



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR LOJA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO, CIPARQ



**DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL SUSTENTABLE EN LA
CIUDAD DE LOJA**

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

AUTOR:

José Andrés Reyes Ordóñez

DIRECTOR:

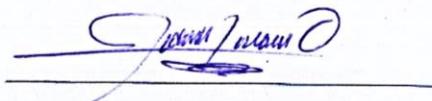
Manuel Tochez, Mg. Arq.

Loja – 2017

DECLARACIÓN

Yo, JOSÉ ANDRÉS REYES ORDÓÑEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito, es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador sede Loja, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



José Andrés Reyes Ordóñez

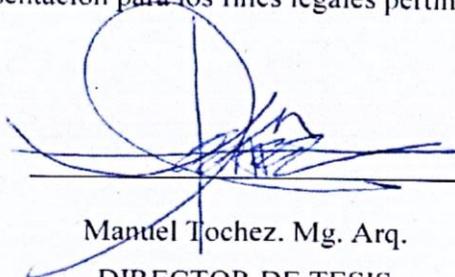
C.I. 1103681472

Manuel Tochez. Mg. Arq.

Docente de la UIDE - Loja

Certifico:

Que el trabajo de investigación cuyo tema es "**CONJUNTO RESIDENCIAL SUSTENTABLE EN LA CIUDAD DE LOJA**", de autoría del postulante José Andrés Reyes Ordóñez, previo a obtener el grado de Arquitecto del Ecuador, ha sido realizado bajo mi dirección, por lo que luego de haberlo revisado he podido constatar que cumple con todos los requisitos de fondo y forma establecidos en las normas generales para la Graduación de la Universidad Internacional del Ecuador, autorizando su presentación para los fines legales pertinentes.



Manuel Tochez. Mg. Arq.
DIRECTOR DE TESIS

Agradecimiento

Arq. Tatiana Trokhimtchouk.

Arq. José Manuel Tochez.

Ing. Jhoana Vivanco.

Ilustre Municipio de Loja.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (MIDUVI)

Docentes y trabajadores de la Universidad Internacional del Ecuador. (UIDE)

A todas las personas que desinteresadamente aportaron en el desarrollo de esta tesis.

A mis compañeros por todo este tiempo compartido a su lado.

Dedicatoria

Dios el dueño de mi camino

A mis queridos padres por todo el apoyo incondicional, por sus consejos brindados en este largo camino.

A mi hermano, que estoy seguro que desde el cielo supo interceder por mí para continuar en esta etapa de mi vida, que aunque no fue fácil, estoy convencido que siempre será una de las mejores.

A mi hermana por su confianza y amor, sé que sin ella nada de esto fuera posible.

A mi pequeño hijo, que desde su llegada conocí el significado de la palabra amor, ese amor que ha sido mi soporte para terminar este gran sueño.

A mi esposa por su interés y entrega, por su paciencia y, apoyo incondicional.

A mi familia que con su cariño y apoyo desinteresado estuvieron pendientes de mi avance en esta etapa de mi vida.

José Andres Reyes Ordoñez

Resumen

La vivienda y su problemática continúan siendo muy importantes, es un tema vigente y que genera debate en muchos países, especialmente en América Latina. La vivienda ha sido abordada desde diferentes perspectivas: como un instrumento de reivindicación política, desde una postura social, como un instrumento económico, como un objeto de diseño, entre otros.

Es así que bajo el paraguas de la sustentabilidad este trabajo da respuesta a la problemática de la vivienda, primeramente presentando los datos del déficit de vivienda en Ecuador, en el contexto de América y la creciente ocupación de territorios urbanos (capítulo 1). Se citan los programas de vivienda promovidos por el Estado, desde los años setenta (donde surge la tendencia por dar respuesta a esta problemática) hasta la actualidad, enmarcados en el crecimiento urbano de Loja, del cual se presenta gráficamente su evolución.

El fundamento teórico de este trabajo se encuentra dividido en cuatro partes en el tercer capítulo. Se ha considerado necesaria la aclaración terminológica entre sustentable y sostenible, para luego establecer las relaciones de este concepto con la ciudad y la arquitectura. Uno de los autores contemporáneos y uno de los más citados es Luis De Garrido, al cual se dedica un apartado titulado “Los cinco pilares de la arquitectura sostenible” (a la manera de “Los cinco pilares de la arquitectura moderna” de Le Corbusier) que son indicadores que deben regular el grado de sostenibilidad de un edificio. También se cita información importante en cuanto a las emisiones de CO2 debidas a la fabricación de materiales.

Se dedica un capítulo (cuatro) a la metodología, donde se cita la exposición en Madrid del año 2010 sobre 24 proyectos sostenibles, y luego se estudian en detalle los proyectos de Mario Cucinella y Fielden Clegg Bradley + Ortíz-León, de los cuales se toman ideas para la propuesta arquitectónica (capítulo 5), por ejemplo los aspectos pasivos del diseño, forma del edificio, orientación y priorizar en el uso de materiales sustentables (materiales con ciclos abiertos) cuando se diseña.

Palabras clave: vivienda, sustentabilidad, materiales, ciudad, arquitectura.

Abstract

Housing and its problems continue to be very important, it is a current issue that generates debate in many countries, especially in Latin America. Housing has been approached from different perspectives: as an instrument of political vindication, from a social position, as an economic instrument, as an object of design, among others.

Thus, under the umbrella of sustainability, this work responds to the housing problem, first presenting data on the housing deficit in Ecuador, in the context of the Americas and the increasing occupation of urban areas (Chapter 1). The housing programs promoted by the State, from the seventies (where the tendency to respond to this problem arise) to the present day, are framed in the urban growth of Loja, which graphically presents its evolution.

The theoretical basis of this work is divided into four parts in the third chapter. It has been considered necessary to clarify terminology between sustainable and supportable, and then establish the relations of this concept with the city and architecture. One of the contemporary authors and one of the most cited is Luis De Garrido, who dedicates a section entitled "The Five Pillars of Sustainable Architecture" (in the manner of "The Five Pillars of Modern Architecture" by Le Corbusier) which are indicators that should regulate the degree of sustainability of a building. Important information regarding CO₂ emissions due to the manufacture of materials is also cited.

A chapter (four) is dedicated to the methodology, which cites the exhibition in Madrid of 2010 on 24 sustainable projects, and then studies in detail the projects of Mario Cucinella and Fielden Clegg Bradley + Ortíz-León, of which they take ideas for the architectural proposal (chapter 5), for example passive aspects of design, building shape, orientation and prioritize in the use of sustainable materials (materials with open cycles) when designing.

Keywords: housing, sustainable, materials, city, architecture.

CONJUNTO RESIDENCIAL SUSTENTABLE EN LA CIUDAD DE LOJA

Resumen	v
Abstract	vi
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Anexos.....	xiv
Capítulo I	1
1. Planteamiento del problema	1
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Análisis crítico.....	8
1.3 Tendencia.....	9
1.4. Formulación del problema.....	15
1.5. Preguntas directrices.....	16
1.6. Delimitación del problema.....	16
Capítulo II	17
2. Justificación y objetivos	17
2.1. Justificación.....	17
2.2. Objetivos.....	18
2.2.1. Objetivo general.....	18
2.2.2. Objetivos específicos.....	18
Capítulo III	19
3. Marco teórico	19

3.1. Una aclaración terminológica.....	19
3.2. La ciudad y la sostenibilidad.....	21
3.3. La arquitectura y la sostenibilidad.....	23
3.3.1. Los cinco pilares de la Arquitectura Sostenible.....	26
3.3.2. Las certificaciones y protocolos.....	27
3.3.2.1. Certificación LEED.....	28
3.3.2.2. Certificación BREEAM.....	29
3.3.2.3. Certificación Ska Rating.....	30
3.3.2.4. Certificación NABERS.....	30
3.3.2.5. Certificación Green Star Australia.....	31
3.3.2.6. Certificación Green Globes.....	31
3.3.2.7. Certificación BEAM.....	31
3.3.2.8. Certificación CASBEE.....	32
3.3.2.9. Certificación DGNB.....	32
3.3.3 Los tres elementos de un edificio sostenible.....	32
3.3.3.1 La forma del edificio.....	33
3.3.3.2 La piel del edificio.....	34
3.3.3.3 Los elementos de control solar.....	39
3.3.4 El impacto ambiental de la edificación de las viviendas.....	46
3.4 Fundamentación legal.....	50
Capítulo IV.....	53
4. Metodología.....	53
4.1 Proyectos sostenibles.....	54

4.2 Mario Cucinella Arquitectos (MCA) / 100K House.....	63
4.3 Fielden Clegg Bradley + Ortiz-León.....	72
Capítulo V	79
5. Propuesta	79
5.1 ¿Dónde ubicar el complejo residencial?.....	80
5.2 ¿Para quienes estará dirigido?	86
5.3 ¿Comó/ Qué lo hace sostenible?.....	89
5.3.1 La forma del edificio.....	89
5.3.2 La piel del edificio.....	94
5.3.2.1 Materiales propuestos.....	94
5.3.3. Los elementos de control solar.....	102
5.4 Detalles descriptivos del proyecto	115

Índice de Tablas

Tabla 1. Provincias con especialización económica en la construcción.....	6
Tabla 2. Programas de Vivienda promovidos por la JNV1970-1980.....	9
Tabla 3. Programas de Vivienda. Años 90.....	10
Tabla 4. Programas de Vivienda impulsados por el Municipio de Loja 2011.....	10
Tabla 5. Emisiones de CO2 en la vivienda.....	46
Tabla 6. Criterios para elegir el terreno	83
Tabla 7. Superficies bloque A, B y C.....	117
Tabla 8. Superficies bloques D, E y F.....	118
Tabla 9. Superficies bloque G.....	118
Tabla 10. Superficies Generales Bloque A.....	119
Tabla 11. Superficies Generales Bloque B.....	119
Tabla 12. Superficies Generales Bloque C.....	120
Tabla 13. Superficies Generales Bloques D-E-F.....	120
Tabla 14. Superficies Generales Bloques G.....	120
Tabla 15. Superficies Generales.....	120

Índice de Figuras

Figura 1. Población urbana en América.....	1
Figura 2. Mapa de Ecuador. Regiones.....	6
Figura 3. Cartel del proyecto “ La Cascarilla”.....	7
Figura 4. Crecimiento de Loja.....	11
Figura 5. Propuesta de altura de edificaciones.....	13
Figura 6. Radios de acción y distancias.....	14
Figura 7. Modelos teóricos de organización urbana.....	22
Figura 8. Certificaciones para edificios.....	29
Figura 9. Formas sugeridas por Olgyay según el clima.....	34
Figura 10. Gestión de residuos de obra.....	36
Figura 11. Ciclos de los materiales abiertos y cerrados.....	37
Figura 12. Carta Bioclimática de Olgyay.....	41
Figura 13. Mapa térmico de la Provincia de Loja.....	42
Figura 14. Diseño bioclimático de un edificio.....	45
Figura 15. Sistema de depuración de aguas grises.....	45
Figura 16. Exposiciones “Hacia otras arquitecturas 24 proyectos sostenibles” 1/3.....	56
Figura 17. Exposiciones “Hacia otras arquitecturas 24 proyectos sostenibles” 2/3.....	58
Figura 18. Exposiciones “Hacia otras arquitecturas 24 proyectos sostenibles” 3/3.....	61
Figura 19. Infografía del proyecto 100K House.....	64
Figura 20. Planta de conjunto del proyecto 100K House.....	65
Figura 21. Elevaciones del proyecto 100K House.....	66
Figura 22. Planta arquitectónica del proyecto 100K House.....	67
Figura 23. Infografía del proyecto 100K House.....	67
Figura 24. Instalaciones del proyecto 100K House.....	68
Figura 25. Estructura del proyecto 100K House.....	69
Figura 26. Análisis de insolación del proyecto 100K House.....	70
Figura 27. Esquema de estrategia ambiental en invierno.....	71
Figura 28. Esquema de estrategia ambiental en verano.....	71
Figura 29. Fotografías del edificio Sunrise.....	72

Figura 30. Esquema del edificio Sunrise.....	73
Figura 31. Planta de vivienda de 2 habitaciones en esquina del edificio Sunrise.....	74
Figura 32. Detalles de fachada del edificio Sunrise.....	75
Figura 33. Detalles de chimenea.....	77
Figura 34. Detalles de estrategias de ventilación	78
Figura 35. Ubicación de los tres predios propuestos.....	81
Figura 36. Fotografía aérea de Loja y los tres predios evaluados.....	82
Figura 37. Ubicación del proyecto la “Cascarilla”.....	84
Figura 38. Fotografía aérea del terreno. Predio 3 La Cascarilla.....	84
Figura 39. Fotografías del terreno.....	85
Figura 40. Pirámide poblacional.....	86
Figura 41. Bocetos de Viviendas-Tipo. Sin escala.....	87
Figura 42. Planos de Viviendas-Tipo. Sin escala.....	88
Figura 43. Esquemas elegidos para la exploración de la forma	89
Figura 44. Boceto 1. Planteamiento general del conjunto.....	91
Figura 45. Boceto 2. Planteamiento general del conjunto.....	92
Figura 46. Planta general del conjunto.....	93
Figura 47. El Adobe.....	95
Figura 48. Secuencia constructiva de una vivienda fabricada con BTC.....	96
Figura 49. Consumo energético para la transformación (KW/h).....	97
Figura 50. Tronco del Pinus radiata.....	98
Figura 51. Resistencia de madera encolada.....	100
Figura 52. Árbol de bambú.....	101
Figura 53. Panorámica de la ciudad de Loja. Ecuador.....	102
Figura 54. Arquitectura residencial en Loja. Ecuador.....	103
Figura 55. Fotografías de Vivienda Taller JFV.....	104
Figura 56. Fotografías de edificio de vivienda 03-98.....	104
Figura 57. Ubicación de los bloques con respecto a los vientos dominantes.....	105
Figura 58. Estudio general del soleamiento.....	106
Figura 59. Estudio de la ventilación cruzada en el Bloque A, B y C.....	107
Figura 60. Estudio de la ventilación cruzada en el Bloque D, E y F.....	107

Figura 61. Estudio de la ventilación cruzada en el Bloque G.....	108
Figura 62. Forma de copas de árboles.....	109
Figura 63. Esquemas de plantación en zonas con vientos fríos en invierno y verano cálidos...110	
Figura 64. Vientos dominantes y propuesta de vegetación.....	110
Figura 65. Estudio de soleamiento para el Complejo Residencial Sustentable.....	111
Figura 66. Vista Norte. Soleamiento 9 horas en Solsticios y Equinoccios.....	112
Figura 67. Vista Norte. Soleamiento 15 horas en Solsticios y Equinoccios.....	112
Figura 68. Estudio de sombras a las 9h.....	113
Figura 69. Estudio de sombras a las 15h.....	113
Figura 70. Estudio de sombras a las 12 horas en Solsticios y Equinoccios.....	114
Figura 71. Esquema general del proyecto.....	115
Figura 72. Perspectiva general del Conjunto.....	119

Índice de Anexos

Anexo 1. 37 Indicadores Sostenibles por Luis de Garrido.....	126
Anexo 2. Decálogo para un diseño bioclimático y una vivienda sana.....	128
Anexo 3. Capítulo Séptimo- Derechos de la Naturaleza. Constitución de la República del Ecuador.....	131
Anexo 4. Capítulo I de la Planificación. Ley de Gestión Ambiental.....	132
Anexo 5. Innovación de la cadena de suministro: La importancia de la sostenibilidad.....	133
Anexo 6. Ekotectura. El encuentro se sostenibilidad más grande de Latinoamérica.....	134

Capítulo I

1. Planteamiento del problema

La progresiva concentración de la población en ciudades y sus actividades económicas es lo que se denomina **proceso de urbanización**, que según Bloom & Khanna (2007) puede deberse a factores como la migración de las personas del área rural hacia las áreas urbanas en busca de mejoras económicas; el crecimiento natural o el crecimiento de la población en las zonas urbanas; y la reclasificación de las áreas rurales como zonas urbanas.

Más personas viven en zonas urbanas que en zonas rurales. En las últimas seis décadas este proceso de urbanización ha avanzado rápidamente.

En 1950, más de dos tercios (70 por ciento) de las personas en todo el mundo vivían en asentamientos rurales y menos de un tercio (30 por ciento) en los asentamientos urbanos. En 2014, el 54 por ciento de la población mundial era urbana. Todo parece indicar que la urbanización global continuará, por lo que en 2050, el mundo será un tercio rural (34 por ciento) y dos tercios urbano (66 por ciento), más o menos a la inversa de la distribución de la población rural-urbana de mediados del siglo XX.

Figura 1. Población urbana en América.



Fuente: El proceso de urbanización [Presentación]. Recuperado de <http://goo.gl/2sV6zw>
Elaborado por: Idem

La **Figura 1** representa por medio de intensidades en color marrón la población urbana en porcentajes, casi la totalidad del norte de América tiene más del 75% de su población urbana, en el sur la intensidad es similar y representa más de la mitad de los territorios o países. Se observa que Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay tienen una intensidad similar a los países centroamericanos del 40% al 75%.

La urbanización en América Latina tiene características muy especiales que, en cierto modo, ponen en duda algunas de las conclusiones extraídas del análisis de la urbanización en los países con economías desarrolladas. No es una consecuencia directa de la industrialización; no ha producido una disminución de las tasas de crecimiento de población, que se han mantenido progresivamente altas; no ha servido para ampliar la participación política de la población. La urbanización que experimenta América Latina es entonces el resultado de una reacción espontánea contra situaciones estructurales que han sido frecuentemente señaladas pero no resueltas.

En la ciudad de Loja, según Vanegas (2009), el proceso de urbanización es producto de la migración de las personas del área rural hacia las áreas urbanas (no consolidadas). Ocurre en la década de los años setenta y predispone el desarrollo de planes urbanos, algo que no se había hecho antes para la ciudad.

El Censo de Población y Vivienda (2010) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) indica que el cantón Loja tiene un 79.3% de población urbana y un 20.7% de población rural, es decir que estos valores superan los valores presentados en la figura 1.

La ciudad ofrece una serie de ventajas a sus habitantes como la oferta de trabajo, la posibilidad de acceso a la educación, la posibilidad de elevar su nivel de vida material, etcétera. El incremento en la población urbana demanda mayores servicios, mayor consumo de energía, mayor presión sobre los ecosistemas naturales circundantes. Y cuando el ritmo de crecimiento desborda la capacidad para proporcionar empleos, viviendas, servicios e infraestructura, se genera una excesiva aglomeración de personas, concentración de vehículos e industrias (en algunos casos) y marginalidad entre otros. Estos problemas requieren un análisis y tratamiento diferenciado.

El desarrollo y crecimiento urbano de las ciudades ha originado que éstas incrementen su superficie urbana de manera considerable, tanto planificada como espontánea, concentrando la dotación de servicios e infraestructura en los centros urbanos consolidados y enviando a la periferia a las viviendas con escasa dotación de servicios e infraestructura.

1.1. Antecedentes

En el año 2003, Carrión señalaba que el déficit de vivienda en América Latina superaba la cantidad de 25 millones de viviendas, y en el caso ecuatoriano el déficit acumulado es de un millón doscientos mil unidades habitacionales. (Recuperado de <http://goo.gl/XynDyy>) Señala también que han existido tres políticas explícitas de vivienda. La primera, nacida en los años veinte a partir de un marco institucional aislado e inconexo, desde el mundo de lo municipal y la seguridad social.

Posteriormente, a partir de los años sesenta, se tiene una política de vivienda que se generaliza por Latinoamérica, tiene un esquema de financiamiento que capta el ahorro interno, a través del sistema privado, cooperativo y mutual, así como del sector público (Banco Ecuatoriano de la Vivienda y del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social). A partir de los años noventa hay un viraje importante en el diseño de las políticas, sustentada en la experiencia chilena.

Los sectores público y privado tienden a cambiar sus roles tradicionales: el Estado deja de ser constructor inmobiliario y prestamista final, y el sector empresarial privado crea nuevas instituciones integradas al mercado de capitales, para captar ahorro interno y distribuir los recursos. El financiamiento habitacional surge de una triple consideración: primero, el Estado provee un subsidio directo a la demanda, a través de criterios objetivos y medibles que se sustentan en conceptos de focalización de la pobreza.

La propuesta se sustenta en un cambio en el criterio de la entrega de subsidios: se transita del subsidio cruzado y a la oferta, a uno que privilegia la demanda. Segundo, el sector privado otorga créditos a través de múltiples entidades y mecanismos. Y, tercero, el usuario que aporta con el ahorro propio.

En la ciudad de Loja existe un déficit habitacional de 16,480 inmuebles a pesar que el Municipio de la ciudad realiza diversos programas de vivienda a través de la empresa VIVEM-Loja, y del esfuerzo del Gobierno Central a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, quienes ofrecen servicios tanto para la compra como para la construcción de vivienda. (Torres, 2011)

Si consideramos que las casas de habitación constituyen aproximadamente el 70% de las construcciones (Arredondo Zambrano & Reyes Bernal, 2013) en las ciudades, podríamos señalar que resolviendo el problema de la vivienda se resuelve gran parte del problema de las mismas. Y aquí se topa un tema en el cual muchas preguntas permanecen abiertas referidas al artefacto humano por excelencia: la ciudad.

Muchos la califican como ciudad-territorio o pos-metrópoli, sujeta a una ampliación constante, sin bordes visibles, donde los rápidos avances de la tecnología amenazan con destruir para siempre la propia noción de lugar (Sebastián A., 2015). Pensar la ciudad, como ámbito concreto y no bajo abstractos lugares comunes, es tarea colectiva, y la arquitectura entendida como una de las profesiones dedicadas a la construcción del habitar posee una mayor responsabilidad.

Nos enfrentamos a retos sin precedentes: el cambio climático, la disminución de los recursos y de la biodiversidad, los residuos, las alergias y el estrés y la escasez de agua, son cuestiones que han salido a la luz en los últimos tiempos y que cada vez afectan más a nuestras vidas. Los problemas ambientales han alcanzado un punto crítico que se agrava con el crecimiento demográfico que aumenta el impacto del ser humano sobre el planeta. La industria de la construcción contribuye en gran medida a los daños ambientales.

