		b. Cuenta con casi todas las facilidades	2	
		c. Cuenta con algunas facilidades	1	
		d. No cuenta con ninguna de las facilidades	0	
11	Dimensionamiento	a. El proyecto se encuentra dimensionado completamente de acuerdo al máximo potencial de desarrollo	3	3
		b. El proyecto se encuentra en un área de densidad poblacional media	2	
		c. El proyecto se encuentra en un área de densidad poblacional baja	1	
		d. El proyecto se encuentra en un área de densidad poblacional muy baja	0	
RESUMEN		TOTAL	33	31
Total de Variables		11		
Puntaje máximo posible		33		
Puntaje Obtenido		31		
Valor Porcentual		94%		

Tabla 29: Evaluación Multicriterio Sostenibilidad Sociocultural. Fuente: Elaboración personal, 2020.



ANEXO V
DIAGRAMA METODOLÓGICO GENERAL.

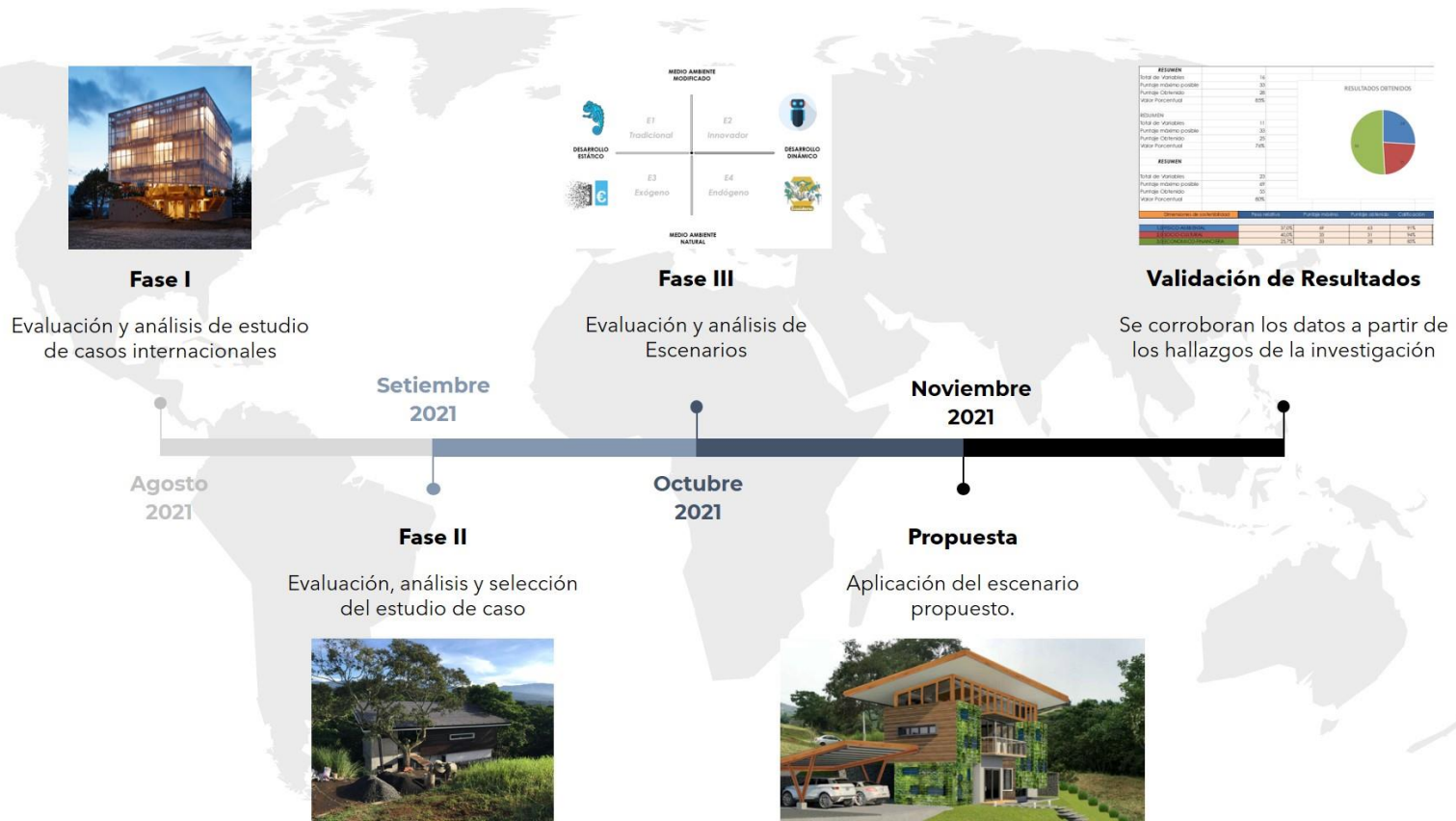


Diagrama 14. Diagrama metodológico general de la investigación. Fuente: Elaboración personal, 2020.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



ANEXO VI

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO.