Los edificios suponen un 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Son la principal fuente de emisiones de dióxido de carbono en el mundo desarrollado y producen casi la mitad de las emisiones del mundo. Gran parte de estas emisiones se atribuyen a la energía que utilizamos dentro de los edificios. Y es que éstos son responsables del 40% de la utilización global de energía, más que cualquier otro sector industrial. (Moxon, 2012)

Los gases de efecto invernadero están relacionados con los medios que se utilizan para transportar materiales hasta la obra y desde ésta a otros lugares. La repercusión del entorno

construido en los recursos y en la biodiversidad es igualmente alarmante. Los edificios suponen el 20% de la utilización global de materiales. Por ejemplo en Estados Unidos, los edificios suponen el 30% de la utilización de materias primas. Los edificios también consumen agua potable hasta el punto de que utilizan una sexta parte del agua limpia del mundo.

En lo que respecta a la salud, se ha demostrado que los compuestos volátiles que desprenden las pinturas, los adhesivos y el mobiliario provocan dolores de cabeza, irritación de los ojos, irritación respiratoria y cansancio. Además, se sabe que el moho que aparece en los espacios interiores produce asma y alergias.

Por otra parte, la importancia del sector de la construcción en la economía ecuatoriana es notable a través de su participación en el PIB nacional, a 2007 en 7.96% después de la industria manufacturera (15.6%), explotación de minas y canteras (13%), comercio al por mayor y menor (10,09%) y agricultura (8.96%). (Torres G., 2011)

Torres G. (2011) en la Tabla 1 muestra la especialización económica en la construcción por provincias. El coeficiente “C” indica que si el índice de especialización es mayor que 1, la zona es más especializada que el país en la actividad económica analizada. Si el índice de especialización es menor que 1 (que no es el caso expresado en la Tabla 1), la zona es menos especializada que el país en la actividad económica analizada. Si el índice de especialización es igual a 1, la región y el país se especializan en grado semejante en la actividad económica seleccionada. De manera que la provincia de Loja se encuentra entre las provincias con mayor índice de especialización (1.94), después de Imbabura y Chimborazo.

La encuesta anual de edificaciones indica que para el año 2014 se concedieron 27,199 permisos de construcción por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales del País. En la Sierra se registra el 52.93%, en la Costa el 38.18% y la Amazonía con la Región Insular el 8.89% (Ver Figura 2. Mapa de Ecuador. Regiones). Indica también que la provincia de Guayas (15.25%) es la que registra el mayor número de permisos, seguido de Azuay (9.69%), Manabí (8.86%) y Pichincha (7.58%) (INEC, 2014)

Las principales variables que investiga esta encuesta son tipo de obra; área de construcción y del terreno y materiales predominantes. También estudia el uso y otras características como número de edificaciones, viviendas, cantidad de dormitorios, pisos y área total por construirse.

Tabla 1. Provincias con especialización económica en la construcción.

PROVINCIA	C
Azuay	1.30
Bolívar	1.23
Cañar	1.88
Carchi	1.40
Cotopaxi	1.60
Chimborazo	1.97
El Oro	1.44
Imbabura	2.01
Guayas	1.04
Loja	1.94
Manabí	1.40
Morona Santiago	1.66
Tungurahua	1.63
Zamora Chinchipe	1.67
Galápagos	1.52

Fuente: Torres, G. (2011). El sector de la construcción: motor de la economía [Informe]. Recuperado de <http://goo.gl/uiAgPG>
Elaborado por: El Autor.

Figura 2. Mapa de Ecuador. Regiones.

Fuente: Recuperado de <http://goo.gl/qWu6BG>
Elaborado por: Idem

Los permisos que han sido otorgados para la ejecución de proyectos de nuevas construcciones representan el 89.48%, mientras que para ampliaciones corresponde el 9.38% y la diferencia para reconstrucciones 1.14%. De las nuevas construcciones (24,337), el 88.04%

se han concedido para proyectos de uso residencial, 7.15% destinado al uso no residencial y 4.18% a construcción mixta. (INEC, 2014)

En materia ambiental, según Peña (2016), la provincia de Loja se considera zona prioritaria con problemas de **desertificación** que afectan principalmente a las zonas de bosque seco distribuidas en los cantones de Zapotillo, Macará, Paltas, Sozoranga y Catamayo. La **desertificación** (UNCCD, 1994) ha sido definida como la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas, que conlleva a un uso insostenible de los recursos naturales, y que afecta aproximadamente a un 40% de la masa terrestre.

También hay daños en cuencas hidrográficas que son ocasionados por inadecuadas prácticas agropecuarias de ladera, tala y quema indiscriminada de bosques, el sobre pastoreo de los terrenos dedicados a la producción ganadera. A ello se agrega la presencia de fenómenos naturales que están incrementando los procesos de erosión y los movimientos de masas, al aumentar el volumen de sedimentos en los cursos fluviales que alimentan los sistemas de riego.

Figura 3. Cartel del proyecto “La Cascarilla”



Fuente: [Fotografía de Andrés Reyes] (Ciudad de Loja, 2016)
Elaborado por: Idem

En los últimos años se ha agravado notablemente la pérdida de bosques y cobertura forestal, disminuyendo notablemente los caudales de ríos, quebradas y vertientes. En muchas de esas quebradas solamente corre agua durante las lluvias más fuertes y luego se mantienen como cauces secos. La mayoría de los ríos y lagos de los páramos andinos del Ecuador y Perú, se encuentran contaminados. En algunos casos, el Gobierno Autónomo Descentralizado

Municipal de Loja ha realizado proyectos sin contar con licencia ambiental y existen denuncias por afectaciones ambientales.

Es objeto de estudio uno de los programas de vivienda impulsados por el Municipio de Loja (ver Tabla 2) registrados desde el año 2011: el proyecto La Cascarilla (ver Figura 3). Este proyecto beneficia a 62 familias damnificadas.

Aunque la solución al problema de la vivienda tiene mucho que ver con la cantidad de viviendas necesarias, existen otros aspectos no menos importantes que deben ser analizados cuando se plantean programas estatales de dotación de vivienda. También, se debe señalar que actualmente la economía se encuentra sumergida en una depresión, que se verá reflejada en una disminución en la construcción, también los efectos post-terremoto en abril del año 2016.

1.2. Análisis crítico.

Vanegas (2009) considera que para hablar del contexto urbano actual de Loja hay que remontarse cuatro décadas hacia atrás y estudiar las causas que influyeron en el crecimiento de la estructura misma de la ciudad. Es así que se revela cómo se ha intentado dar respuesta a las demandas de la ciudad a través de planes urbanos (desde 1973-1977), y a través de programas de vivienda se ha buscado reducir el déficit habitacional (desde los años sesenta). Estas acciones no han sido suficientes.

El artefacto (la vivienda) generado presenta debilidades y únicamente hace evidente que en el intento por proveer de un lugar para vivir, se obviaron otros aspectos funcionales importantes como la dotación de los servicios básicos, el confort de los espacios, el respeto por las vías peatonales y vehiculares, la seguridad, etc. que son fundamentales para cumplir **la compleja función del habitar**.

Queda de manifiesto la ausencia de un enfoque multidisciplinar y holístico cuando han sido elaborados los programas y planes urbanísticos. Podría ser también producto de una falta de formación adecuada, es decir, la mayoría de los arquitectos y proyectistas actuales todavía no disponen de los conocimientos adecuados sobre ecología y biología del medio ambiente, esto se deduce claramente de las respuestas técnicas parciales que se han dado a los problemas de la vivienda en Loja.

Cuando se aborda el tema urbano se debe recordar el lugar que ocuparon los espacios verdes en la ciudad, desde el siglo XIX: parques, jardines y huertos comunitarios resultaron instrumentos de construcción del espacio público democrático. El “verde” no sólo ha sido considerado un factor de higiene, ocio, contemplación, educación pública u oportunidad ciudadana, es necesario que sea reintroducido el mundo natural en la ciudad.

1.3. Tendencia

Los programas de vivienda gubernamentales nacieron a partir de una nueva política difundida por el Banco Ecuatoriano de la Vivienda (BEV) a través de un Plan Integral de Transformación y Desarrollo para solucionar el déficit habitacional.

En la ciudad de Loja entre los años setenta y ochenta se desarrollaron catorce programas de vivienda (ver Tabla 2) promovidos especialmente por la Junta Nacional de Vivienda (JNV) ubicados fuera del área consolidada.

Tabla 2. Programas de vivienda promovidos por la JNV (1970-1980)

Años 70	Años 80
Bellavista	Pradera I
Los Molinos	Rivera I
Turunuma	Zamora Huayco
El Valle	Pradera II y III
Los Faiques	Yahuarquina
El Tejar ¹	Los Geranios
	Motupe (Sauces Norte)
	Rivera II ¹

Fuente: Vanegas, C. (2009). Propuesta habitacional dentro del contexto urbano actual. [Tesis]

Elaboración: El autor.

Tabla 3. Programas de vivienda. Años 90.

JNV	UNE	Diócesis de Loja
Esteban Godoy	Programa UNE sector A,	Tierras Coloradas
Motupe V etapa	B, C, fue ejecutado por	
La Inmaculada	organismos particulares a	
El Rosal	través de Mutualista	
	Pichincha.	

Fuente: Vanegas, C. (2009). Propuesta habitacional dentro del contexto urbano actual. [Tesis]

Elaboración: El autor.

Tabla 4. Programas de vivienda impulsados por el Municipio de Loja (2011)

PROGRAMA	INMUEBLES ⁽¹⁾	SUPERFICIE (Ha)
Ciudad Alegría	969	15.60
Ciudad Victoria	840	6.27
Lote Bonito	282	14.40
Cascarilla	800	15.00
TOTAL	2,891	51.27

Nota 1: Casas y departamentos.

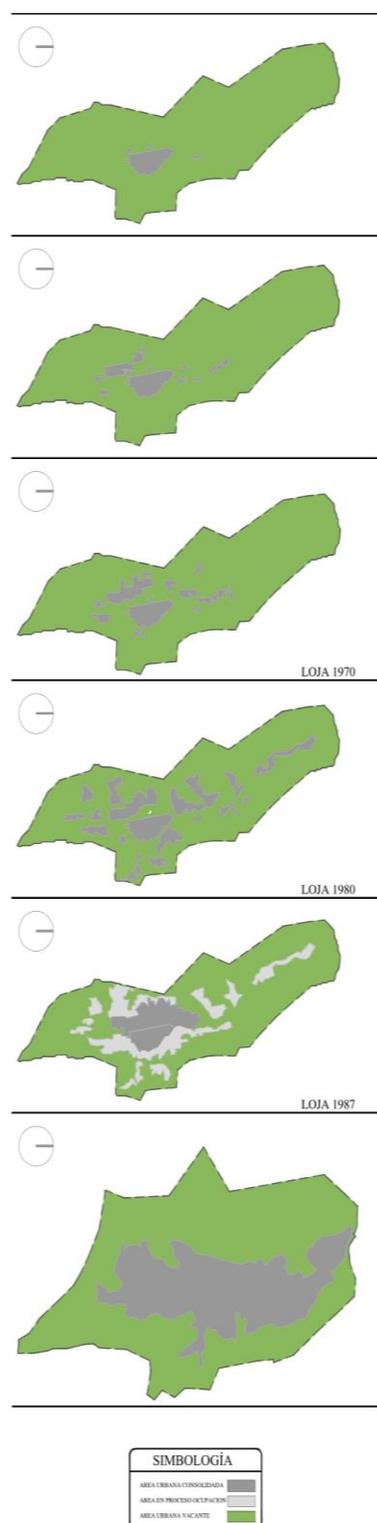
Fuente: VIVEM-LOJA 2011

Elaboración: El autor.

La Junta Nacional de Vivienda (JNV) desapareció en la década de los noventa y fue reemplazado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). Apareció también la Unión Nacional de Educadores (UNE) y la Diócesis de Loja y promovieron los programas de vivienda expresados en la Tabla 3.

Actualmente el Municipio de Loja promueve un programa de vivienda masiva (ver Tabla 4) en la parte suroriental en la vía de integración barrial, denominado “Ciudad Victoria” con el propósito de densificar es sector y facilitar la infraestructura básica. La tendencia de crecimiento de la ciudad de Loja en los años anteriores ha sido bastante irregular, crece por tramos hacia el lado occidental

Figura 4. Crecimiento de Loja.



Fuente: Vivienda de alta densidad Quinta Leonor. Espinoza (2013)
Elaboración: El Autor

Será el mejoramiento de la vía de integración barrial que une los barrios periféricos (zonas agrícolas y rurales) que acelerará esa tendencia de crecimiento. Es de destacar que no se desarrollan viviendas en altura, todas son viviendas unifamiliares de una planta.

Entre los años 1996 y 2000 se reduce considerablemente el crecimiento como consecuencia de la crisis económica, pero a partir del 2001 y los cuatro años siguientes, según Vanegas (2009) el crecimiento se triplica debido a la estabilidad ofrecida por la dolarización y las remesas familiares.

El déficit de vivienda en Ecuador para el período 1990-2001 fue del 18.2% y en Loja fue del 14.1%, es decir 12,000 unidades de vivienda (Vanegas, 2009). Esto indica que la tasa de déficit de vivienda de Loja es menor con respecto a la media del país.

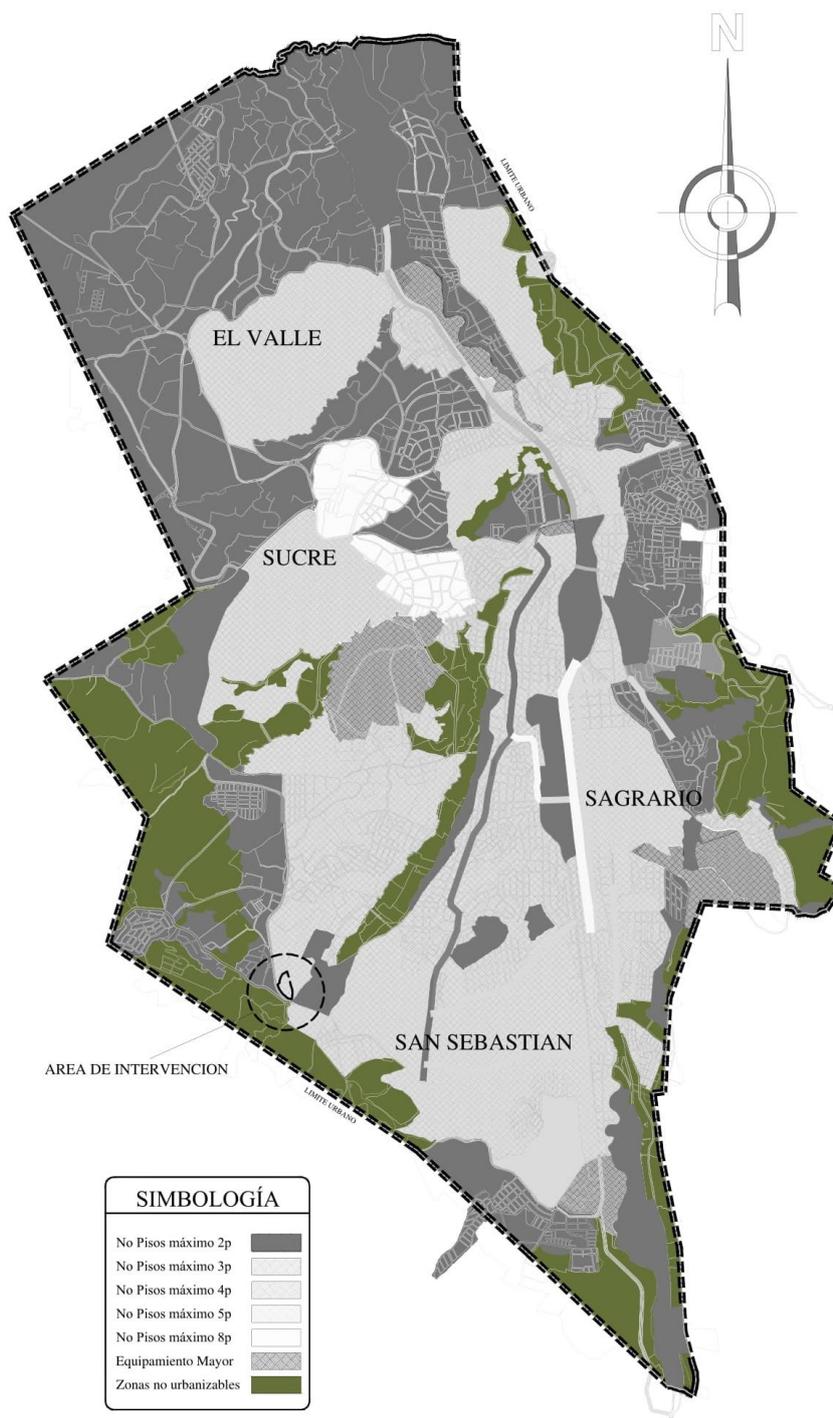
Según Vanegas (2009), la dinámica urbana en la ciudad de Loja se genera básicamente por el boom petrolero, las políticas de estado que promueven la vivienda, la migración interna campo-ciudad, y (agrega el autor de este trabajo) la migración al extranjero que financia la adquisición de vivienda.

Desde la década de los setenta hasta inicio de los noventa, el Estado promueve de forma directa la formación de urbanizaciones de tipo social ubicadas todas ella fuera del área consolidada de la ciudad, creándose una tendencia en los programas masivos de

vivienda, que Vanegas (2009) ha estudiado en detalle y observa a simple vista que no se han tomado en cuenta los factores ambientales de la ciudad de Loja.

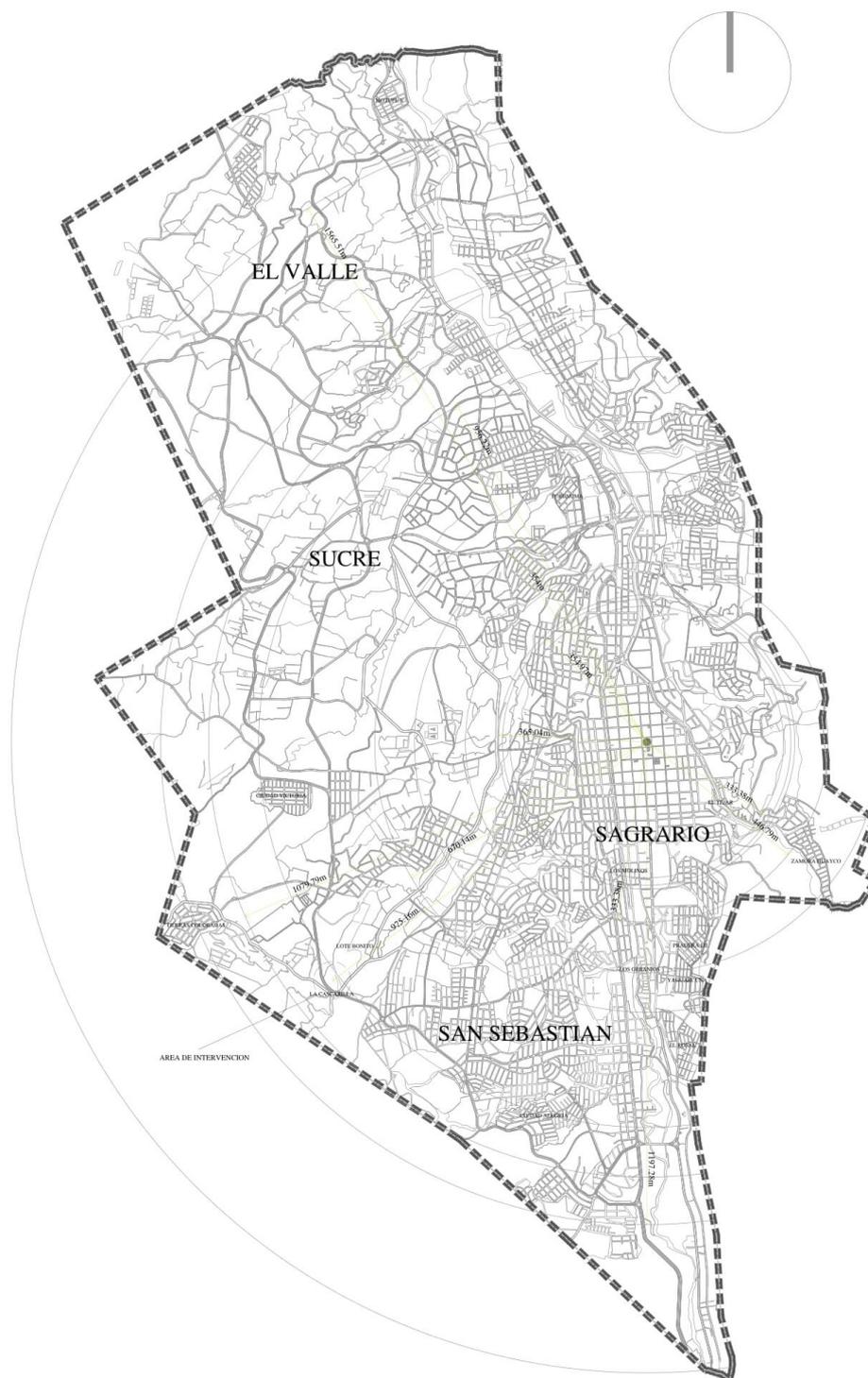
Como complemento al estudio de la tendencia del problema-solución de la vivienda que se ha dado en los últimos años en la ciudad de Loja se ha considerado importante resumir gráficamente a través de un mapa, en la Figura 5, el tipo de ocupación del suelo urbano en altura para la ciudad de Loja y también las distancias al centro urbano de la ciudad, de los últimos proyectos de vivienda en la Figura 6.

Figura 5. Propuesta de altura de edificaciones.



Fuente: Ilustre Municipio de Loja (2009)

Elaborado por: El Autor.

Figura 6. Radios de acción y distancias

Fuente: Ilustre Municipio de Loja

Elaborado por: El Autor.

1.4. Formulación del problema.

De alguna manera la política estatal, hasta la fecha, ha resuelto el problema de la vivienda aunque ha creado otro u otros problemas, como una habitabilidad inadecuada, una decadente imagen urbana, es decir, han dado soluciones que no satisfacen las necesidades de sus ocupantes en el presente, con emplazamientos complicados o de difícil accesibilidad, las viviendas presentan respuestas espaciales y configuraciones que comprometen el bienestar y el desarrollo de las generaciones venideras.

La vivienda se ha vuelto un problema y, como señala Raquel Rolnik, no es tanto el problema de la vivienda (de la construcción de la misma) en sí, como la tenencia de la tierra. Aunque Luis De Garrido señala otro aspecto: el de la construcción, como una de las actividades humanas que más desechos produce.

Puede verse desde diferentes ópticas, pero desde el punto de vista práctico “La falta de vivienda en el cantón Loja es un problema actual, 35 de cada 100 familias no disponen de una casa digna (déficit cualitativo de vivienda). La necesidad de impulsar propuestas habitacionales de hasta \$20.000, sería una de las soluciones para erradicar esta problemática” (Torres, 2011)

Entonces, el problema que esta tesis afronta es el planteamiento o la generación de alternativas espaciales al problema de la vivienda de interés social teniendo muy en cuenta la **complejidad física** (inserción urbana, escala de cada agrupamiento, diseño de las unidades, tanto individuales como las que forman pequeños colectivos), **social** (formas de participación de la comunidad, respeto a las formas de sociabilidad de cada grupo socioeconómico específico, características culturales y religiosas), y **económica** (construir de manera durable, sin desperdicios y respondiendo a los factores climáticos de cada lugar de implantación, reduciendo al máximo el uso de equipamientos mecánicos y la necesidad de desplazamientos tanto durante la propia construcción como en la utilización posterior de las instalaciones).

1.5. Preguntas directrices.

En este trabajo, se plantean formas de vida alternativas, no circunscriptas a una clase o sector. Es alternativa en ambos sentidos, es decir, alternativa a las corrientes dominantes y también, alternativa en el sentido que no se ofrece como único camino.

Se plantean muchas interrogantes, ¿cómo articular la voluntad de imaginar formas de habitar no agresivas, variables ambientalmente, dignas para el conjunto social, más armónicas para la propia vida humana? (Sebastián A., 2015)

- ¿Por qué un proyecto de vivienda y por qué un proyecto sustentable?
- ¿Es necesario transformar la manera de diseñar y edificar?
- ¿Qué aspectos hacen sostenible/sustentable un edificio?
- ¿Qué aspectos se contemplan en la normativa que contribuyen a que las edificaciones sean sostenibles?
- ¿Es posible densificar la vivienda en Loja?
- ¿En cuáles elementos/criterios de la arquitectura se debe poner más énfasis para conseguir arquitecturas respetuosas con el medio ambiente?

1.6. Delimitación del problema

El tema que se estudia estará acotado por la formación técnica de la arquitectura, es decir, que vista la complejidad del problema y que las soluciones y propuestas requieren una visión holística y un tratamiento multidisciplinar, en este trabajo se abordarán las técnicas y tecnologías activas y pasivas que desde la arquitectura puedan contribuir a generar propuestas sustentables con el medio ambiente y que contribuyen de buena manera al debate en el discurso de la ciudad (entendiendo que la ciudad está conformada en un 70% por ciudades) que debe ser un discurso siempre abierto y que permita formar comunidad entre sus habitantes.

El planteamiento que en este trabajo se hace del problema es desde dos ámbitos:

- El problema del déficit de la vivienda.
- El consecuente deterioro del medio ambiente. (desde un enfoque de la sustentabilidad).

Capítulo II

2. Justificación y objetivos.

2.1. Justificación.

El tema de la sustentabilidad tiene múltiples entradas y desdoblamientos. Cuando se refiere a la vivienda, y principalmente a la vivienda de interés social implica esencialmente la consideración simultánea de los aspectos físicos, sociales, económicos, ecológicos y también a los códigos culturales y estéticos de los sectores a los cuales va dirigido.

En el apartado anterior (planteamiento del problema) se ha comentado el cómo, en nombre de las mejores intenciones, las experiencias en los programas de vivienda y los planes urbanos no han bastado para dar soluciones a los problemas de la ciudad. Conscientes de ello, se subraya la importancia del tema y el profundo interés por ser estudiado. Se trata de cubrir las necesidades actuales (físicas, sociales, económicas, ecológicas, culturales...) sin poner en peligro las futuras.

Pensar en el ambiente no es algo “*esnob*”, es una necesidad, consiste en salvaguardar nuestra supervivencia, ser sensatos y asegurarnos de que siempre tendremos acceso a los alimentos, la energía, el agua limpia y la naturaleza.

Por razones de interés personal y hasta cierto punto de una obligación moral hacia las otras especies, tenemos que abordar todas estas cuestiones. Citando a Sebastián (2015), y referido al presente trabajo: “Los proyectos son ficciones; narran una historia posible; pero a diferencia de la literatura, no sólo describen, relatan o denuncian a su modo una situación que evoca lo “real”, sino que proponen su transformación efectiva.”

Son las decisiones acertadas con respecto al diseño, las que marcarán la diferencia de forma positiva con respecto a los problemas medioambientales. Seleccionando los materiales y los acabados, escogiendo la iluminación y los electrodomésticos. Cuántas veces nos hemos preguntado: ¿cuánto tiempo necesitará el edificio construido para neutralizar la energía consumida en su construcción?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general.

Diseñar un conjunto residencial que concentre usos, actividades y servicios incorporando técnicas y sistemas tecnológicos sustentables.

2.2.2. Objetivos específicos.

- Estudiar/analizar los recursos, técnicas y materiales que hacen de una construcción un artefacto sustentable o sostenible.
- Implementar estrategias arquitectónicas para disminuir el consumo de energía tanto en la fabricación como en el funcionamiento de un edificio de vivienda.
- Abordar el tema de la sustentabilidad y sostenibilidad por medio de debate de criterios entre la ciudad, la arquitectura y la sostenibilidad.
- Identificar los programas de vivienda que se han realizado en Loja para poner en contexto (histórico-espacial) esta propuesta.

Capítulo III

3. Marco teórico.

"Me di cuenta de que la actividad humana que más deterioraba el planeta era la construcción, ya que el 60 por ciento de los residuos y el 50 por ciento del consumo energético se concentran en ella. Por eso, la manera más efectiva de mejorar el medio ambiente es con una mejor arquitectura". (De Garrido, 2016)

3.1. Una aclaración terminológica:

Es necesario antes de empezar, una aclaración de los términos sustentable y sostenible.

Sustentable según la Real Academia Española (RAE) es que se puede sustentar o defender con razones. Entonces el término sustentar del lat. *sustentāre*, significa:

1. tr. Proveer a alguien del alimento necesario. U. t. c. prnl.
2. tr. Conservar algo en su ser o estado.
3. tr. Sostener algo para que no se caiga o se tuerza. U. t. c. prnl.
4. tr. Defender o sostener determinada opinión.
5. tr. Apoyar (|| basar). U. m. c. prnl.

Sostenible según la RAE significa:

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.

Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la Cumbre de Río de Janeiro definió el concepto de **desarrollo sustentable** como “un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender a sus propias necesidades” (ONU, junio de 1992)

El concepto de **desarrollo sustentable** se vuelve de especial importancia cuando hablamos de los **asentamientos humanos**. Éstos impactan directamente sobre la superficie de la Tierra,

alterando sus ecosistemas, sin que el aumento de dichos asentamientos signifique haber alcanzado las necesidades de crecimiento económico y desarrollo social de la población.

De acuerdo con la ONU (junio de 1992), la **calidad de vida** depende de factores económicos, sociales, ambientales y culturales; así como de las condiciones físicas y espaciales tanto de poblaciones pequeñas como de las ciudades. La **habitabilidad** de los asentamientos humanos está relacionada con la configuración y valores estéticos de las ciudades, los patrones de uso de suelo, las densidades de población y construcción, además de la disponibilidad y fácil acceso tanto a bienes y servicios básicos como a espacios públicos.

Sin embargo, todo lo anterior sólo es posible si la población en cuestión ya cuenta con un lugar en dónde residir que cumpla con sus necesidades; es decir que posea una vivienda. Es importante aclarar que la vivienda por sí misma no hace ciudad, sino que constituye uno de los componentes fundamentales de ésta, siendo responsable sólo en parte, de lo que pudiera ser el diseño y desarrollo de una comunidad sustentable.

El concepto de sostenibilidad, que da origen a lo que podría llamarse como arquitectura sostenible, se basa en la definición de desarrollo sostenible de “Nuestro futuro común”, resultando algo así como la capacidad de satisfacer sus propias necesidades. A partir de ello el crecimiento económico y su deterioro ecológico asociado quedaron indisolublemente ligados, cuestión que puede ejemplificarse fácilmente en el uso de los combustibles fósiles. No es sostenible nuestro desarrollo basado en el consumo y la contaminación causada por la combustión del petróleo, ya que el agotamiento del recurso natural y la contaminación que supone condicionan severamente las posibilidades de las generaciones futuras, a quienes obligamos a hacerse cargo de las consecuencias de nuestras acciones.

El término **vivienda** se puede definir como “un lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas” (RAE, 2001). Pero la vivienda tiene que ser un lugar para habitar en congruencia con su entorno, ofreciendo características específicas que permitan al usuario vivir la ciudad.

Para Luis De Garrido es el buen diseño que hace una arquitectura que satisfaga las necesidades de las personas y del planeta sin que esto tenga un sobre costo. Ni el dinero ni la tecnología podrán resolver los retos del futuro.

Tal como se ha señalado en la delimitación del problema y a partir del tema de tesis los tres grandes temas que van a estudiarse para definir el marco teórico son cómo la arquitectura y la ciudad interaccionan con la sustentabilidad.

3.2. La ciudad y la sostenibilidad.

La ciudad ha sido un espacio de refugio, de abrigo, de defensa, de cooperación entre los hombres, puede considerarse una inversión colectiva aunque en muchos casos una de las inversiones más costosas. Recordemos lo costoso que era tener un sistema defensivo a través de murallas, proveer de agua o la eliminación de los desechos. De allí se aprendió que las ciudades debían ser compactas, dejando poco margen a la dispersión o a “fusiones con la naturaleza” que es uno de los predicados desde el Movimiento Moderno.

Las ciudades compactas, por su condición misma, recurrían a formas geométricas sencillas (línea recta, rectángulo, etc.) para el mejor aprovechamiento del espacio en la configuración de las calles, parcelas y manzanas, para cumplir con requisitos como la movilidad, la iluminación de las fachadas y la convivencia con un tejido urbano compacto.

Es así que se conforman las retículas de calles y manzanas como un par funcional y jurídico eficaz, estableciendo el concepto de lo público (las calles, plazas y avenidas) y privado (el conjunto de manzanas edificadas y parceladas).

Por otro lado, el desarrollo del transporte (a finales del siglo XIX el ferrocarril y luego el tranvía en el siglo XX, en algunas ciudades europeas) permite la expansión de las ciudades y la conformación de los primeros suburbios-jardín, e inspira a Ebenezer Howard para proponer las ciudades satélite rodeadas de un “cinturón verde” (Garden Cities of Tomorrow, 1898).

Estos suelos eran menos costosos, por tanto, se reduce la densidad poblacional y las edificaciones cambian su tipología de vivienda en altura a edificios unifamiliares en parcela

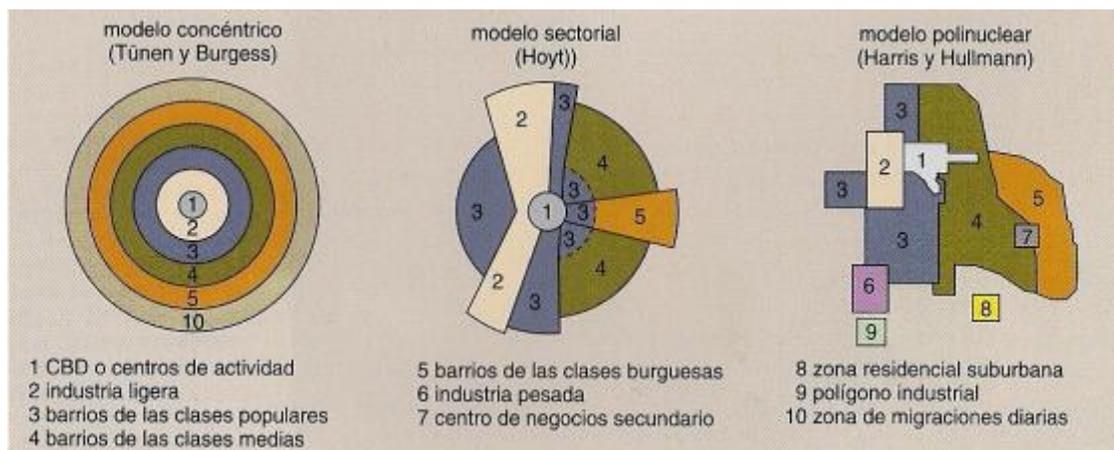
aislada. Anteriormente solo los edificios importantes tenían ese carácter singular, como la catedral, el castillo, el palacio; y las viviendas se conformaban en bloque excepto las villas.

A partir de los años 1940-1950 se da esa ruptura, cada unidad construida se propone como “objeto de contemplación” singular, la excepción se convierte en regla. (López de Lucio, 2013), y entonces aparecen los edificios aislados.

Por otro lado, a los elementos naturales (árboles y jardines) en la ciudad se les somete a estrictas reglas de composición con un claro carácter de acompañamiento y embellecimiento. A los jardines y huertos se les acota dentro de la trama urbana y no se consideran mezclas de la ciudad en la naturaleza. Le Corbusier proponía sol, espacio y verdor como una tríada para su ciudad-jardín vertical. Su propuesta consistía en que la “naturaleza” englobara fragmentos de ciudad, los penetrara y determinara el paisaje.

Aunque desde Berlage (1914) se estaba a favor del método científico en la proyectación urbanística y arquitectónica, el autor italiano nos recuerda que “*no debemos imitar las formas, sino estudiar en ellas el espíritu que condujo a un determinado resultado*”. Debe decirse que muy frecuentemente la planificación de las ciudades se rige por la moda y los caprichos.

Figura 7. Modelos teóricos de organización urbana



Fuente: Recuperado de: <https://goo.gl/1sHjTD>

Elaborado por: Idem.

A continuación se explican los tres modelos urbanos que determinan la morfología de las ciudades según Tûnen y Burgess, Hoyt, y Harris y Hullmann:

Tûnen y Burgess (1925) desarrolló el **modelo concéntrico**, a través del cual se explica cómo las ciudades crecen hacia afuera en forma de anillos, un ejemplo puede ser Chicago.

Hoyt (1939) defiende un **modelo sectorial**, estudió que los diferentes usos del suelo que se dan en los centros de las ciudades, se prolongan al exterior y se ubican de forma sectorizada en las calles más importantes y no de forma concéntrica.

Los geógrafos Harris y Ullman (1945) con el modelo de los núcleos múltiples afirman que el crecimiento se da de manera separada y que cada actividad genera usos de suelo distintos, estos conforman núcleos. Es la evolución de las mismas y la ubicación de las actividades lo que determina las formas de las ciudades.

La forma extendida hoy ya no responde siquiera a las lógicas de la metrópoli del siglo XX: muchos la califican como ciudad-territorio o posmetrópoli, sujeta a una ampliación constante, sin bordes visibles, donde los rápidos avances de la tecnología amenazan con destruir para siempre la propia noción de lugar. (Sebastián A., 2015)

Acercarnos a una concepción de ciudad más sostenible, significa que las tipologías de edificios colectivos deben ser propulsoras de ciudades compactas que generen usos y funciones próximas y mixtas.

3.3. La arquitectura y la sostenibilidad.

Félix Claus (2006) decía que una buena ciudad es más importante que una buena casa; López de Lucio (2013) apunta que la calidad de casa, barrio y ciudad son términos que deben pensarse y exigirse a la vez.

Cuando se habla de sostenibilidad en arquitectura, se dice muchas veces que la buena arquitectura es sostenible “*per se*” o debe serlo; por descarte, la mala arquitectura no es sostenible. Entonces ¿dónde quedaría la Arquitectura Moderna? ¿Con qué criterios podríamos defender sus bondades?, ¿dónde quedarían el buen empleo tecnológico? los criterios con que se ha diseñado, los materiales, el entorno y muchas otras cosas.

Si se hace mención a la definición de Arquitectura es “arte de proyectar y construir edificios”, es decir, a partir de esta definición se puede entender como una habilidad de crear un “hábitat óptimo” en un entorno para el desarrollo de la actividad humana. Esto nos puede llevar a entender que visto que la Arquitectura transforma el medio donde se ubica, allí donde exista arquitectura, existirá un medio transformado, modificado y (en muchos de los casos) degradado.

Norbertg-Schulz (2001) dice que el propósito de la arquitectura es dar orden a ciertos aspectos del ambiente, y con ello queremos decir que la arquitectura controla o regula las relaciones entre el hombre y el ambiente.

Entonces la definición de “arquitectura sostenible” pasa por la re-definición del concepto de arquitectura, como el arte de crear un nuevo hábitat para el desarrollo de la actividad humana consiguiendo minimizar su contribución global a los diferentes efectos de impacto medioambiental como consecuencia de todos los procesos edificatorios, considerados estos de una forma íntegra, desde su inicio hasta su final. Los buenos edificios deben adaptarse a las condiciones del lugar.

Para Luis de Garrido, una arquitectura sostenible es aquella que garantiza el máximo nivel de bienestar y desarrollo de los ciudadanos y que posibilita igualmente el mayor grado de bienestar y desarrollo de las generaciones venideras, y su máxima integración en los ciclos vitales de la Naturaleza.

La vivienda sustentable no es una novedad, ya que en el pasado las construcciones vernáculas respondían en gran medida a esta definición. Sin embargo, a partir de la industrialización, y particularmente durante el siglo XX, el fenómeno de urbanización trajo consigo el crecimiento desmesurado de las ciudades, y como consecuencia de esto, el sentido común de la vivienda vernácula comenzó a perderse, apareciendo en su lugar una vivienda que atendía cada vez menos al sitio, al clima y a los materiales locales. (Arredondo Zambrano & Reyes Bernal, 2013)

Una breve reseña sobre la tipología de vivienda nos lleva a los edificios exentos en altura que surgieron en Europa a partir de las teorizaciones y experimentos del denominado Movimiento Moderno en el primer tercio del siglo XX, nos lleva a comprender que se trata de

un tipo edificatorio con numerosísimas variantes (el bloque estrecho de pocas plantas con viviendas pasantes, la torre cuadrangular de cuatro viviendas por planta, el bloque estrecho en altura con ascensor y galerías de distribución en cada nivel o cada dos niveles, etc.) (López de Lucio, 2013)

El diseño sustentable aplicado a la casa de habitación, está cimentado en los beneficios que este tipo de arquitectura ofrece a sus usuarios en primera instancia como son: el ahorro de energía, la comodidad del ambiente interior, optimización de los recursos, reutilización de agua, y muchos más. La autosuficiencia energética para la climatización está íntimamente relacionada con el ahorro y la eficiencia que nos proporcionan los sistemas pasivos relacionados con el diseño del edificio.

Una vivienda sustentable es aquella que hace uso eficiente de los recursos, pero además, debe estar diseñada para tener una larga vida útil, siendo flexible para adaptarse al estilo de vida de sus propietarios o usuarios. Debe ser saludable y adaptada a los principios ecológicos (Edwards y Hyett, 2004).

El objetivo es, entonces, diseñar y construir una vivienda cómoda que ocasione un menor impacto en el ambiente, que también sea saludable y económica en su uso. Para lograrlo, una vivienda sustentable debe enfocarse en el manejo de cinco aspectos que se describen a continuación: energía, agua, suelo, materiales y la vivienda en sí misma a través del diseño bioclimático. (Moxon, 2012)

Se puede lograr transformar, en algunos casos, la isla de calor que se origina en las grandes ciudades a través del uso de viviendas con techos y muros “verdes”. Se pretende que mediante la aplicación de un diseño sustentable se reviertan los efectos nocivos de construcciones que deterioran el medio ambiente y que propician el desperdicio de recursos y energía.

Estas viviendas también pueden convertirse en modelos que hay que seguir para el resto de la población de Loja, aumentando así su influencia y transformando a futuro el actual concepto que se tiene de la casa habitación, sustituyéndolo por el de una vivienda sustentable. Si bien la vivienda puede contribuir para lograr una mejor calidad de vida para sus habitantes, es importante reconocer que el ser humano necesita también desarrollarse en forma colectiva a través de la vida en comunidad.

Se deben tener en cuenta los cinco principios clave que son necesarios para que se construya una vivienda con las características de sustentabilidad: el uso eficiente de energía, del agua, el impacto de la construcción sobre el suelo, los materiales utilizados en la construcción y el diseño bioclimático. Este último principio comprende a su vez varios aspectos: el sitio, el clima, las orientaciones, los efectos solares, la ventilación, la iluminación, el aislamiento térmico y acústico; así como la vegetación.

Junto a estos principios básicos expuestos, existen seis aspectos fundamentales e imprescindibles de la vivienda sustentable para garantizar el objetivo primordial de brindar calidad de vida a sus habitantes, aspectos que se engloban bajo el título de habitabilidad y funcionalidad: privacidad, funcionalidad espacial, accesibilidad (para aquellas personas con capacidades diferentes), seguridad, así como la estabilidad y durabilidad estructural de la construcción; y finalmente los aspectos básicos de infraestructura como son las instalaciones eléctricas, hidráulicas y de gas.

La vivienda sustentable es parte fundamental para la creación de ciudades y comunidades sustentables.

3.3.1. Los cinco pilares de la Arquitectura Sostenible.

Le Corbusier estableció los 5 pilares de la Arquitectura Moderna, de modo similar Luis de Garrido, propone los cinco pilares de la Arquitectura Sostenible, que son también los indicadores que deben regular el grado de sostenibilidad de un edificio.

Estos pilares son los siguientes (De Garrido, 2007):

1. Optimización de recursos y materiales.
2. Disminución del consumo energético y uso de energías renovables.
3. Disminución de residuos y emisiones al medio ambiente.
4. Disminución del mantenimiento, explotación y uso de los edificios.
5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.

Pueden resultar muy generales y ambiguos, por ello De Garrido los divide en los que él llama “indicadores sostenibles”. Estos indicadores sirven para evaluar edificios ya construidos y para dar pautas para proyectos de nuevos edificios. El grado de cumplimiento de cada

indicador nos puede proporcionar un valor cuantificable de su nivel de sostenibilidad. En el Anexo 1 se detallan los 37 indicadores que se generan a partir de estos 5 criterios.