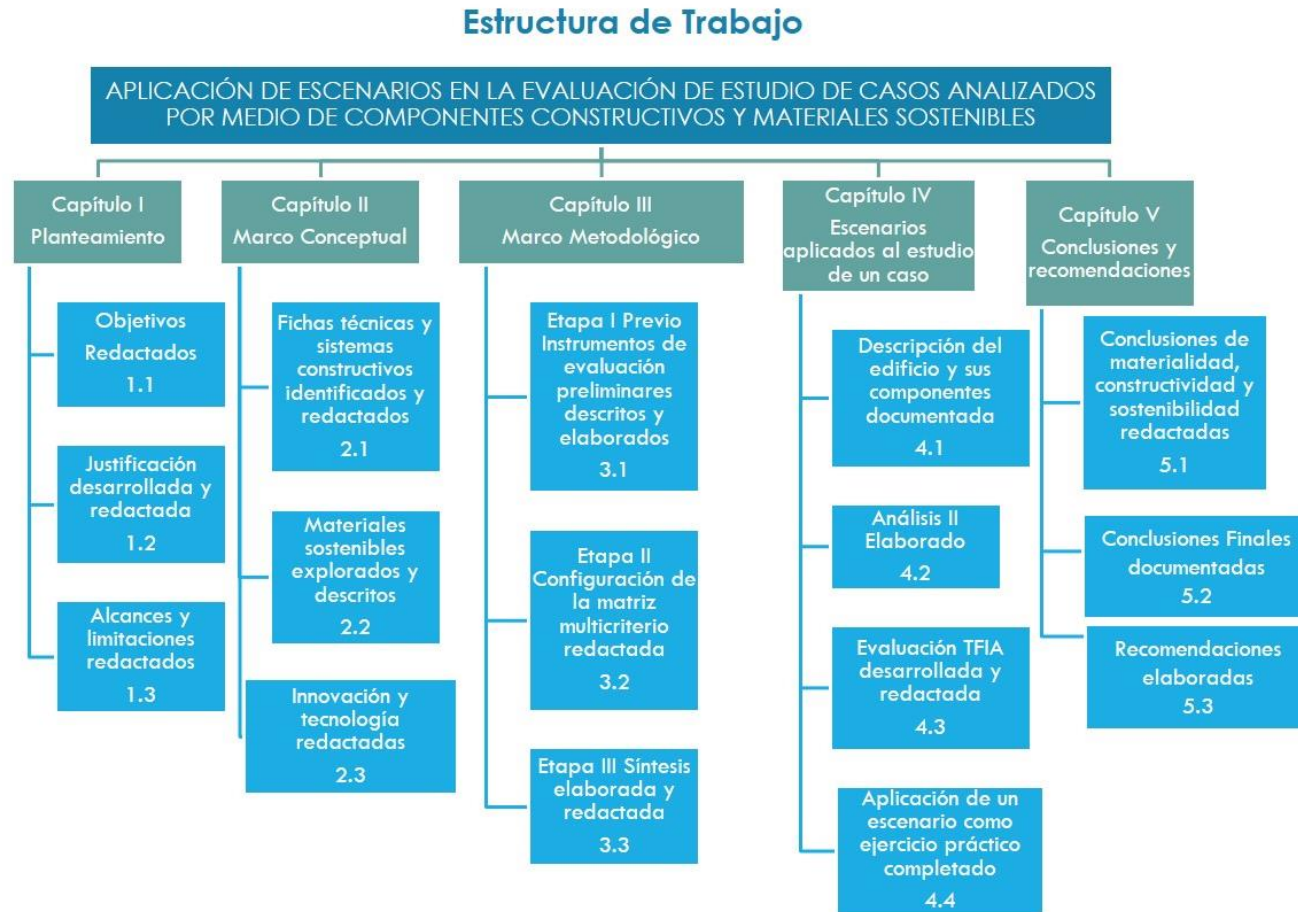


Diagrama 15. Estructura de desglose de trabajo. Fuente: Elaboración personal, 2021.

APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA EVALUACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASO, POR MEDIO DE MATERIALES Y COMPONENTES CONSTRUCTIVOS SOSTENIBLES.