3.3.2. Las certificaciones y protocolos

Fue en la década del 60, con las primeras protestas sobre el uso masivo de la energía nuclear, cuando el problema ambiental de la sociedad industrial alcanzó un relieve mundial y despertó por primera vez el interés común. La década del 70 signada por la crisis del petróleo y el desabastecimiento de sus combustibles derivados, puso en alerta al mundo entero sobre lo que podría ocurrir si hubiera un freno en la disposición absoluta e indiscriminada de energía que se tuvo hasta entonces.

Es así que desde la crisis del petróleo, se replantean los costos generados por el consumo energético y se desarrollan dos soluciones. Por un lado hacer que el edificio mejore el consumo y aumente la sostenibilidad y por otro, hacer máquinas (equipos) más eficientes.

En 1972 el Club de Roma publicaba el informe “Los límites del crecimiento” y desde entonces para muchas personas en todo el mundo, ya no fue posible pensar en el desarrollo económico sin tener en cuenta la afectación de los recursos naturales.

Bastante más tarde, hacia 1987 y con la aparición del informe “Nuestro futuro común” de Naciones Unidas, se produce un primer acuerdo mundial sobre la concepción contemporánea del problema ambiental, con la incorporación del concepto de sostenibilidad (más concretamente el desarrollo sostenible) a la ideología de muchas disciplinas, entre ellas también la arquitectura.

Fundamentalmente la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro de 1992, aunque también la de Johannesburgo de 2002, difundieron el acuerdo a escala global gracias al aporte de decenas de gobiernos, centenares de organizaciones y miles de personas participando en diferentes actividades. La idea de que la toma de conciencia de la gravedad del problema ambiental mundial implicaría un antes y un después ya era un hecho.

Entonces se establecieron los protocolos como el de Kioto, para limitar los consumos energéticos, y se desarrollaron las certificaciones para los edificios (ver Figura 8), que se mencionan a continuación:

Certificación LEED

Es la certificación *Leadership in Energy and Environmental Design*, es un método de evaluación del Consejo de Construcción Verde de Estados Unidos (U.S. Green Building Council). Se utiliza en Norteamérica, aunque puede aplicarse en todo el mundo.

La evaluación cubre todas las fases, desde el diseño hasta la construcción y el funcionamiento de una amplia variedad de tipos de edificios, como interiores comerciales, escuelas, tiendas, centros sanitarios y viviendas (antiguas y de nueva construcción).

Incluye las categorías: emplazamiento sostenible, ahorro de agua, eficiencia energética, materiales y recursos, calidad del aire interior, innovación y procesos de diseño y prioridad regional. Existen cuatro clasificaciones: Certificado, Plata, Oro y Platino.

Figura 8. Certificaciones para edificios.



Fuente: Sostenibilidad en interiorismo. Moxon (2012)

Elaborado por: Idem

La LEED para la evaluación de viviendas tiene dos categorías más:

- Ubicación y conexiones
- Educación y concienciación.

Certificación BREEAM

El *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method* (BREEAM), con sede en el Reino Unido, junto con EcoHomes y Code for Sustainable Homes (Código para Casas Sostenibles), se utiliza en todo el mundo, sobre todo en Europa y el Golfo Pérsico.

De manera similar al LEED, ésta certificación cubre muchos tipos de edificios: oficinas, tiendas, escuelas, edificios industriales, viviendas, juzgados, centros sanitarios y sedes internacionales. Se pueden evaluar edificios nuevos y antiguos; hay evaluaciones estándares para centros sanitarios existentes y edificios en uso, y dentro de poco habrá otra para reformas de viviendas.

La evaluación BEEAM se realiza durante la fase de diseño, la fase post-construcción y la de operación. BREEAM tiene cinco niveles: Aprobado, Bueno, Muy bueno, Excelente y Excepcional. La clasificación del Código para Casas Sostenibles (*Code for Sustainable Homes*) para evaluar nuevas viviendas va de 1 a 6, siendo la 6 la mejor; BREEAM *EcoHomes*, que se utiliza para viviendas existentes, solo ofrece una puntuación como referencia para que los propietarios mejoren las viviendas.

Certificación Ska Rating

Esta certificación se ha creado para proyectos de interiorismo, de manera que el edificio no se tiene en cuenta, por tanto, no afecta a la puntuación.

Las evaluaciones se realizan en tres momentos: durante la fase de diseño, cuando se entrega al cliente y un año después de la puesta en funcionamiento, aunque esta última evaluación no influye en la puntuación, pero sirve para comprobar si las estrategias (del diseño para el consumo de energía, agua y el reciclado) han funcionado. Hay cuatro clasificaciones: Sin clasificar, Bronce, Plata y Oro.

Las categorías de evaluación son: (1) Energía y carbono, (2) Residuos, (3) Agua, (4) Materiales, (5) Contaminación, (6) Bienestar, y (7) Transporte y otros.

Certificación NABERS

El *National Australian Building Environmental Rating Scheme* (NABERS) se ocupa principalmente de edificios existentes, oficinas, viviendas, hoteles y centros comerciales. Evalúa la energía, el agua, los residuos y el rendimiento medioambiental interior basándose en datos de mediciones, como las facturas de energía y de agua.

Los edificios son evaluados durante la ocupación, utilizando los datos de los anteriores doce meses y se premian con estrellas, siendo cinco el máximo. La evaluación se realiza antes de hacer una reforma y un año después, con el objetivo de medir cualquier mejora que haya propiciado el diseño.

Certificación Green Star Australia

Los nuevos edificios y los proyectos de reforma en Australia pueden ser evaluados por el *Green Star del Green Building Council* (Consejo de la Construcción Verde) de Australia. Los tipos de edificio que pueden ser evaluados con esta certificación son: proyectos para viviendas, centros sanitarios, comercios al por menor, edificios industriales, escuelas y oficinas, y una evaluación especial para interiores de oficinas.

La clasificación va de 4 a 6 estrellas y se basa en nueve categorías: gestión, calidad medioambiental interior, energía, transporte, agua, materiales, uso de la tierra y ecología, emisiones e innovaciones.

Certificación Green Globes

Green Globes es el sistema de evaluación de *Green Building's Initiative* para Norteamérica. Los edificios comerciales nuevos y antiguos se clasifican de 1 a 4 globos según su rendimiento en las categorías de Energía, Medio ambiente interior, Emplazamiento, Agua, Recursos, Emisiones y Proyecto/Gestión medioambiental.

Certificación BEAM

El *Building Environmental Assessment Method* (BEAM) se utiliza en Hong Kong y China para todo tipo de edificios nuevos y antiguos.

Actualmente está en vías de desarrollo un sistema para equipamientos de interiores. Este sistema depende de la *BEAM Society* y considera los aspectos del emplazamiento, aspectos de los materiales, consumo de energía, consumo de agua, calidad medioambiental interior e innovaciones e incorporaciones.

Estas categorías son ponderadas, y la de energía es la que tiene más importancia. Se evalúa una vez terminado el edificio, y la clasificación es Bronce, Plata, Oro y Platino.

Certificación CASBEE

El *GreenBuild Council's Comprehensive Assessment Systems for Building Environmental Efficiency* (CASBEE) de Japón tiene como categorías ponderadas Eficiencia energética, Eficiencia de los recursos, Medio ambiente local y Ambiente interior, con una puntuación de 1 a 5.

La evaluación CASBEE se realiza durante la fase de diseño y en la ocupación. Se utiliza en Japón y por toda Asia para viviendas y proyectos de reformas. También existe una evaluación específica para los proyectos temporales.

Certificación DGNB

La evaluación DGNB, del Consejo Alemán de Edificios Sostenibles, tiene tres clasificaciones: Bronce, Plata y Oro. Las categorías son: calidad ecológica, calidad económica, calidad social, calidad técnica, calidad del proceso y calidad de la ubicación, y puntúan de forma diferente según el tipo de edificio.

Se realiza en las fases de diseño y de construcción. Se centra en nuevos edificios en el sector de oficinas, comercios al por menor, educación y viviendas, así como en oficinas ya existentes.

Además de las certificaciones que se han mencionado arriba, existen decálogos (Ver Anexo 2.1 y Anexo 2.2) para un diseño bioclimático y una vivienda sana, también para una vivienda bio-compatible, que complementan los temas de certificación, estableciendo parámetros que deben ser considerados cuando se diseña una arquitectura sostenible.

3.3.3. Los tres elementos de un edificio sostenible.

Desde la crisis del petróleo, en los años setenta, se replantean los costos generados por el consumo energético y se desarrollan dos soluciones, que ya fueron comentadas en el tema anterior (3.3.2). Las dos soluciones consisten, por un lado hacer que el edificio mejore el consumo y aumente la sostenibilidad y por otro, hacer máquinas (equipos) más eficientes.

Parece bastante claro, pero a la hora de proyectar un edificio sostenible, hay pocos elementos que nos permitan guiarnos correctamente. También se han mencionado los cinco pilares de la arquitectura sostenible (3.3.1) desarrollados por Luis De Garrido, reunidos en un total de 37 criterios que vuelven más complejo el problema.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar un complejo residencial sustentable, y se concentrará en tres elementos:

- La forma del edificio.
- La piel del edificio.
- Los elementos de control solar.

3.3.3.1. La forma del edificio.

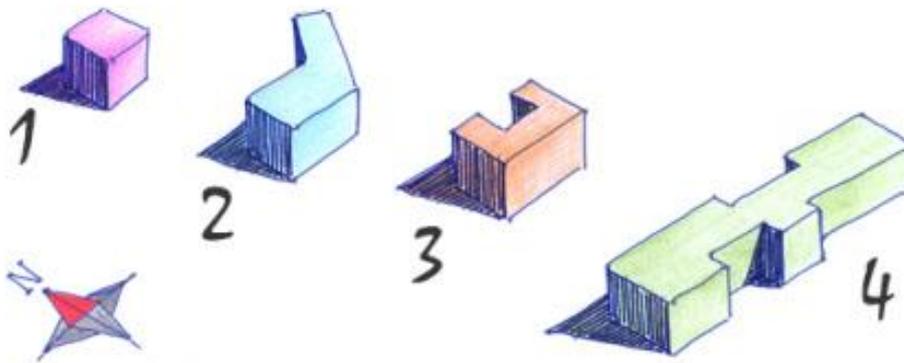
De la forma de un edificio nos interesa tener en cuenta **la superficie de la envolvente y el volumen**, ya que estos representan un factor determinante para establecer el beneficio climático y la relación con el entorno.

“La superficie de la envolvente representa el límite físico de intercambio de calor entre el interior y el exterior, mientras que el volumen del edificio nos da una idea de su capacidad para almacenar energía. El factor forma cuantifica esa relación entre forma y volumen a través del cociente entre la superficie de la envolvente del edificio y el volumen que alberga.”
(Recuperado de <https://goo.gl/oSujXp>)

Los dibujos de la Figura 9 resumen según el tipo de clima cuales son las formas recomendadas para los edificios (del 1 al 4) según Olgyay. Esta idea sobre las formas es un concepto que sirve como primer acercamiento para aprovechar de la mejor manera el intercambio de energía calorífica del edificio con el exterior. No tiene en cuenta características importantes como los materiales utilizados, el sistema constructivo de la envolvente o la ubicación del edificio con respecto al entorno.

Figura 9. Formas sugeridas por Olgyay según el clima

1. Clima frío.
2. Clima templado.
3. Clima cálido seco.
4. Clima cálido húmedo.



Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/oSujXp>
Elaborado por: Idem

El clima de la ciudad de Loja es templado-ecuatorial subhúmedo. De las formas presentadas, el proyecto propuesto deberá explorar las posibilidades 2 y 4.

3.3.3.2. La piel del edificio.

La estructura de un edificio y, sobre todo, su piel son de vital importancia para el ahorro energético. Estableciendo un paralelismo con el cuerpo humano, algunos autores hablan de la vivienda como de una tercera piel: al igual que la ropa, que es la segunda, debe ser capaz de transpirar y, también de la misma manera que la epidermis, debe protegernos pero sin aislarnos en ningún momento del exterior. Cuanto más sana sea, pues, la tercera piel, mejor aire respiraremos dentro del hogar. (Martínez Alonso, 2014)

Se llamará material a: “Cualquiera de las materias que se necesitan para una obra, o el conjunto de ellas. Conjunto de máquinas, herramientas u objetos de cualquier clase, necesario para el desempeño de un servicio o el ejercicio de una profesión”. Diccionario de la Real Academia Española (D.R.A.E.)

La piel tiene que ver también con la elección de los materiales. Su selección requiere un profundo conocimiento. Un material debe ser susceptible de adquirir las formas adecuadas, ser compatible con los materiales próximos o en contacto con él y ser construible, es decir, de razonable puesta en obra. También deben tenerse en cuenta dos criterios que condicionan el uso del material: el económico y el estético.

Diseñar edificios aplicando técnicas medioambientales y energéticas en todas las fases de construcción, significa considerar la utilización de materiales no tóxicos, reciclados y reciclables. Además, fomentar el uso de energías renovables y de ahorro energético, utilizar la domótica, promover el ahorro de agua y reutilización, creando espacios para el reciclaje de residuos, reutilizando y reciclando los materiales.

La industria de la construcción consume el 50% de los recursos mundiales, lo que la convierte en una de las actividades menos sostenibles del planeta. El uso de combustibles fósiles para calefacción, iluminación y ventilación de los edificios es responsable del 50% del calentamiento global, siendo otra de sus principales causas el transporte (en un 25%). De ahí la importancia de que exista una interacción entre el proyecto de edificios y el urbanismo. (Edwards, 2009)

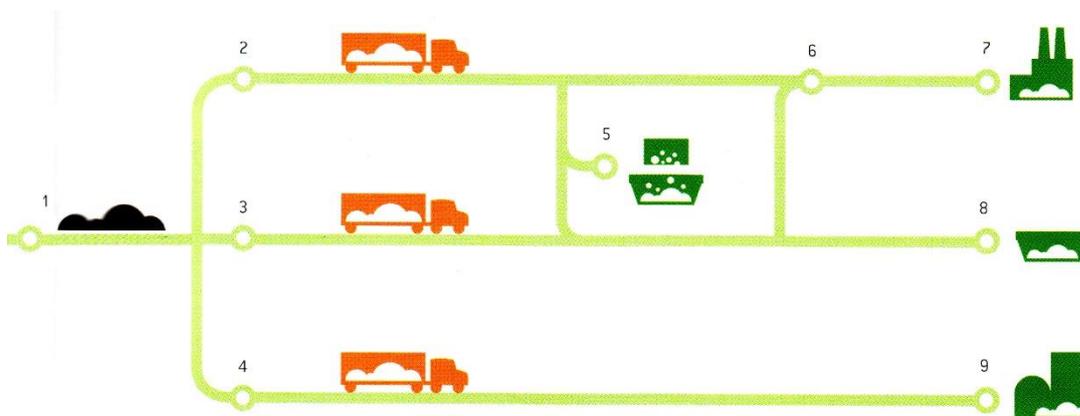
La arquitectura se materializa a través de la construcción que, al igual que otras industrias, se basa en el modelo productivo dominante cuyo origen se remonta a la revolución industrial, hace unos doscientos cincuenta años. Hasta ese momento la sociedad era orgánica y se caracterizaba por un uso de los recursos biosféricos que no sobrepasaba la capacidad de la naturaleza para producirlos, así como tampoco sus posibilidades para la asimilación de los residuos generados. No tenía el hombre, por lo tanto, la capacidad de producir un daño ambiental a escala global.

El cambio comenzó a producirse con la disposición indiscriminada de fuentes de energía que permitieron acceder a los recursos minerales como nunca antes se había hecho, poniendo en marcha una espiral de crecimiento ilimitado en el consumo de recursos y en la consiguiente generación de residuos. Esta aceleración, junto con el aumento de la renta per cápita, la explosión demográfica y la extensión del transporte horizontal, han dado origen a otra forma de organización cultural, la sociedad industrial, donde cada material extraído de la litosfera

acaba degradado y vertido sobre la delgada capa de biosfera que recubre el planeta, contaminándola y condicionando la continuidad de la vida.

Figura 10. Gestión de los residuos de obra

- 1: Residuos
- 2: Inertes
- 3: No peligrosos
- 4: Peligrosos
- 5: Recuperación y reciclaje en la misma obra con una planta móvil
- 6: Planta (gestor autorizado)
- 7: Recuperación y reciclaje en una planta de valorización
- 8: Depósito controlado
- 9: Tratamiento y almacenamiento



Fuente: Arquitectura sostenible. Martínez Alonso (2014)
Elaborado por: Idem

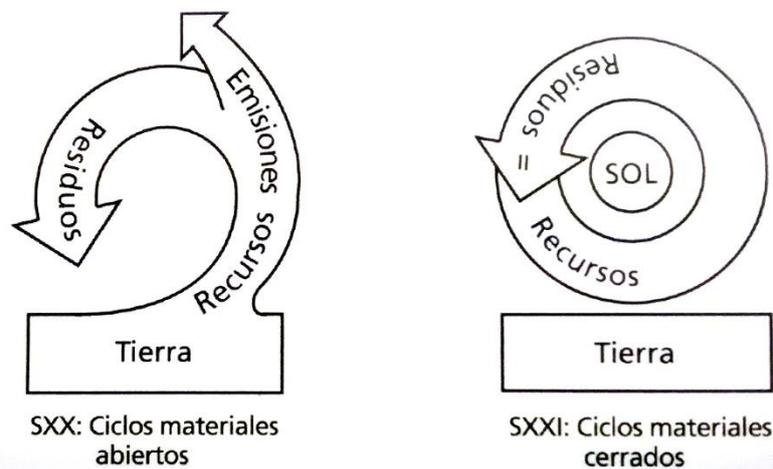
En la Figura 10 se presenta un esquema de la gestión de residuos de la obra, también importantes en la sostenibilidad.

El modelo productivo dominante, ya mencionado anteriormente caracteriza también a la producción de la arquitectura, puede sintetizarse en la secuencia lineal extracción>fabricación>residuo. Con la excepción de unas pocas industrias que basan su organización en la llamada ecología industrial, un metabolismo de producción que imita las condiciones de la biosfera donde la palabra residuo no existe, todo producto es diseñado para convertirse finalmente en un residuo. Una moqueta puede durar diez años, una ventana treinta y un edificio setenta, pero todos acabarán convertidos en residuos porque responden a un mismo paradigma productivo lineal, ignorando que esa conversión de recursos a desperdicios implica una disminución, lenta pero inexorable, de lo único verdaderamente valioso de que disponemos: el stock de capital natural con el que cuenta el planeta.

La arquitectura podría (y la buena noticia es que ya está comenzando a hacerlo), tomando el ejemplo de la biosfera -la gran máquina de reciclar- basarse en un modelo productivo alternativo, aunque tan antiguo como la propia tierra.

Se trata del **cierre de los ciclos materiales**, donde todos los *links* abiertos de los sistemas de producción que generan residuos al aire, al agua o a la tierra comienzan a cerrarse bajo la consigna de eliminar la palabra residuo y sustituirla por recurso. El modelo productivo resultante ya no es lineal sino cíclico y queda definido por el ciclo reciclaje-fabricación-reciclaje, determinando así un nuevo reto para la arquitectura. (En el Anexo 2.3 se amplía la información acerca de las “tres R” en la construcción)

Figura 11. Ciclo de los materiales abiertos y cerrados



Fuente: (Reyes, Baraona Pohl, & Pirillo, 2007)
Elaborado por: Idem

Las principales causas del impacto ambiental de la arquitectura se encuentran en el consumo de recursos no renovables y en la generación de residuos contaminantes, ambos en aumento acelerado. Su principal efecto es la destrucción del *stock* del capital natural por la degradación entrópica –un aumento del desorden y la dispersión de los materiales causado por la actividad humana- que resulta especialmente tangible cuando observamos sus efectos más visibles.

En efecto, la construcción está directa o indirectamente implicada en la tala de los bosques nativos, el agotamiento de los combustibles fósiles, la disminución de las reservas de agua dulce, los residuos sólidos o la contaminación de la atmósfera a través de la emisión de gases tales como el dióxido de carbono CO₂, los óxidos de nitrógeno NO_x y los óxidos de azufre

SOX que se traducen en el efecto invernadero, la lluvia ácida y la destrucción de la capa de ozono.

El uso de energía es uno de los indicadores más difundidos y aceptados como unidad de medida global del impacto ambiental de la edificación, ya que expresa la potencia y el trabajo empleados así como también un consumo de recursos no renovables y una liberación de emisiones contaminantes. Tal consumo de energía, producida mayoritariamente a partir de quemar combustibles fósiles, es responsable una parte importante de las emisiones globales de CO₂, el principal gas causante del efecto invernadero.

Los edificios tienen una huella ecológica que, conforme ha ido creciendo en las últimas décadas el consumo de materiales y el uso de la energía en ellos, se ha ido agrandando. No obstante, algunos impactos han podido ser controlados parcialmente gracias a la innovación en el diseño de productos, soluciones constructivas, edificios o urbanizaciones. El rumbo puede ser corregido y en ello los grandes acuerdos globales alcanzados por la sociedad juegan un gran papel.

La huella ecológica de los edificios debe reducirse y ello supone un interesante reto para la arquitectura. La respuesta que la arquitectura busca de cara a las demandas físicas de la sostenibilidad, persigue el objetivo a largo plazo de cerrar los ciclos materiales mediante el reciclaje de todos los recursos.

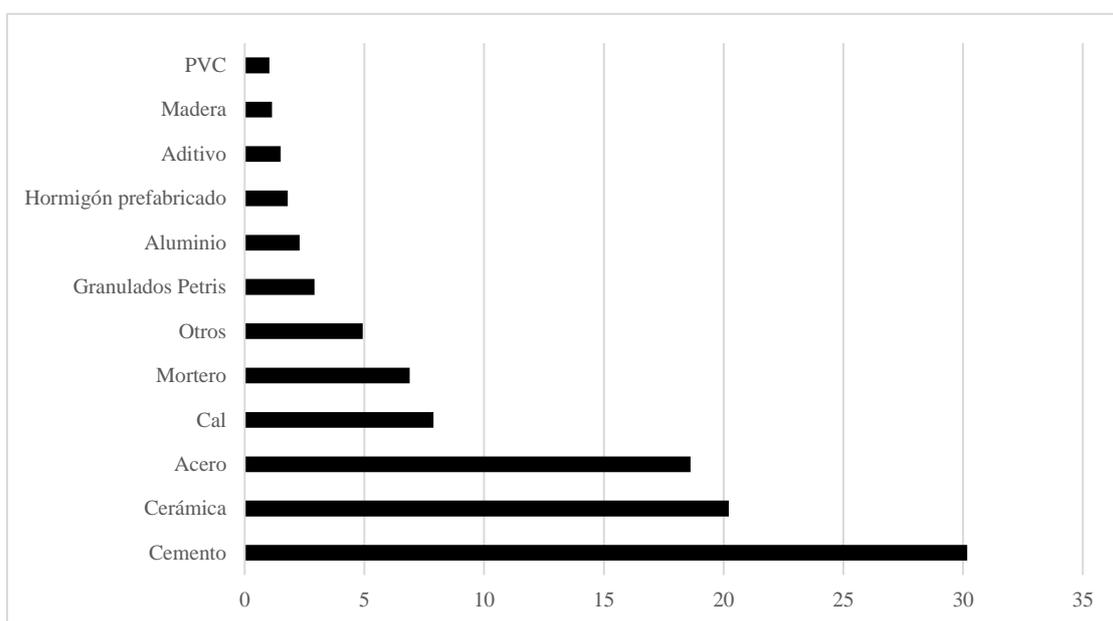
El análisis ambiental de un determinado proyecto puede sintetizarse en los consumos de energía, agua y materiales, así como en la generación de residuos al aire, al agua y a la tierra.

Pero en sentido general, para estudiar las emisiones de CO₂ de una vivienda, se deben estudiar aquellas:

- **Debidas a la fabricación de los materiales** que intervienen en la construcción de un metro cuadrado de edificación estándar e incidencia relativa de cada uno de ellos en el total.
- **Debidas al uso** de un metro cuadrado de edificación estándar y participación relativa de los distintos usos en el total.

Se ha calcula que se consumen 574 kgCO₂/m² en una vivienda colectiva. A manera de ejemplo, en la Gráfica 1 se muestran los porcentajes de emisiones de CO₂ debidas a la fabricación de los materiales (en España) que intervienen en la construcción de un metro cuadrado de edificación estándar e incidencia relativa de cada uno de ellos en el total. No se tienen datos de las emisiones de CO₂ para Ecuador pero se considera que las variaciones que puedan existir no son significativas. La gráfica se menciona a manera de ejemplo ilustrativo.

Gráfica 1. Emisiones de CO₂ debidas a la fabricación de materiales



Fuente: (Reyes, Baraona Pohl, & Pirillo, 2007)

Elaborado por: El autor.

3.3.3.3. Los elementos de control solar.

Los temas que permiten conocer, comprender y manejar los aspectos técnicos para diagnosticar, solucionar o aprovechar las **características del sitio del proyecto** (Lacomba et al., 1991) para los fines que nos ocupan son los siguientes:

- a) Antecedentes arquitectónicos.
- b) Bienestar térmico (confort).
- c) Climatología.
- d) Vegetación.

- e) Geometría solar.
- f) Sistemas pasivos.
- g) Sistemas activos.
- h) Balance térmico.

a) Antecedentes arquitectónicos: ambiente cultural.

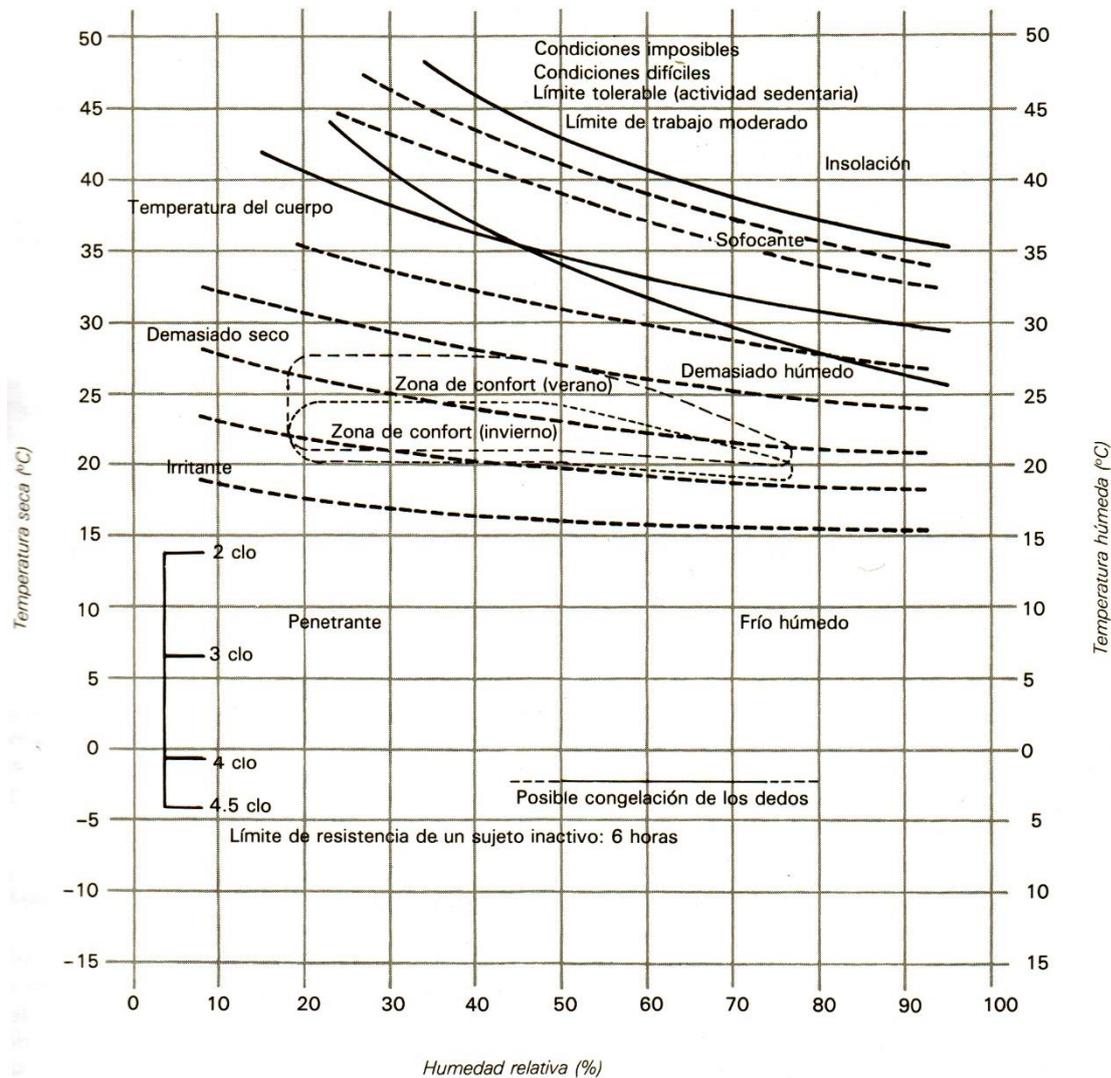
El objetivo es conocer las características de la arquitectura propia de cada localidad o región en estudio, detectando "tipologías" que permitan establecer un criterio para evitar la destrucción o el deterioro de un medio ambiente cultural significativo. La tipología en este caso define como el conjunto de valores esenciales que caracterizan y determinan a la arquitectura propia de una región.

Loja es una ciudad formada por una población migrante, hecho que le ha permitido tener contacto con diferentes culturas, por otro lado, las facilidades de las comunicaciones (internet, televisión satelital, etc.) contribuye a que las nuevas construcciones adquieran un carácter más internacional y en cierta manera tienden a uniformizar o perder elementos característicos del entorno. La utilización de madera y adobe en la propuesta es una clara apuesta por considerar el ambiente cultural, aunque no se repitan las construcciones existentes en el entorno.

b) Bienestar térmico.

El objetivo es conocer las condiciones ambientales del bienestar térmico humano y propiciarlo mediante el adecuado diseño del espacio arquitectónico. En la carta bioclimática de Olgay (Figura 12) se establece la zona de confort en el invierno y en el verano.

Figura 12. Carta bioclimática de Olgay.



Zona de confort según Olgay. Calificación de los ambientes fuera de la zona y efecto de los ambientes no confortables para el cuerpo. Resistencia térmica proporcionada por la vestimenta (en unidades CLO) y límites de las condiciones de calor en función de la actividad.

Fuente: Lacomba y otros (1991) Manual de arquitectura solar.

Elaborado por: Idem

c) Climatología.

El objetivo es conocer y evaluar los elementos y factores del clima de una localidad en relación con el hombre, a fin de determinar factores de problemática y aprovechamiento que, a su vez, permitan estructurar conceptos de solución -propios y únicos- para incorporarlos al proyecto arquitectónico o urbano.

El clima depende de la ubicación, la topografía y la altitud. En la ciudad de Loja el factor más determinante es la altitud (2,262 m.s.n.m.), que genera un microclima con temperaturas variables cada mes y ocasiona precipitaciones en un mismo día.

En el Anexo 8 se encuentra la información detallada del Anuario Meteorológico Nro.51-2011 publicado en el año 2014 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Contiene información sobre la estación ubicada en La Argelia-Loja. Pueden observarse los valores máximos y mínimos absolutos de temperatura y los valores de temperatura media.

En el año 2014 se registró el valor más bajo de la temperatura del aire a la sombra media mensual de 15.2° C y el más alto de 16.6° C. La temperatura máxima absoluta se registró en el mes de Junio (31.6° C) y la mínima absoluta en el mes de Agosto (24.2° C). Se registró un valor anual de 1,575 horas de radiación solar (heliofania), y los promedios mensuales oscilan entre 101.0 horas (julio) y 178.6 horas (agosto). Este dato es importante para los diseños pasivos (orientación) y activos (utilización de placas solares)

d) Vegetación y arquitectura.

El objetivo es conocer y aprovechar los beneficios derivados del empleo de la vegetación en el diseño de espacios arquitectónicos y urbanos, así como sus efectos en el meso-clima y micro-clima.

Se deberá recopilar información acerca de las características de las especies vegetales nativas o de posible inducción en el sitio, y detectar los beneficios derivados del empleo de la vegetación en el interior y exterior de las construcciones que permitan controlar directamente el microclima local.

e) Geometría solar.

El objetivo es conocer las trayectorias solares en su movimiento aparente en la bóveda celeste, representadas en un plano de proyección geométrica, a fin de controlar el asoleamiento de los diversos paramentos que constituyen una edificación.

A su vez, esto posibilitará diseñar adecuadamente el espacio al respecto de instalaciones, luz natural, control térmico y manifestaciones estéticas derivadas del control de luz y sombras. La observación de sombras para conocer si existe insolación sobre dicho paramento, a qué horas se presenta y por tanto, la duración del asoleamiento.

El diseño pasivo debería tener prioridad sobre otras tecnología activas, como los sistemas de energía renovable. Las principales medidas del diseño pasivo son: ganancia solar, protección del sol, masa térmica, aislamiento térmico, ventilación natural, hermetismo y luz natural.

f) Sistemas pasivos de acondicionamiento.

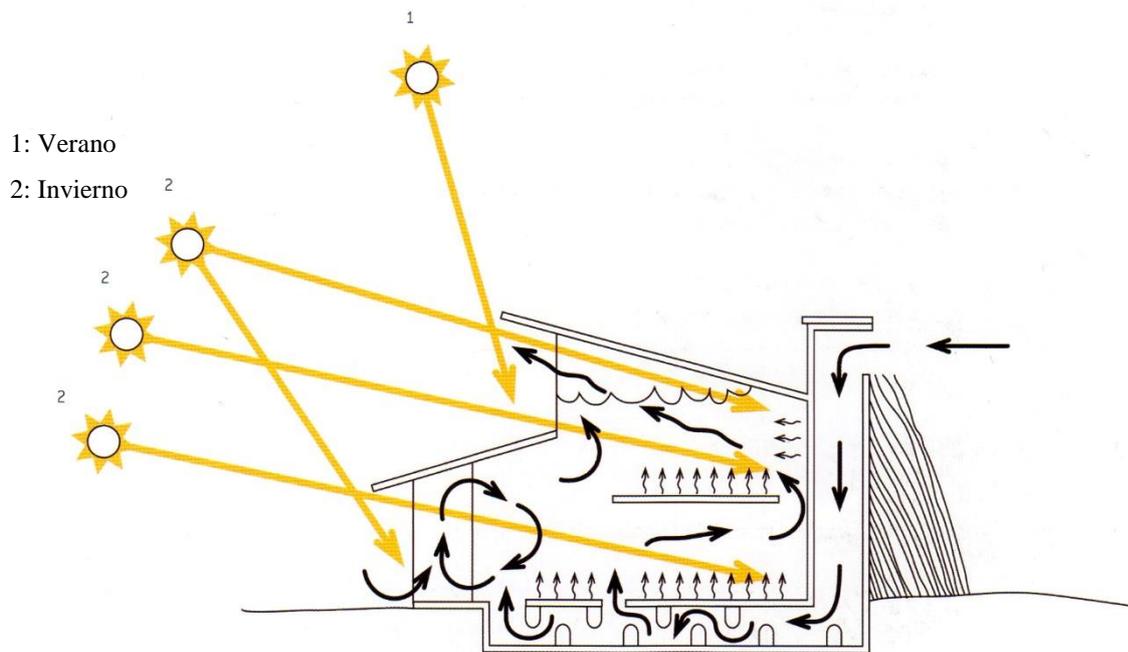
El objetivo es conocer los principios físicos y las técnicas en que se basan estos sistemas, para emplearlos de manera eficaz, los cuales deben integrarse desde la concepción inicial del diseño, a fin de lograr una adecuada relación de la arquitectura al medio. Los sistemas pasivos son aquellos sistemas que permiten captar, controlar, almacenar, distribuir o emitir los aportes de energía natural, sin intervención de ninguna fuente convencional de energía.

La forma más sencilla y eficiente de minimizar la energía necesaria para un proyecto es utilizar estrategias de diseño pasivo. Esto significa manipular la orientación del edificio, la forma, la distribución y el envolvente para aprovechar la energía natural del sol, el viento, la temperatura exterior incluso los usuarios del edificio. Es gratuita, porque no requiere la inversión de ninguna tecnología particular. (Ver Figura 14)

El grado de protección frente al calor, agua, viento, sol y otros agentes exteriores o interiores que debe proporcionar un edificio, responde y depende, sobre todo, de los materiales con los que está construido.

Los sistemas de depuración de aguas grises (ver Figura 15) son importantes en la implementación de una vivienda y forman parte de los diseños pasivos. *Las estrategias pasivas deberían primar sobre las estrategias activas (solar fotovoltaica, geotermia, suelo radiante, etc.), aunque responden de manera eficiente a las necesidades energéticas para las que fueron instaladas, presuponen un consumo energético, ya que antes de ser instaladas han de ser fabricadas.* (Martínez Alonso, 2014)

Figura 14. Diseño bioclimático de un edificio

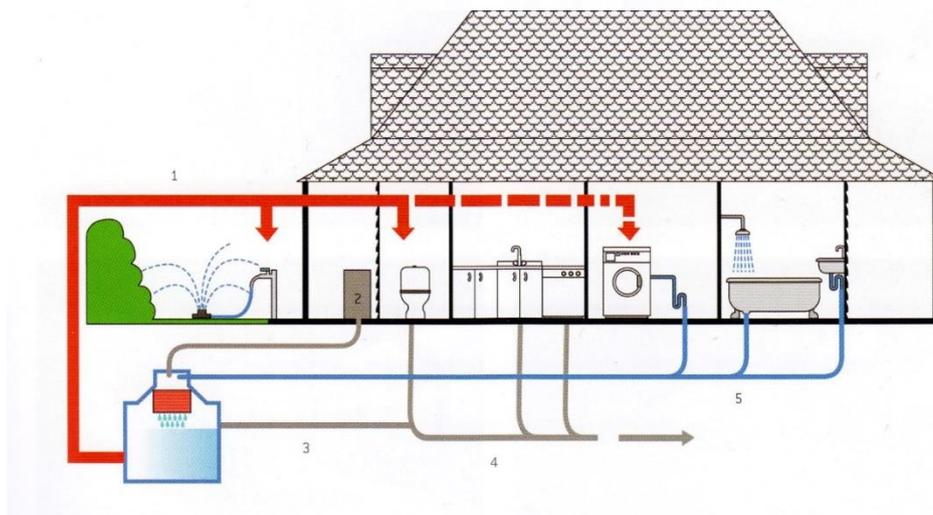


Fuente: Arquitectura sostenible. Martínez Alonso (2014)

Elaborado por: Idem

Figura 15. Sistema de depuración de aguas grises

1. Agua depurada para reutilizar en el jardín, la cisterna del lavabo o para lavar el coche
2. Control de proceso
3. Excedente que se expulsa a la red de saneamiento
4. Agua del inodoro y de la cocina, que se expulsa a la red de saneamiento
5. Aguas grises del baño y la lavadora



Fuente: Arquitectura sostenible. Martínez Alonso (2014)

Elaborado por: Idem

g) Sistemas activos e híbridos.

El objetivo es conocer y emplear en forma eficiente los distintos sistemas activos o sea aquellos en que a la energía natural que los opera en forma prioritaria, se incorpora algún dispositivo de apoyo mecánico que funciona con algún aporte de energía convencional, para lograr su óptimo funcionamiento. Son necesarios, cuando las fuentes de energía natural, no son suficientes para lograr el control ambiental adecuado.

i) Balance térmico.

El objetivo es conocer y emplear eficazmente las propiedades físicas de los materiales constructivos en relación con el control de la transferencia de calor en las edificaciones. Esto requiere la investigación de los coeficientes de la transferencia de calor de los materiales que se emplearán en las construcciones locales, dicha investigación no forma parte de este trabajo, pero requiere su mención.

3.3.4. El impacto ambiental de la edificación de las viviendas.

En la Tabla 5 se analiza un caso de estudio (en España) donde se calculan las emisiones de CO₂ debidas al uso de un metro cuadrado de edificación estándar y participación relativa de los distintos usos en el total.

Tabla 5. Emisiones de CO₂ en la vivienda

Repartición de usos	kg CO ₂ / vivienda / año	%
Calefacción	992,2	32
Agua caliente	633,1	21
Cocina y horno	211	7
Aparatos domésticos	942,5	31
Iluminación	279,5	9
TOTAL	3059	100

Fuente: (Reyes, Baraona Pohl, & Pirillo, 2007)

Elaborado por: El autor.

A continuación y en base a los parámetros de España, ya que en Ecuador no se tienen datos para ello (y aunque pueden calcularse, eso estaría fuera de los límites de este trabajo), se cuantifica, según Reyes et al. (2007) el impacto ambiental de la edificación de viviendas, a través de la medida de los flujos de energía, agua, materiales y residuos.

La energía. La fabricación de los materiales necesarios para construir un metro cuadrado de edificación estándar puede suponer una energía equivalente a 5.754 MJ (Mega Joules) que equivalen a unos 150 litros de gasolina. El uso del mismo edificio, en condiciones habituales, durante el período de un año y también expresado por metro cuadrado puede llegar a los 473,5 MJ, que representan unos 12 litros de gasolina. Considerando la energía del uso del edificio para una vida útil de 50 años y sumándola a la de producción de los materiales, se llega a un valor total de 29.429 MJ/m² o bien 755 litros de gasolina/m². Una forma sencilla de representar el consumo de energía de un edificio sería imaginar casi 5 barriles de petróleo (tipo Brent) por cada metro cuadrado de superficie.

El agua. En una vivienda convencional cada día ingresa un volumen promedio de 140 litros de agua potable por persona, de la que más del 90% se utiliza solamente como un vehículo para transportar ciertos residuos lejos del hogar. En efecto, apenas un 10% del agua purificada que consumimos se bebe o se utiliza para cocinar, aunque toda ella acaba convertida en agua residual y por tanto no es apta para ningún otro uso, debiendo ser depurada antes de devolverse al ciclo hidrológico, desde donde será captada nuevamente. Una manera simple de representar este consumo es pensar que, cada día, cada persona consume alrededor de dos veces su propio peso en agua.

Los materiales. La construcción de un metro cuadrado habitable de edificación estándar, haciendo de momento abstracción de los consumos debidos a mantenimiento y rehabilitación durante la vida útil de los edificios, supone la utilización de 2.500 kg de materiales que ingresan directamente a la obra, con una gran cantidad de impactos ambientales asociados. Si además consideráramos la mochila ecológica –la cantidad de residuos que han sido generados durante la extracción de las materias primas y la fabricación de los productos- el valor original debería multiplicarse al menos por tres, con lo que llegaría una cifra de 7.500 kg/m². Si tomáramos como referencia al hormigón, cuya densidad es de 2.500 kg/m³, el peso de los materiales más la mochila ecológica correspondiente a un metro cuadrado de construcción representaría tres

metros cúbicos de ese material, una cantidad suficiente para rellenar todo el volumen del edificio.

Los residuos. Actualmente la construcción, el mantenimiento y el derribo de edificios implican una cantidad de residuos equivalente a 3kg por persona y por día, de los que apenas se recicla entre un 10 y un 15%. Los residuos domésticos, por su parte, representan 1,7 kg también por persona y día, con una tasa de reciclaje que oscila alrededor del 20%. El consumo energético de los edificios, señalado anteriormente, representa la generación de aproximadamente 2kg de gas CO₂, nuevamente por persona y día.

Supongamos que cada mañana debiéramos salir de casa llevando nuestros propios residuos, que suman 6,7 kg. Sería algo trabajoso pero podríamos hacerlo, aunque como hemos olvidado el agua, en realidad deberíamos cargar con unos 150kg. No podríamos ni con nuestros propios residuos.

Este ejemplo sirve para concluir que deben formularse estrategias para la mejora ambiental de la edificación. En primer lugar se encuentra **la reducción de la demanda** (1), que representa la eliminación de todo consumo innecesario. Seguidamente tenemos a **la eficiencia en el uso** (2), o la elección de los sistemas que prestan un determinado servicio con el menor consumo posible. Luego es cuando tiene sentido hablar del **aprovechamiento de los recursos locales** (3), que representa el uso adecuado de los recursos que ofrece el entorno inmediato, tantas veces ignorado. En penúltimo lugar podríamos ubicar al **reciclaje** (4) que no necesita de mayores explicaciones y finalmente citaremos al rescate del impacto generado (5) que viene a significar una **compensación en el desequilibrio causado**.

Para las preguntas que se presentan a continuación, los números de arriba corresponden abajo a las soluciones o estrategias propuestas.