ANEXO VII

CUADRO DE LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Objetivo	Entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Supuestos	Restricciones
Explorar técnicas, sistemas constructivos y materiales sostenibles de alto desempeño que sirven como referente para la evaluación de edificaciones	Documento escrito redactado, donde se lleva a cabo la selección y descripción de 5 estudios de casos de éxito (Fichas técnicas) a partir del uso de estrategias sostenibles.	Las fuentes serán de tipo secundarias tales como: informes, artículos, blogs, sitios web, libros.	El método de investigación de esta primera parte es mixto, expone datos estadísticos que son utilizados para apoyar características cualitativas.	Investigación documental basada en libros, revistas, artículos de internet, autores investigadores independientes Conferencia realizada en el XV congreso internacional de arquitectura 2021: Arquitectura y Democracia.	Parte de la premisa que se logran determinar situaciones de influencia a nivel global y local.	Las megatendencias analizadas y su influencia son proyecciones actuales que pueden variar durante las siguientes décadas.
Describir algunas características de factores sostenibles, tecnológicos y constructivos que influyan en el entorno y aplicables en la elaboración de escenarios	Capítulo de factores sostenibles, tecnológicos y constructivos redactado exponiendo características e influencia. Reseña de las megatendencias que influyen en la planeación de la arquitectura y construcción a futuro	La más convenientes serán de carácter secundarias como: informes, libros, proyectos constructivos, conferencias, artículos, sitios web. Exposiciones de expertos en el tema de sostenibilidad, arquitectura y construcción. Conferencias y seminarios impartidos por el CFIA mayo 2021 Consultas a expertos en temas de Escenarios Futuros y cambio climático	El enfoque de este segundo capítulo es combinado, utiliza datos estadísticos para ampliar variables cualitativas.	Es igualmente documental de libros, revistas, artículos de internet, autores e investigadores independientes. Entrevistas a expertos en el tema. Conferencia: Alternativas para nuestro mundo hacia la sostenibilidad 2021. Conferencias de Espacios y Dimensiones: Arquitectura y sostenibilidad / Desarrollo Inmobiliario.	Se asume que los subtemas desarrollados exponen ampliamente la problemática actual.	Los factores analizados son los de mayor influencia en la actualidad, no implica que se mantengan estáticos en el tiempo.
Mostrar algunos escenarios en un ejercicio práctico por medio de la evaluación de los componentes Físico Ambiental, Socio Cultural y Económico Financiero para la implementación de medidas y mejoras de los procesos constructivos.	Ejercicio de escenarios aplicado y descrito a una casa de habitación.	El material de consulta será inicialmente secundario proveniente de informes, libros, artículos, sitios web sin embargo se complementa con los resultados de las consultas a expertos de los capítulos anteriores.	El método primario es de carácter cualitativo, expone los criterios y factores de influencia para la aplicación del ejercicio práctico.	Aplicación del cuadro de la metodología de escenarios, composición de cuadros y matrices de características de los cuadrantes de los escenarios. Caracterización de los escenarios. Tablas, matrices comparativas. Observación de los resultados.	La metodología del modelo Multicriterio logra alcanzar los resultados esperados a través del análisis de los componentes Físico Ambiental, Socio Cultural y Económico Financiero Los escenarios expuestos permiten hacer una descripción clara y concisa de escenarios con la información analizada.	Se restringe el resultado a 4 escenarios sin agotar otras posibilidades de acuerdo al enfoque o las variables consideradas.
Exponer algunos resultados a partir de la propuesta de escenarios alineados a las circunstancias del entorno para la de toma de decisiones en los procesos experimentales y concluyentes en la propuesta arquitectónica costarricense.	Documento escrito redactado. Descripción de pautas y beneficios a partir de los hallazgos de la investigación documentados.	Las fuentes requeridas serán secundarias, cognitivas y de expresión de la información articuladas desde artículos, libros y consulta web.	Este capítulo utiliza una perspectiva cualitativa ya que describe los resultados obtenidos del análisis de la información cuantitativa del capítulo II y III.	Resultados y documentación de información recopilada a través de la investigación a informes, libros, artículos, recomendaciones de expertos y profesores relacionados al proceso de este ciclo de TFIA, sitios web y el ejercicio de prospectiva de escenarios.	Se considera que las sugerencias derivadas del análisis logra generar valor para la toma de decisiones a nivel constructivo.	Las pautas derivadas son elaboradas para el entorno costarricense en un periodo de 30 años, no incluye sugerencias a nivel general global.

Tabla 30. Cuadro de la metodología de la investigación. Fuente: Elaboración personal, 2021.