¿Cuánta energía gasta una vivienda?

Mucha, hasta el 15% de toda la que consume nuestra sociedad. Sin embargo evitando el consumo innecesario con mejores aislamientos, utilizando la inercia térmica y carpinterías adecuadas (1); mejorando el rendimiento de los aparatos de clima, iluminación y electrodomésticos (2); aprovechando las condiciones del clima natural mediante la ventilación

natural y la captación de energía solar (3); escogiendo energía de reciclaje como el biogás (4) y haciendo la rehabilitación energética de edificios (5) es posible ahorrar hasta el 40-60% de ella.

¿Cuánta agua consume una vivienda?

Mucha, hasta el 16% de toda la que gastamos. Sin embargo, evitando el consumo innecesario mediante riego eficiente y aparatos sanitarios de bajo consumo (1); utilizando grifería y descargas de inodoro con reducción de caudal (2); captando y aprovechando el agua de lluvia (3); reciclando las aguas grises (4) y haciendo depuración natural (5) es posible ahorrar hasta el 70% de ella.

¿Cuántos materiales gastan una vivienda?

Muchos, conjuntamente con el resto de la edificación hasta el 25% de las extracciones totales de recursos minerales del planeta. Sin embargo, ajustando los elementos constructivos estrictamente a las necesidades reales (1); diseñando soluciones constructivas que requieran una menor cantidad de materia (2); empleando materiales naturales y de origen local (3); reciclando residuos de obra y derribo (4); y comprando materiales que neutralicen residuos (por ejemplo emisiones de CO₂) (5) es posible ahorrar significativamente tanto en los materiales consumidos como en sus impactos asociados.

¿Cuántos residuos domésticos generan una vivienda?

Muchos, el 20% de todos los que genera la sociedad. Sin embargo, comprando solo aquello que va a usarse y seleccionando las opciones con mínimo embalaje (1); escogiendo productos de alta durabilidad y adaptables a diversas necesidades (2); aprovechando la energía contenida en los desechos (3); reciclando (4) y utilizando productos reciclados (5) es posible reducir drásticamente la cantidad de residuos y aumentar la tasa de reciclaje hasta el 80%.

3.4. Fundamentación legal.

El Ecuador a partir de la Constitución de 2008 incorporó nuevos e innovadores conceptos constitucionales como los derechos de la naturaleza, el Buen Vivir, el Derecho a la Ciudad y el principio constitucional de la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad. El artículo 30 de la Constitución ecuatoriana señala que *“Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica”*.

A su vez, el artículo 340 contempla los ámbitos hábitat y vivienda, entre otros; y cuyo fin es conformar un conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguren el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la Constitución y el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo.

Este sistema debe articularse con el Plan Nacional de Desarrollo y el sistema nacional descentralizado de planificación participativa; y deberá guiarse por los principios de universalidad, igualdad, equidad, progresividad, interculturalidad, solidaridad y no discriminación; y funcionará bajo los criterios de calidad, eficiencia, eficacia, transparencia, responsabilidad y participación.

Si bien Ecuador contempla una Constitución que garantiza el derecho a la vivienda digna, los desafíos que debe afrontar son aún mayores. En el informe Nacional del Ecuador, (Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la vivienda y el desarrollo urbano sostenible, HABITAT III, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Diciembre 2015) se estimaba que al 2010 el déficit de vivienda -entendida como el número de unidades irrecuperables- era de **350,967**.

Bajo este contexto se prevé que con la Nueva Agenda Urbana el Ecuador, como los demás países a nivel mundial, cuente con una línea base que permita desarrollar políticas públicas urbanas que procuren:

- vivienda durable y permanente que proteja a sus habitantes contra condiciones climáticas adversas;

- un espacio vital suficiente, lo que significa que no más de tres personas compartan una habitación;
- acceso fácil a agua potable en cantidad suficiente y a un precio razonable; acceso a saneamiento adecuado;
- accesibilidad a transporte; tenencia segura para evitar los desalojos forzados, entre otros aspectos.

También los artículos 71, 72, 73 y 74 (ver en Anexo 3) del capítulo séptimo, de la **Constitución de la República del Ecuador** establecen el marco legal de los derechos de la Naturaleza. Por ejemplo, el Art. 71 establece que:

“La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.” (Constitución de la República de Ecuador, 2015)

En la **Ley de Gestión Ambiental** (2014) se señalan los límites permisibles, el control y las sanciones, también establece los niveles de participación del sector público y el sector privado, establece obligaciones y responsabilidades medio ambientales, que se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías ambientales sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

En el capítulo IV: De la participación de las instituciones del estado, el artículo 13 de la Ley de Gestión Ambiental establece que:

“Los consejos provinciales y los municipios, dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y a la presente Ley. Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales

Protegidas para determinar los usos del suelo y consultarán a los representantes de los pueblos indígenas, afroecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica.” (Ley de Gestión Ambiental, 2014)

En el capítulo I: De la planificación, el artículo 16 (ver también Anexo 3) establece la obligatoriedad del cumplimiento de los planes de ordenamiento:

“El Plan Nacional de Ordenamiento Territorial es de aplicación obligatoria y contendrá la zonificación económica, social y ecológica del país sobre la base de la capacidad del uso de los ecosistemas, las necesidades de protección del ambiente, el respeto a la propiedad ancestral de las tierras comunitarias, la conservación de los recursos naturales y del patrimonio natural. Debe coincidir con el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio. El ordenamiento territorial no implica una alteración de la división político administrativa del Estado.” (Ley de Gestión Ambiental, 2014)

Capítulo IV

4. Metodología.

Sabemos que cada ciudad tiene un metabolismo propio y no existe una regla general aplicable a todas las ciudades, pero sí pueden establecerse directrices que nos permitan identificar un “modelo” más sustentable. También sabemos que el 70% de los edificios que conforman la ciudad están formados por casas. Esto condiciona el camino (el método) propuesto para la investigación ya que es necesario un enfoque contextualizado, orientado al descubrimiento de hipótesis en algunos casos, con una visión holística para entender el problema de la vivienda en Loja haciendo énfasis a propuestas sustentables.

Por otra parte, cuando se estudia la ciudad, ésta podría ser clasificada como compacta y difusa; si eso fuese así en la realidad, estos dos modelos de ciudades hacen conveniente utilizar un **enfoque predominantemente cualitativo** (tipología edificatoria, el espacio verde, transporte, multiplicidad, etc.) aunque no se descarta un enfoque cuantitativo para sopesar qué usos hacemos de los recursos y cuáles son los indicadores que nos advierten cómo reaccionan los dos modelos ante éstos, para tomar las medidas necesarias hacia un modelo más sostenible (sustentable).

La modalidad básica de la investigación es bibliográfica y documental, que permita ampliar y profundizar el enfoque desde la sostenibilidad sobre los dos grandes temas que se abordan en este trabajo (ciudad y arquitectura-vivienda) desde la visión de diversos autores. Entendiendo que aunque este trabajo no presenta soluciones para el problema de la ciudad, entiende el tema de la vivienda como una parte de los problemas de la misma.

Las visitas al terreno donde se proyectará el conjunto residencial hacen que la modalidad tenga características de campo y aunque propicia ciertas ideas para la experimentación no lo hace a través de la manipulación de variables, más allá de aquellas necesarias para obtener un proyecto arquitectónico viable y consecuente con los lineamientos sustentables. Su formulación y ejecución se apoya en investigaciones (citadas en el marco teórico) de tipo documental, de campo (visitas al terreno) y tiene como objetivo un diseño (que se refleja en la propuesta) que incluye y fusiona ambas modalidades.

Se debe aclarar que este trabajo no recoge valores ni establece parámetros, aunque si los utiliza o cita para acercarse al problema de la vivienda hasta un nivel explicativo y descriptivo, descubriendo las causas y aproximándose a aquellos factores que determinan ciertos comportamientos o tendencias.

Con lo cual, también se justifica la utilización de referentes, ya que contienen información valiosa relacionada con un determinado paradigma o problema a resolver.

En arquitectura, los referentes tienen que ver con aquellas obras maestras realizadas por algún arquitecto de renombre, de las que se puede aprender una importante lección. Por ello, los referentes son uno de los medios más eficaces para la transmisión de conocimiento. (Casakin, 2005)

Existen ejemplos de edificios con un bajo impacto ecológico que no pueden, por definición, ser reproducidos (tal cual). Efectivamente, cada respuesta es única y corresponde a un único emplazamiento, un único programa, una única cultura. (Jourda, 2012)

Pero su estudio nos permite aproximarnos y establecer criterios que puedan ser implementados en una propuesta nueva.

4.1 Proyectos sostenibles.

La primera aproximación que se hace al respecto, es un grupo de ejemplos que formaron parte de una exposición realizada en Madrid (España) en julio del año 2010 denominada “*Hacia otras arquitecturas 24 proyectos sostenibles*”, dirigida (comisariada) por Luis De Garrido. Fue un montaje en el cual De Garrido seleccionó los trabajos de los estudios de Rafael de la Hoz, Jonathan Hines, Mario Cucinella, Luis de Garrido, Emilio Ambasz, David Kirkland, Antonio Lamela, Richard Rogers, Ken Yeang, Ortiz+León, Norman Foster y MVRDV.

Los proyectos tienen diferentes localizaciones, alrededor del mundo: España, Reino Unido, China, Brasil, Italia, Japón, México, Singapur, Emiratos Árabes, Alemania. En ellos se explicaba de forma gráfica y visual en qué consiste la arquitectura sostenible, a qué problemas

da solución, y cómo satisface las necesidades de sus ocupantes sin que por ello se comprometa su bienestar ni el desarrollo de las generaciones venideras.

Las figuras siguientes (Figuras 16, 17 y 18), están acompañadas de imágenes y una breve descripción del proyecto. Son útiles para un primer acercamiento en el tema de proyectos de sostenibilidad de tipologías variadas (aeropuertos, parques industriales, edificios de oficinas, viviendas, incluso proyectos de ciudades ecológicas y autosuficientes) de gran escala, desarrollados por grandes y reconocidos estudios de arquitectura a nivel mundial.

El Distrito C Telefónica (en Madrid, España) diseñado por Rafael de la Hoz está compuesto por cuatro módulos recubiertos de placas fotovoltaicas que suministran el 18% del consumo del complejo. Están situados delicadamente sobre un entramado de patios, plazas y atrio envueltos en una dinámica doble fachada. Entre los módulos se tiende un toldo o cubierta medioambiental que engloba, cubre y delimita el perímetro del Campus.

En la Sede Repsol (en Madrid, España) los edificios se distribuyen creando una atmósfera similar al claustro de un monasterio. Contempla un alto porcentaje de materiales de construcción reciclables y renovables, el uso de energías alternativas, la reutilización de aguas pluviales, el sembrado de plantas autóctonas de bajo mantenimiento y riego, y una mínima contaminación lumínica. Igualmente fomenta el empleo de vehículos de baja emisión (bicicletas, coches eléctricos, híbridos y de alta ocupación).

El edificio Génesis Centre (en Tauton, Reino Unido) diseñado por Jonathan Hines, es un centro de conferencias, un proyecto muy ambicioso que quiere captar el interés de la industria de la construcción sostenible. Está basado en una serie de pabellones independientes e interconectados, de manera que los diferentes materiales y métodos constructivos como la tierra, paja, arcilla, madera y agua puedan combinarse. La calefacción utiliza biomasa, el agua caliente energía solar térmica, y placas fotovoltaicas para la electricidad.

Otro proyecto de Hines es la escuela de St. Luke (en West Midlands, Reino Unido) diseñada con los condicionantes previos de ser altamente eficiente, tener un bajo consumo energético, estar naturalmente ventilada y que resultara un espacio saludable y confortable. Es la primera escuela en Gran Bretaña en obtener la calificación “Excelente BREEAM” y en lograr una reducción del 60% de las emisiones de carbono.

Mario Cucinella presentó un prototipo llamado Viviendas 100K que es un diseño atractivo de viviendas donde ha tenido en cuenta el bajo precio, materiales de alta calidad y cero emisiones de CO₂. Este complejo produce energía a través de una serie de estrategias que lo convierten en una máquina bioclimática eficiente. Se han seleccionado métodos constructivos utilizando prefabricados y tablas de yeso para reducir costes.

Figura 17. Exposición “Hacia otras arquitecturas 24 proyectos sostenibles” Parte 2/3

<h2>Richard Rogers</h2> <h3>Campus Palmas Altas</h3> <p>Sevilla, España</p> <p>Propone un nuevo modelo de parque empresarial, con un carácter más urbano y más integrado en el entorno. El proyecto está compuesto por siete edificios disueltos a ambos lados de un espacio central concebido como una sucesión de plazas, cuya escala remite a la intimidad de los típicos patios andaluces en vez de a las espaciosas verdes abiertos habituales en los parques de negocios. Se ha creado una serie de espacios exteriores semisoterrados que pueden ser ocupados todo el año. Las fachadas acristaladas tienen un travesaño horizontal flotante de aluminio que consigue la máxima entrada de luz. Como protección solar se emplea un sistema de toldos móviles, de aluminio anodizado, que se levanta y baja en función de cada edificio. En el diseño se han considerado varios criterios de ahorro energético como la configuración de la parcela, la orientación, la geometría de los edificios, el diseño de la envolvente del edificio o la selección de materiales.</p>		<h2>Asamblea Nacional</h2> <p>Gales, Cardiff, Reino Unido</p> <p>El edificio encarna los valores democráticos de apertura y participación ciudadana, con un espacio abierto alpinos en edificios públicos. Su avanzado diseño mediambiental es el nuevo modelo a seguir para los edificios públicos británicos. El concepto de apertura se acorta con la transparencia del edificio. Elevadas sobre una base de pizarra, las fachadas presentan aberturas por las que la luz del sol penetra hasta los espacios administrativos del nivel inferior. El vestíbulo público recibe ventilación natural que minimiza el uso de aire acondicionado. Los intercambiadores de calor aprovechan al máximo las posibilidades del sistema de calefacción, mientras que una gran terraza que ocupa el 10% de la cubierta sujeta el flujo de aire fresco en verano. El diseño consigue así un importante ahorro de energía en comparación con edificios públicos tradicionales.</p>
<h2>Antonio Lamela</h2> <h3>Terminal 4 Barajas</h3> <p>Madrid, España (En colaboración con Richard Rogers)</p> <p>Con más de 1 millón de metros cuadrados, construido, trata de dar respuesta tanto a los problemas medioambientales y bioambientales como a la adecuación a su función, uniendo muy presente la eficiencia energética y un menor consumo de energía. Es el mayor proyecto mundial que incorpora el cambio como solución natural y sostenible. La industrialización de su diseño permite reparar y sustituir sus elementos con gran facilidad. Destacan los grandes patios lineales de luz que optimizan la entrada de luz natural, lo que sumado a las constantes referencias naturales en el edificio hace que no pierda su calidad del espacio pese a su gigantesca magnitud.</p>		<h2>Contact Center</h2> <p>Querétaro, México</p> <p>Perteneciente al Banco de Santander se concibe el <i>call center</i> más avanzado del mundo, compuesto por tres módulos y con capacidad para dos mil posiciones. La propuesta plantea una clara separación entre dos de los módulos: uno a ras de suelo y pesado se inspira en la arquitectura tradicional mexicana, y otro elevado y ligero representa el presente y el futuro tecnológico. Tres grandes patios perforan el edificio en toda su altura para incorporar luz natural. Una gran plaza central proporciona ventilación cruzada y una cierta pausabilidad, y una línea de agua, al evaporarse, refresca el aire del interior del edificio a pesar del grado de exposición que recibe. Estas estrategias bioclimáticas en el diseño del edificio junto con su elevada inercia térmica, reducen el consumo de energía, sin recurrir a un uso confortable en todas las épocas del año. Una de sus claves es potenciar la escala humana para hacer más placentera la estancia de empleados y visitantes.</p>
<h2>David Kirkland</h2> <h3>Headlands House</h3> <p>Hertfordshire, Escocia, Reino Unido</p> <p>Esta casa es una muestra de cómo combinar la técnica tradicional de construcción en ladrillo con otras artesanales y materiales locales para ofrecer soluciones bellas y contemporáneas que sean ecológicas, social y económicamente sostenibles. El proyecto mezcla la tecnología punta con la mano de obra de la zona. En esencia, la intención de este proyecto, era producir un diseño vernáculo del siglo XXI que se acomodara a la comunidad local. Aporta soluciones de bajo consumo energético que incluyen captación de calor solar y un sistema de intercambio de calor soterrado. El edificio tiene un magnífico aislamiento y utiliza un sistema de calefacción que aprovecha al máximo la energía que una óptima calidad del aire en el interior, como por ejemplo, la estructura de cables y arco inglés. El techo verde contribuye al oxígeno local y ayuda a controlar las escorrentías de agua, que se vierten en una zona de humedales artificiales, que a su vez reciclan las aguas vertidas.</p>		<h2>Fort William</h2> <p>Aberdeen, Escocia, Reino Unido</p> <p>La ciudad de Fort William se encuentra en un punto estratégico de las tierras altas del oeste de Escocia y es una importante sede de eventos deportivos. Por ello se ha decidido construir un conjunto arquitectónico de hoteles, oficinas, comercios, centros culturales y viviendas que constituya la entrada más importante a Escocia por mar. Además dispone de un puerto deportivo y de una terminal de cruceros. La forma circular del conjunto permite crear un microclima agradable que garantiza su uso social todo el año a pesar de las bajas temperaturas invernales. El edificio se apoya en un sistema de calefacción sostenible, ultraligero, y se ha dotado de una gran inercia térmica al conjunto. Los espacios tienen una doble orientación, de tal modo que se calientan en invierno, y al exterior en verano, con el fin de calentarse o refrescarse. El conjunto se ha construido con elementos prefabricados, y utiliza la energía de las mareas como principal fuente de energía.</p>
<h2>Emilio Ambasz</h2> <h3>Edificio Eni</h3> <p>Roma, Italia</p> <p>Conocido como el “Palacio de los jardines verticales”, es el resultado de una transformación radical de la sede de la empresa ENI. El edificio original de la petrolera italiana, construido en 1953, no era demasiado funcional, y su fachada se había deteriorado. Estos problemas fueron la base para el diseño de este nuevo complejo arquitectónico. Sus principales características residen en el rediseño de las fachadas orientadas al este y al oeste, que confieren al edificio la imagen de un verdadero jardín vertical, de veinte pisos de altura, que cambia de aspecto con las estaciones, y a la vez la provisión de la radiación solar directa en los espacios interiores. El proyecto también incluye estrategias para resolver los problemas ecológicos, así como los problemas de la reducción de la pérdida de calor, quería también cambiar la imagen de esta colosal petrolera a la idea de una empresa dinámica que es sensible a los problemas del equilibrio ecológico, impulsora de una arquitectura que respeta el entorno humano y natural.</p>		<h2>Edificio Acros</h2> <p>Fukuoka, Japón</p> <p>Este proyecto combina magistralmente un uso rotundo del suelo con la necesidad ciudadana de espacios verdes abiertos. El edificio de 60 metros de altura alberga en su cubierta un sistema de terrazas que conforman un parque. Esta cubierta verde, además de oxigenar la ciudad, conserva la temperatura del edificio manteniéndola a niveles constantes -lo que incide en un bajo consumo energético- e integra el edificio con el parque adyacente. Las quince terrazas, que contienen más de 35.000 plantas de 70 especies, recogen las aguas pluviales. Cada nivel incluye un sistema de riego que aprovecha al máximo la energía solar y la acción y escape de la circulación de la ciudad, mientras que la terraza de la zozoca se convierte en un gran mirador. Las piscinas reflectantes de las terrazas están conectadas por pulverizadores de agua, que crean una cascada tipo pendiente que amansara el ruido del ambiente de la ciudad e incorpora luz difusa al interior a través de claraboyas de vidrio que separan las piscinas. Este diseño ha hecho del parque y el edificio inseparables. El edificio le devuelve a la ciudad la misma tierra que le había quitado, y permite una mayor estructura urbana para coexistir sosteniblemente con el valioso recurso del espacio público abierto. (100% construido - 100% zona verde)</p>

Fuente: Fundación CANAL (2010)
Elaborado por: Idem

El edificio Cset diseñado por Cucinella está inspirado en las lanternas chinas, utilizando pantallas de madera tradicionales, abanicos y pantallas articuladas con vidrio laminado, que varían la apariencia del edificio del día a la noche. En invierno el aire es precalentado por la doble piel de la fachada sur antes de ser climatizado, y el aire del nivel semi-soterrado es precalentado por un intercambio de calor geotérmico. En verano el aire es pre enfriado por un dispositivo ubicado en el techo cuya energía es obtenida por colectores solares, y a través de corrientes de aire naturales. El edificio está diseñado de tal modo que es capaz de almacenar energía térmica aun cuando no esté ocupado, y de reducir la potencia de los servicios instalados.

El faro Berimbau (en Río de Janeiro, Brasil) de Luis De Garrido ha sido inspirado en un instrumento musical típico de Brasil, alberga el sistema de telecomunicaciones y oficinas para los Juegos Olímpicos de 2016. El edificio es autosuficiente en el ciclo del agua, ya que obtiene el agua que necesita en acuíferos subterráneos y depura las aguas grises y de lluvia.

El otro proyecto presentado por De Garrido es Geoda 2055, que es proyecto de ampliación de la ciudad de Mondragón. El conjunto se asemeja a una “geoda” gigantesca, y cada cubo parece uno de sus cristales asomándose al exterior. Los cubos disponen de una doble piel de vidrio, que actúa como invernadero en invierno, y como protección solar en verano. Todos los elementos de los edificios se han realizado de forma industrializada y son, por tanto, fácilmente desmontables y reparables.

Emilio Ambasz propone el edificio Eni, en Roma (Italia), conocido como el “Palacio de jardines verticales”. El edificio original fue construido en 1963, no era demasiado funcional y su fachada se había deteriorado. Este proyecto es un rediseño de las fachadas orientadas al este y al oeste, que confieren al edificio la imagen de un verdadero jardín vertical, de veinte pisos de altura, que cambia de aspecto con las estaciones, y a la vez lo protegen de la radiación solar directa en verano, evitando que se caliente.

Ambasz también ha diseñado el Edificio Acros (en Fukuoka, Japón), de 60 metros de altura. Tiene en la cubierta un sistema de terrazas que configuran un parque. La cubierta verde, además de oxigenar la ciudad, conserva la temperatura del edificio manteniéndola a niveles constantes.

La Headlands House (en Hertfordshire, Escocia) de David Kirkland, combina la técnica tradicional de construcción en ladrillo con otras artesanías y materiales locales para ofrecer

soluciones bellas y contemporáneas que sean ecológica, social y económicamente sostenibles. La intención de este proyecto, era producir un diseño vernáculo del siglo XXI que se acomodara a la comunidad local. El edificio utiliza un elevado número de materiales poco procesados para garantizar una óptima calidad del aire en el interior.

La ciudad Fort William (en Highlands, Escocia) es un conjunto arquitectónico de hoteles, oficinas, comercios, centros culturales y viviendas de forma circular que permite crear un microclima agradable que garantice su uso social todo el año a pesar de sus bajas temperaturas exteriores. Los espacios tienen una doble orientación, de tal modo que se vuelcan al interior en invierno, y al exterior en verano, con el fin de calentarse o refrescarse.

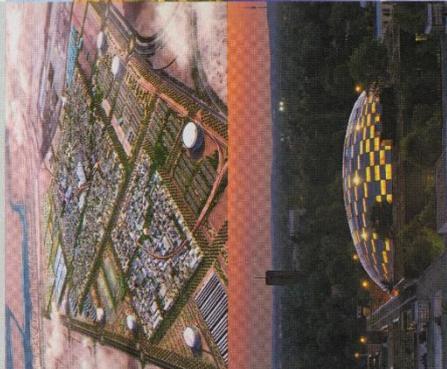
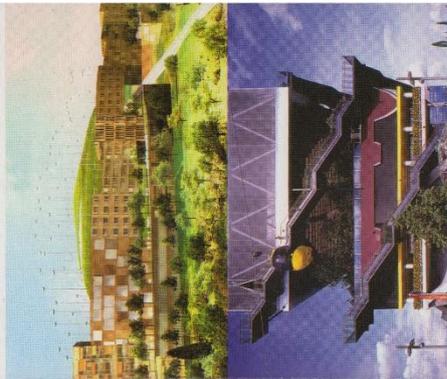
La Terminal 4 de Barajas (de Antonio Lamela + Richard Rogers) es el mayor proyecto a nivel mundial que incorpora el bambú como solución natural y sostenible.

Igualmente Lamela, ha diseñado el Contact Center en Querétaro (México) incorporando estrategias bioclimáticas en el diseño que junto a su elevada inercia térmica, reducen el consumo de energía, sin renunciar a un uso confortable en todas las épocas del año.

En el Campus Palmas Altas en Sevilla (de Richard Rogers), se han aplicado varios criterios de ahorro energético como la configuración de la parcela, la orientación, la geometría de los edificios, el diseño de la envolvente del edificio o la selección de materiales.

Rogers, en la Asamblea Nacional en Gales (Reino Unido) incorpora intercambiadores de calor que aprovechan al máximo las posibilidades del terreno como mecanismo de refrigeración, mientras que la masa térmica del basamento suaviza las fluctuaciones de la atmósfera interior, consiguiendo un importante ahorro de energía en comparación con edificios públicos tradicionales.

Figura 18. Exposición “Hacia otras arquitecturas 24 proyectos sostenibles” Parte 3/3

<p>Ken Yeang Editt Tower Singapur</p> <p>EDITT significa Ecological Design In The Tropics (diseño ecológico en los trópicos). Este edificio, además de ofrecer soluciones sostenibles como el aprovechamiento y filtrado del agua proveniente de las abundantes precipitaciones de la zona, producción de energía solar y gestión inteligente de los residuos para generar bio-gas, tiene la particularidad de estar cubierto de vegetación en un 50%. Su diseño flexible y flexible permite la reutilización y la rehabilitación de un ecosistema de alta densidad, seleccionados para no competir con otras especies de los alrededores. La vegetación de las fachadas va creando micro-climas en los diferentes niveles de la torre al subir en espiral; propicia así la migración de especies engendrando un ecosistema mayor para facilitar el refrescamiento del ambiente. Las aguas pluviales y negras son reutilizadas. El agua fluye a través de un sistema de purificación alimentado por la gravedad mediante filtros de tierra. Este edificio goza de autosuficiencia energética gracias al uso de energía solar. El viento es aprovechado para crear condiciones internas de confort mediante patios de ventilación.</p>		<p>Edificio Solaris Singapur</p> <p>Situado en el Parque Central de Investigación y Negocios de Singapur, Solaris es un comprendido de los bloques de torres separadas por un aire central ventilado de forma natural. Los pisos de oficina están conectados por pasillos que atraviesan al atrio. Cuenta con espacios abiertos interiores para proporcionar luz, ventilación y bienestar. El edificio cuenta con un sistema de recolección de agua pluvial que representa una reducción del 36%. El sistema de recogida de agua pluvial permite la irrigación del paisaje utilizando agua reciclada. El eje solar diagonal hace posible la penetración de la luz natural dentro del interior del edificio. Las cubiertas ajardinadas permiten la interacción de los ocupantes del edificio y la naturaleza. Con su extensiva eco-infraestructura, características de diseño sostenible y concepto verde vertical, Solaris busca enriquecer los ecosistemas existentes del lugar en vez de reemplazarlos.</p>
<p>Ortiz+León Sede Sanitas Madrid, España</p> <p>Este edificio alberga oficinas y zonas de aparcamiento para 400 emplazados, y logra amplios estándares medioambientales gracias a una gran calidad arquitectónica, constructiva e innovadora. Con aislamiento de doble piel en fachada y perfectamente adaptado al terreno, el edificio está orientado Norte-Sur, mientras que las fachadas Este-Oeste, ciegas y transparentes, disponen al caer. La arquitectura es prefabricada y de fácil desmontaje lo que facilita el mantenimiento y la reutilización de los materiales. El edificio utiliza materiales de bajo consumo energético. El 90% de la obra está construida con solo ocho tipos de materiales, lo que implica un alto control de residuos durante la ejecución. Dispone de un elevado nivel de ventilación, controlando permanentemente la calidad del aire. Cuenta con terrazas y cubiertas ajardinadas, y con patios interiores para ventilación e iluminación natural de todos los espacios. Pantallas de madera protegen acústicamente del ruido de la autopista y del tren. Está prevista una planta de compostaje para el reciclado de residuos.</p>		<p>Edificio Sunrise Madrid, España</p> <p>La construcción sigue una ordenación urbana con un eje Norte-Sur, con patio central, que permite la creación de un microclima fresco en verano y más protección en invierno. Los diferentes volúmenes disponen de un sistema de ventilación cruzada sectorizada, y utilizan un sistema de retirose por chimeneas que evacúa el aire caliente del interior de cada vivienda. Su alta inercia térmica en la parte interna de los muros permite mantener una temperatura constante durante todo el día. Junto con una adecuada protección solar mediante persianas abatibles, según orientación, obtienen una alta eficiencia energética. Dispone de terrazas-invernadero y de áticos con eco-terrazas (zona para plantación). Hay un patio central con jardinería autóctona y estanque de agua que permite un sistema de refrigeración por evaporación de agua y de sistemas de reciclaje para el riego de zonas verdes.</p>
<p>Norman Foster Masdar City Abu Dhabi, Emiratos Árabes</p> <p>Proyecto de ciudad ecológica y autosuficiente en el desierto de Abu Dhabi, será la primera ciudad libre de CO₂. La ciudad se desarrolla bajo tierra a través de laberintos que juegan con la incidencia de la luz y la ventilación. Más abajo, el agua evaporada consigue una temperatura templada constante en un entorno desértico. El suelo está recubierto de plantas que generan una capa que evita la erosión. La ciudad está proyectada no solo para reducir el consumo de energía, sino también para producir energía. El edificio genera energía solar y eólica. Basándose en la cultura y las tradiciones locales, los estilos y procesos de construcción y paisajismo toman en consideración la fragilidad de los ecosistemas de la zona. Se explora detalladamente cada avenida para asegurar el suministro de agua. El esquema de la ciudad y sus ecosistemas naturales promueven un estilo de vida saludable con una elevada calidad de vida</p>		<p>Free University Berlín, Alemania</p> <p>El proyecto alarga la restauración de los edificios modernistas y la creación de una nueva biblioteca para la facultad de Filología, en la que nos encontramos. La nueva biblioteca ocupa un espacio creado por la unión de 6 de los patios centrales de la universidad. Sus cuatro pisos están contenidos dentro de un espacio a modo de burbuja, naturalmente ventilada y recubierta de aluminio y paneles de vidrio superpuestos en la verticalidad y recubierta de aluminio y paneles de vidrio superpuestos en la verticalidad. La burbuja filtra la luz solar, proporciona iluminación natural e indirecta y crea una atmósfera de concentración, mientras abstrusa ocasionalmente permiten vislumbrar la luz solar. Las estanterías están ubicadas en el centro de cada piso, con terrazas de lectura organizadas alrededor del perímetro. El perfil serpenteante de los pisos crea un patrón en donde cada piso se acerca o retrocede con respecto al que está por encima de él, generando una secuencia de espacios generosos, variados de luz donde se pueda trabajar. Consecuentemente la forma crucial de la biblioteca le ha heredado su apodo de "El Grano de Berlín".</p>
<p>MVRDV Eco-ciudad Mentecarlo, Logroño</p> <p>En 2007 MVRDV ganó, junto con la oficina española GRAS, el concurso para el desarrollo urbano sostenible de un área cercana a la ciudad de Logroño. El programa consiste en un nuevo barrio de 56 hectáreas con 3.000 viviendas sociales, escuelas e instalaciones deportivas, que consigue cero emisiones de CO₂. Su orientación al sur permite que la energía solar se genere fácilmente. Un riego de paneles fotovoltaicos resiste la monotonía. Sobre las cunas, los edificios de gran generalización se elevan sobre un paisaje verde. El 100% de la demanda energética es generado por una combinación de energía solar y eólica. Solo el 10% del suelo estará ocupado por los edificios. El espacio restante se convertirá en un ecoparque, una mezcla de paisaje y producción de energía.</p>		<p>Pabellón de Holanda Expo Hannover 2000, Alemania</p> <p>El propósito del pabellón era mostrar cómo puede un país sacar el máximo partido de un espacio pequeño y limitado, y fomentar su crecimiento estratificado en varios niveles. El edificio de 40 metros de alto está compuesto por seis patios meridianos apilados en sendos niveles - las dunas, la agricultura, las grutas, los bosques, la lluvia y el agua - que juntos forman un eco-sistema independiente. Cada uno de los patios tiene un propósito específico: el agua, la lluvia y el agua de los servicios del edificio; el agua y la energía eólica en la cubierta; las plantas de producción de biomasa como combustible alternativo que producen alimentos y limpian el agua en la agricultura, o el nivel del bosque que alberga robles de quince metros sobre los que apoyan los pisos superiores. El aire caliente generado en el auditorio se reutiliza para la calefacción. La ventilación natural ayuda a controlar la temperatura, el olor y la humedad. El concepto subraya la creación de un equilibrio sostenible entre el espacio creado por el hombre, la naturaleza y la tecnología.</p>

Fuente: Fundación CANAL (2010)
Elaborado por: Idem

La torre EDITT (o Editt Tower, de las siglas en inglés EDITT: Ecological Design In The Tropics, que significa diseño ecológico en los trópicos) es un edificio diseñado por Ken Yeang, con soluciones sostenibles como el aprovechamiento y filtrado del agua proveniente de las abundantes precipitaciones de la zona, aprovecha el viento para crear condiciones internas de confort mediante paredes de ventilación, hace una gestión inteligente de los residuos para generar bio-gas, tiene la particularidad de estar cubierto de vegetación en un 50%.

El edificio Solaris (en Singapur) es un edificio de oficinas diseñado con bajo consumo energético (una reducción del 36%), tiene un sistema de recogida de agua pluvial para la irrigación del paisajismo utilizando agua reciclada. Las cubiertas ajardinadas permiten la interacción de los ocupantes del edificio y la naturaleza.

La sede Sanitas (en Madrid) es un edificio de oficinas diseñado por Ortiz + León, que utiliza materiales de bajo consumo energético. La arquitectura es prefabricada construida con ocho tipos de materiales, lo que implica un alto control de residuos durante la ejecución, siendo también de fácil desmontaje lo que facilita el mantenimiento y el futuro reciclaje. Tiene un aislamiento de doble piel en fachada, el edificio está perfectamente adaptado al terreno y orientado Norte-Sur, mientras que las fachadas Este-Oeste, ciegas y transventiladas, disipan el calor.

El edificio Sunrise (en Madrid) sigue la ordenación urbana con un eje Norte-Sur, con patio central, que permite la creación de un microclima fresco en verano y más protegido en invierno. Las diferentes viviendas disponen de un sistema de ventilación cruzada sectorizada, y utilizan un sistema de refresco por chimeneas que evacúan el aire caliente del interior de cada vivienda.

El proyecto de ciudad ecológica y autosuficiente propuesto por Norman Foster en el desierto de Abu Dhabi, será la primera ciudad libre de CO₂. Proyectada no sólo para reducir el consumo de energía, sino también para reutilizar, reciclar y convertir los desechos en fuentes de energía alternativa y renovable. El esquema de la ciudad y sus ecosistemas naturales promueven un estilo de vida saludable con una elevada calidad de vida.

El otro proyecto realizado por Norman Foster es la nueva biblioteca en Free University (en Berlín, Alemania), es un edificio de cuatro pisos que están contenidos dentro de un espacio a modo de burbuja, naturalmente ventilada y recubierta de aluminio y paneles de vidrio

soportados en armaduras de acero con geometría radial. Una membrana interna traslúcida filtra la luz solar, proporciona iluminación natural e indirecta, y crea una atmósfera de concentración, mientras aberturas ocasionales permiten vislumbrar la luz solar.

El estudio holandés MVRDV junto con la oficina española GRAS, en 2007 ganó el concurso para el desarrollo urbano sostenible de un área cercana a la ciudad de Logroño (España). Consiste en un nuevo barrio de 56 hectáreas con 3.000 viviendas sociales, escuelas e instalaciones deportivas, que consigue cero emisiones de CO₂. El 100% de la demanda energética es generado por una combinación de energía solar, las montañas están revestidas de paneles fotovoltaicos y por energía eólica, ya que sobre las colinas, los molinos de viento generan parte de la energía necesaria para las viviendas sociales.

Este mismo estudio, en la Expo Hannover 2000 en Alemania, diseñó el pabellón de Holanda. Es un edificio de 40 metros de altura, compuesto por seis paisajes neerlandeses (las dunas, la agricultura, las grutas, los bosques, la lluvia y el dique) que contribuyen a la creación del ecosistema y suministro de los servicios del edificio.

La reseña de la exposición *“Hacia otras arquitecturas 24 proyectos sostenibles”* es una primera aproximación a este tipo de proyectos que aportan “soluciones verdes”, es una primera aproximación y conocimiento general de nombres de estudios, arquitectos, proyectos involucrados, técnicas y materiales que utilizan.

A continuación se estudian con más detalle una selección dentro del tipo de edificio de vivienda, dos proyectos de Arquitectura Sostenible:

- **100K House** de Mario Cucinella Arquitectos (MCA).
- **Edificio SUNRISE: 135 Viviendas de Protección Oficial (VPO)** de Fielden Clegg Bradley (FCB) con Iñigo Ortiz y Enrique León.

4.2 Mario Cucinella Arquitectos (MCA) / 100K House

Un proyecto capaz de devolver el placer del habitar y pagar el coste de la inversión con la energía que auto-produce. La investigación está enfocada en el diseño de una casa de 100 m²

con CERO emisión de CO₂, gracias a la planta fotovoltaica arquitectónicamente integrada, cuya superficie capta energía solar para los meses de invierno, la circulación interna del aire para los meses de verano, y todas las estrategias pasivas adaptables para convertir el edificio en una **máquina bioclimática**.

Figura 19. Infografía del proyecto 100K House



Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)
Elaborado por: Idem

La limitación de los costes de realización es en cambio confiado al uso del prefabricado ligero y flexible: elementos estructurales, aparatos técnicos, amueblado como paredes/paneles correderos-desmontables-flexibles para la división interna de los espacios.

También un sistema de cerramiento o relleno mono-bloque hecho de componentes sustituibles que pueden variar el aspecto externo, pero también garantizan una extensión de lo interno (balcones, terrazas, logias, etc.).

a) La geometría

El proyecto 100K House tiene una forma edificatoria abierta (Ver Figura 20) en superficie, como agrupación de tipos de vivienda con pequeñas variantes, el acceso en vez de un rellano central, se hace a través de un corredor longitudinal en cada uno de los niveles de acceso unidos entre sí, constituyéndose en pasillos exteriores que comunican a todas las viviendas.

Figura 20. Planta de conjunto del proyecto 100K House.



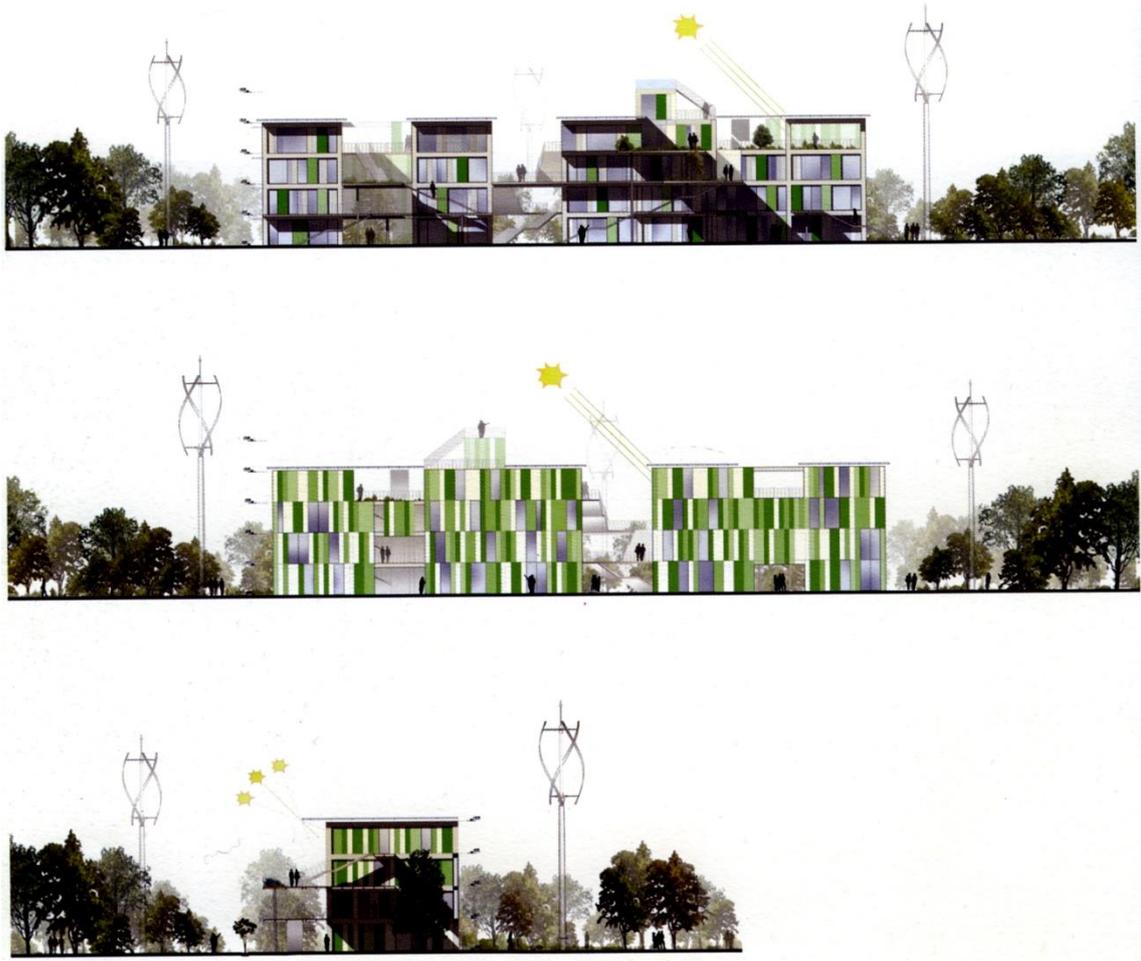
Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)

Elaborado por: Idem

b) El plan funcional

La propuesta apuesta por espacios interiores flexibles (superficie de cada vivienda: 100 m²), con gran fluidez hacia el exterior. Utiliza un sistema de pasarelas y balcones para las circulaciones exteriores. Ver Figura 21, Figura 22 y Figura 23.

Figura 21. Elevaciones del proyecto 100K House.



Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)
Elaborado por: Idem

Figura 22. Planta arquitectónica del proyecto 100K House



Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)
Elaborado por: Idem

Figura 23. Infografía del proyecto 100K House.

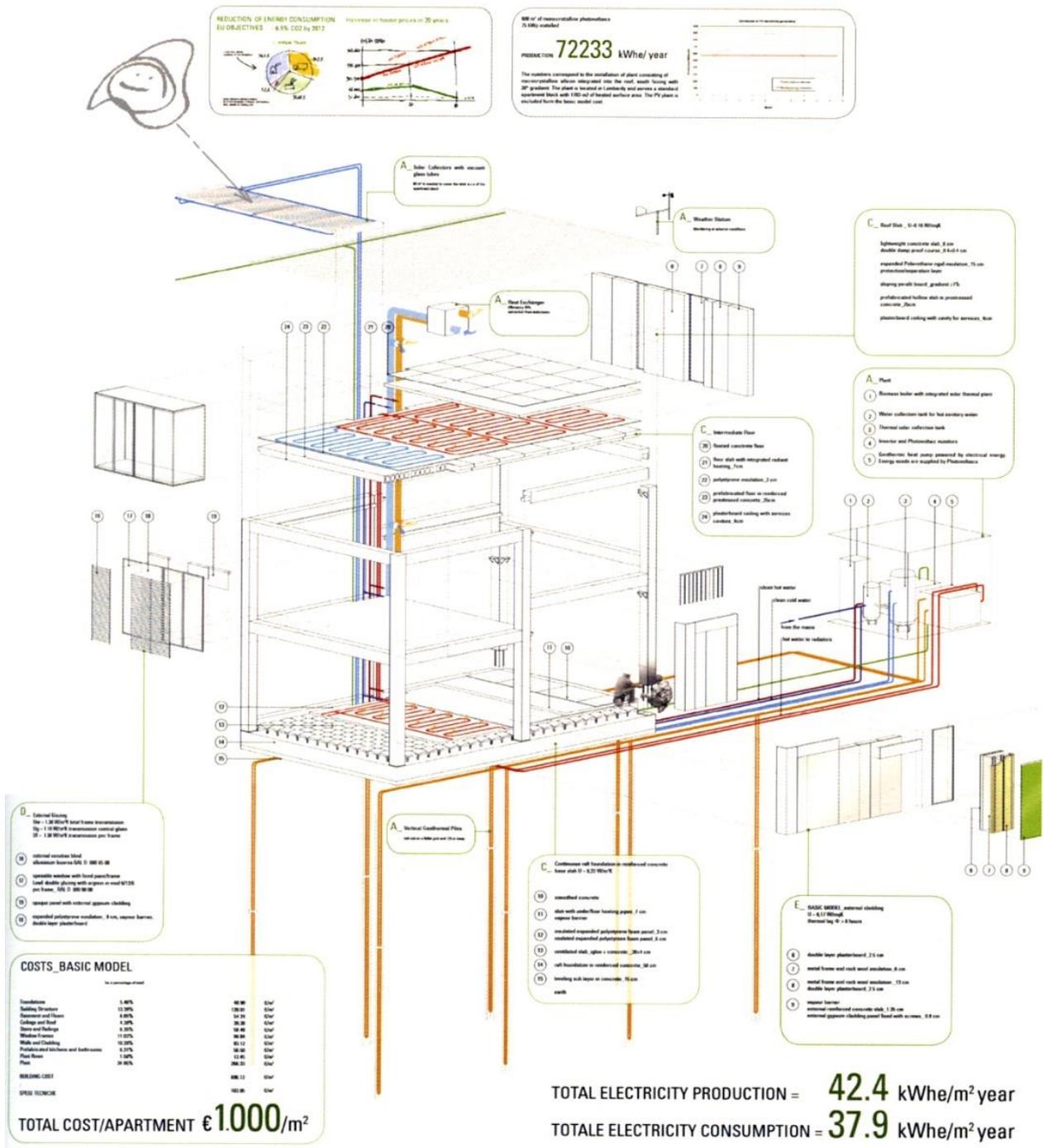


Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)
Elaborado por: Idem

c) El plan de construcción

Está compuesto de paneles prefabricados y materiales ligeros de acero y vidrio.

Figura 24. Instalaciones del proyecto 100K House.

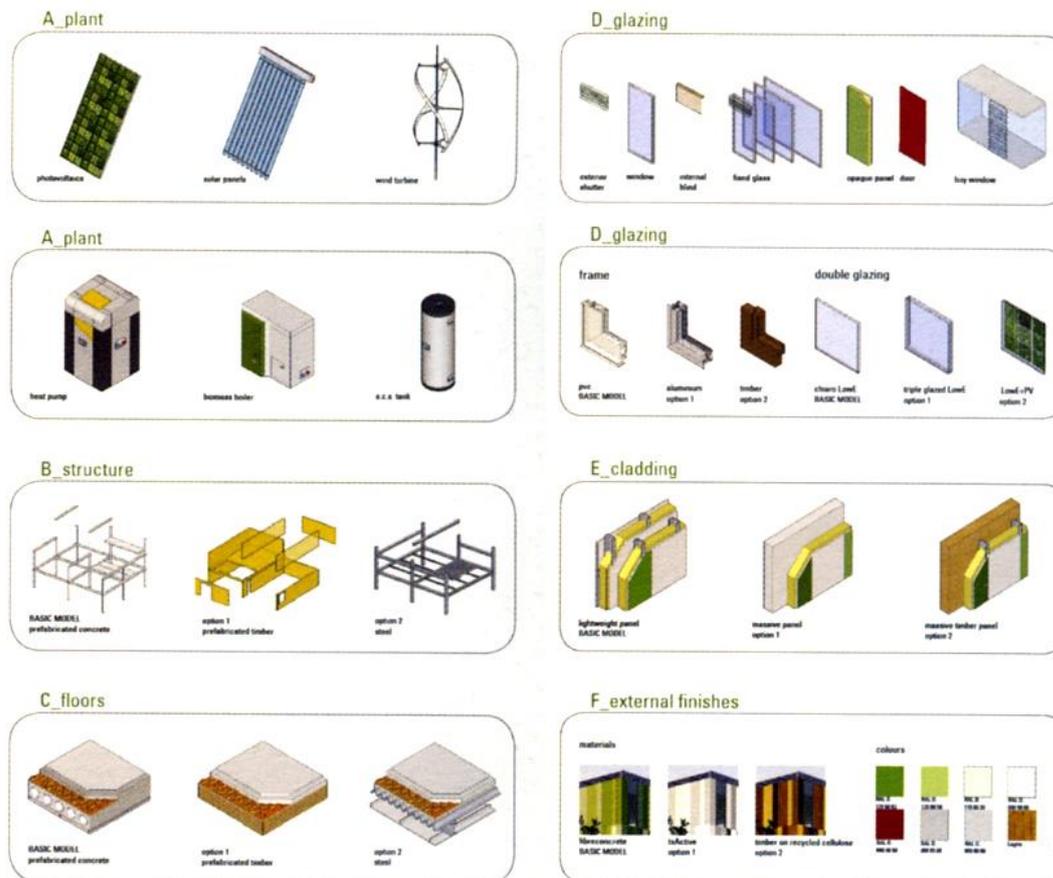


Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)
 Elaborado por: Idem

d) El plan estructural

Es un sistema estructural de acero, conformado por marcos. Este sistema adoptado permite flexibilidad y libertad proyectual para la distribución de las viviendas, que pueden tener probabilidad de crecimiento y cambios de función o de cargas.

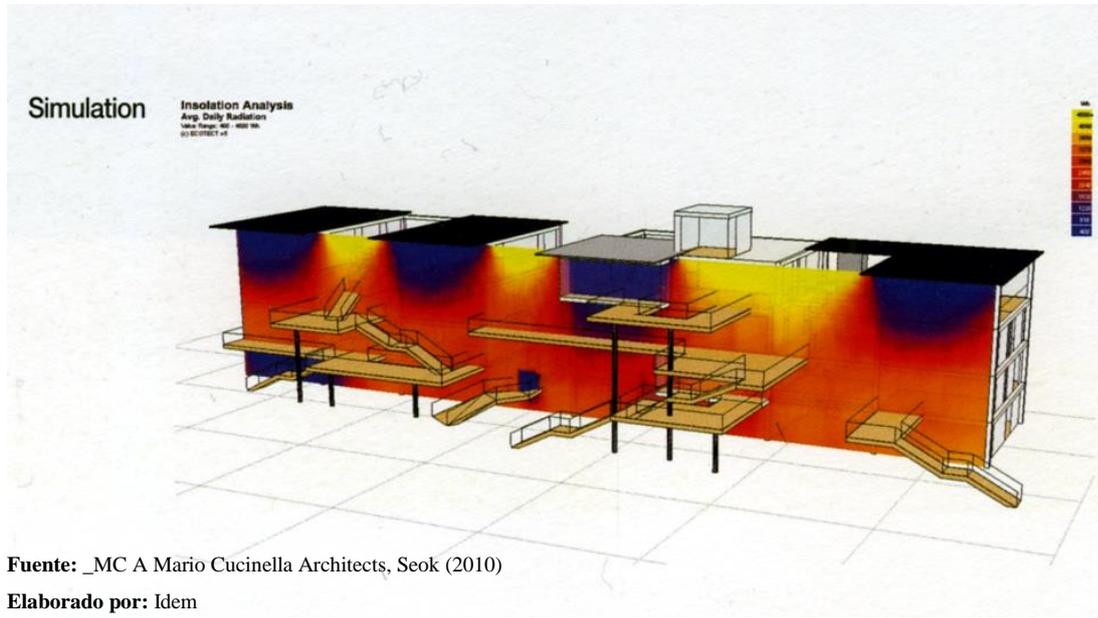
Figura 25. Estructura del proyecto 100K House.



Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)
Elaborado por: Idem

e) Acondicionamiento Ambiental

Figura 26. Análisis de insolación del proyecto 100K House.



En el proyecto se proponen las siguientes técnicas de diseño pasivo:

- Enfriamiento a través de circulación de aire en verano, y calentamiento en sus espacios para aminorar los gastos energéticos durante los períodos más fríos.
- Sistemas artificiales de generación energética con paneles fotovoltaicos que cubren parte del exterior del edificio, y aspas eólicas de alta eficiencia.
- Sistemas de recolección de aguas lluvia para reducir el consumo y aumentar el ahorro.

Estrategia ambiental de invierno. Cero emisiones de CO₂. Óptima orientación. Aportes solares. Membranas adecuadamente aisladas. Equipamiento solar y eólico. Bomba de calor geotérmica. Caldera de biomasa. Recolección de aguas lluvias. Movilidad limpia. (Ver Figura 27).

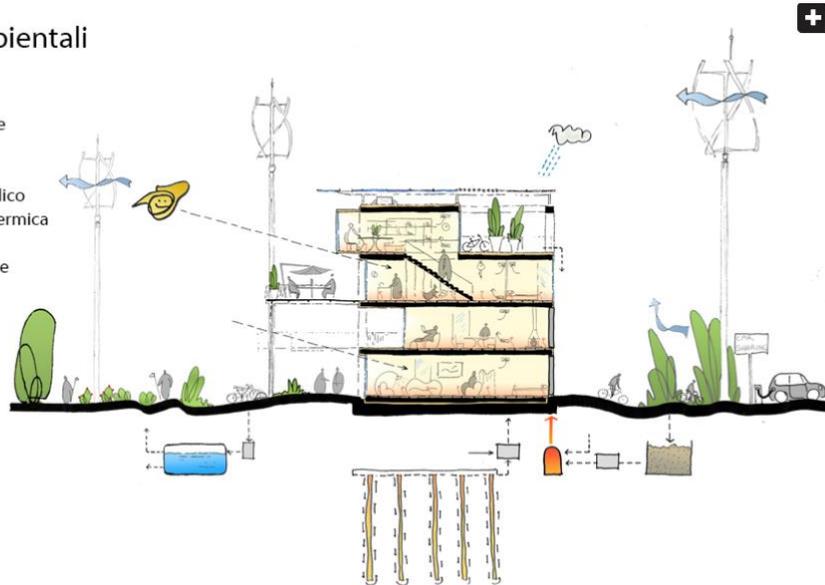
Estrategia ambiental de verano. Cero emisiones de CO₂. Óptima orientación. Protección solar. Equipamiento solar y eólico. Bomba de calor geotérmica. Caldera de biomasa. Recolección de aguas lluvias. Movilidad limpia. Huertos urbanos – comida 0 Km. Inercia térmica. Espacios verdes. (Ver Figura 28)

Figura 27. Esquema de estrategia ambiental de invierno

strategie ambientali

inverno

zero emissioni di CO₂
 orientamento ottimale
 apporti solari
 involucro ben isolato
 impianto solare ed eolico
 pompa di calore geotermica
 caldaia a biomassa
 raccolta acque piovane
 mobilità pulita



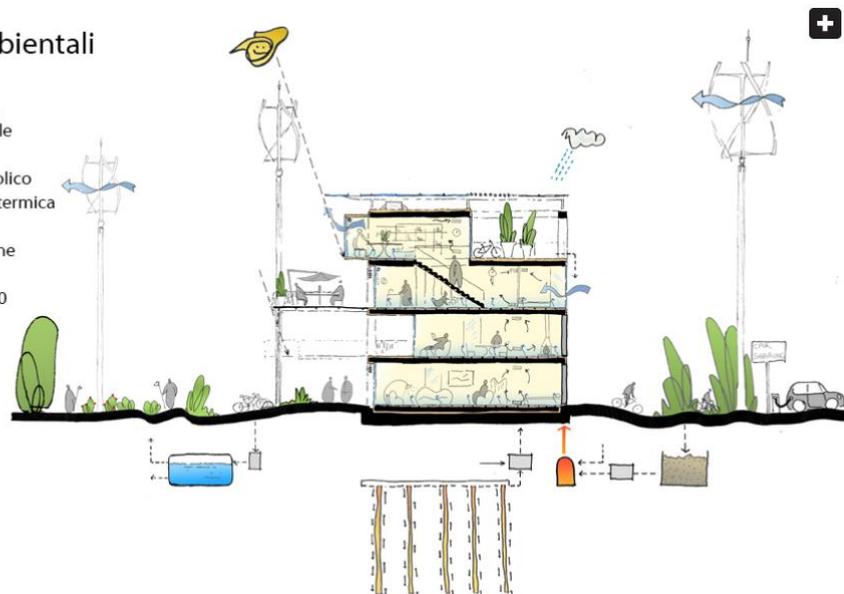
Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)

Elaborado por: Idem

Figura 28. Esquema de estrategia ambiental de verano

strategie ambientali
estate

zero emissioni di CO₂
 orientamento ottimale
 protezione solare
 impianto solare ed eolico
 pompa di calore geotermica
 caldaia a biomassa
 raccolta acque piovane
 mobilità pulita
 orti urbani - cibo km 0
 inerzia termica
 spazi verdi



Fuente: _MC A Mario Cucinella Architects, Seok (2010)

Elaborado por: Idem

4.3 Fielden Clegg Bradley + Ortiz-León. Edificio SUNRISE: 135 VPO (Viviendas de Protección Oficial)

El proyecto SUNRISE ha sido diseñado por el equipo británico Fielden Clegg Bradley (FCB), en colaboración con los arquitectos españoles Iñigo Ortiz y Enrique León. Está compuesto por 139 viviendas, 2 locales comerciales y 141 plazas de garaje, reduce las emisiones de CO₂ a la mitad y ahorra un 51% de la energía que consume. La clave: no dejar que se escape ni el calor ni el frío.

Figura 29. Fotografías del edificio SUNRISE.



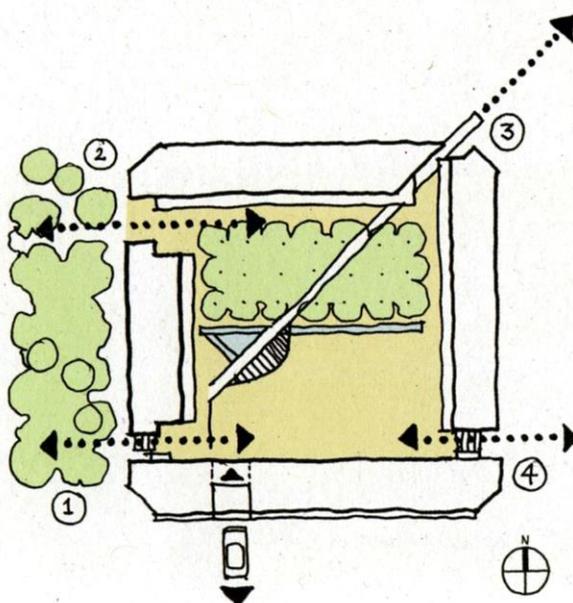
Fuente: Edificio SUNRISE. Ensanche de Vallecas, Madrid. Marco (2011)
Elaborado por: Idem

a) La geometría

La tipología de la construcción es de manzana (ver Figura 30) en torno a un patio central compartido, que se abre parcialmente hacia la trama urbana circundante para hacerlo permeable al acceso peatonal, a la ventilación natural y a la luz solar.

Las fachadas están diseñadas de manera diferente, en función de la orientación, favoreciendo el aprovechamiento solar (Ver Figura 29).

Figura 30. Esquema del edificio SUNRISE



Fuente: Edificio SUNRISE. Ensanche de Vallecas, Madrid. Marco (2011)
Elaborado por: Idem

Las condiciones urbanísticas más importantes para diseñar el edificio están claramente definidas en las ordenanzas municipales, así como en las normas de viviendas protegidas establecidas por la Empresa Municipal de Vivienda Social (EMVS). Las ordenanzas del "Plan Parcial de Vallecas" establecen que las líneas de fachada, en las cuatro orientaciones, deben ocupar al menos un 75% de la línea de parcela, y con una altura no mayor de 5 plantas o 20 metros sobre el nivel del suelo. Por encima de la quinta planta se permite un ático retranqueado 3 metros de línea de ambas fachadas exterior si es menor de 12 metros. Las esquinas de los bloques son chaflanadas con un frente de 8 metros.

b) El plan funcional

Durante el diseño de este proyecto, fueron investigadas varias tipologías de vivienda para ver como respondían a los nuevos modelos de familia. Entre estas tipologías se incluía “acceso por galería” y “acceso a través de pasillo” a las viviendas. Estas tipologías fueron rechazadas principalmente debido a que desde el punto de vista de la estrategia medioambiental se consideró que dotar al edificio de luz natural y ventilación cruzada permite conseguir las metas medioambientales más fácilmente.

Se seleccionó un enfoque más tradicional, con dos viviendas por planta a cada lado de la escalera y el ascensor. Esta tipología reduce las circulaciones, maximizando el área de pared exterior por vivienda y la ventilación cruzada a través de las mismas. Aunque esta tipología sea considerada tradicional es lo suficientemente flexible para adaptarse a las necesidades de la familia del siglo XXI.

Figura 31. Planta de vivienda de 2 habitaciones en esquina del edificio SUNRISE

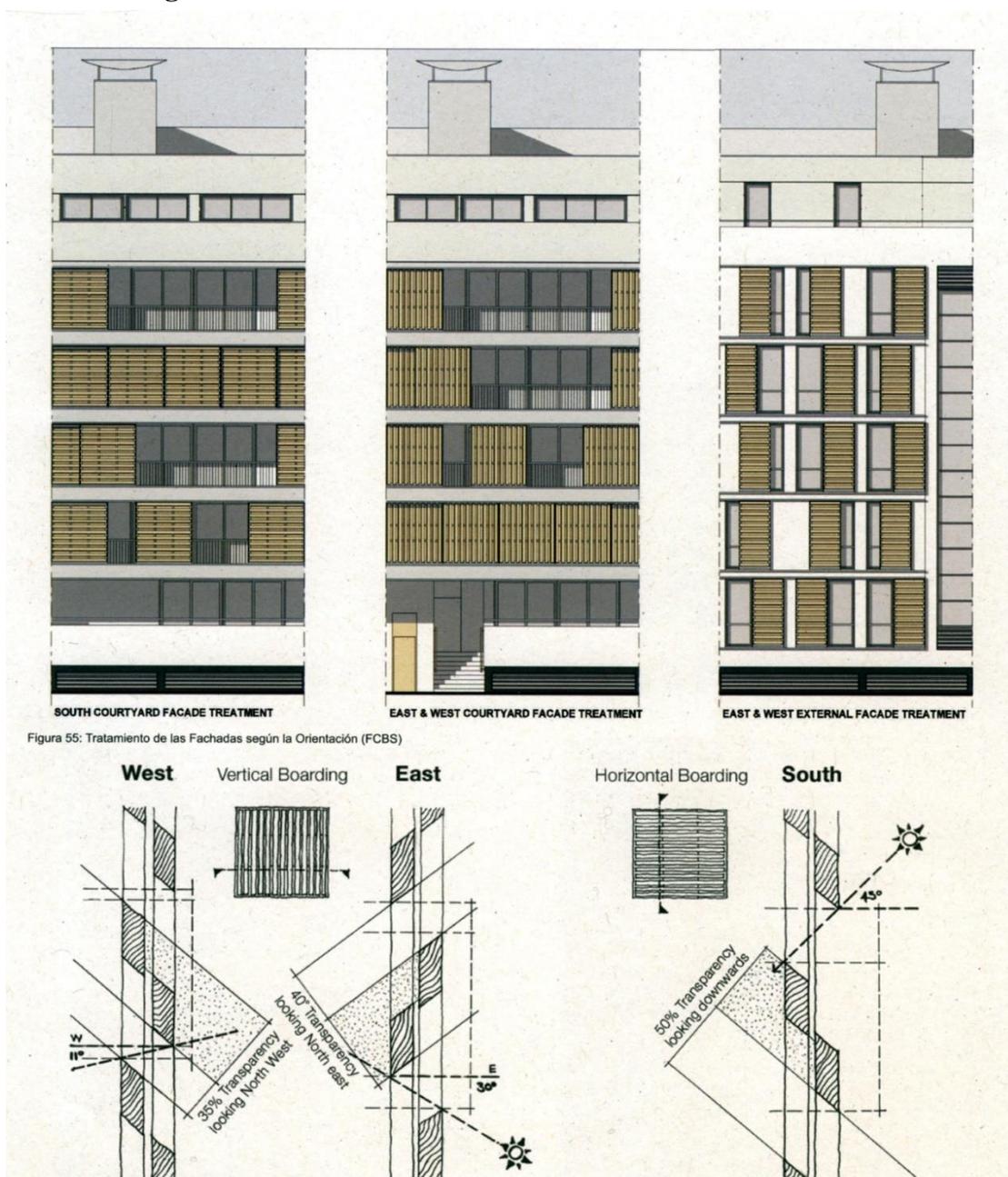


Fuente: Edificio SUNRISE. Ensanche de Vallecas, Madrid. Marco (2011)
Elaborado por: Idem

c) El plan de construcción

Durante la construcción del edificio, se mantuvieron una serie de conversaciones indicando la importancia de conseguir una alta masa térmica y aislamiento. Este tipo de construcción es muy diferente de la tradicional construcción ligera en España, donde es habitual encontrarnos con una fábrica de ladrillo con una densidad entre $1200-1500 \text{ kg/m}^3$, 30-50mm de espuma de poliuretano y un acabado en fachada.

Figura 32. Detalles de fachada del edificio SUNRISE



Fuente: Edificio SUNRISE. Ensanche de Vallecas, Madrid. Marco (2011)

Elaborado por: Idem

Los materiales de referencia en las arquitecturas vernácula españolas o de climas similares, abarcan desde arcillas y ladrillos secados al sol hasta mezcla de arcilla y arena. Las propiedades aislantes de estos materiales son mejoradas cuando se añaden a la mezcla paja u otros materiales aislantes.

El aspecto exterior de estas arquitecturas se debe a estar normalmente pintadas en colores suaves para reflejar al máximo la radiación solar y las aberturas son pocas y de tamaño pequeño.

d) El plan estructural

El proyecto ha sido construido utilizando una estructura de hormigón armado con viguetas y bovedillas. Las plantas actúan como diafragmas que transmiten los esfuerzos horizontales al hormigón de los muros del ascensor y de los núcleos de escaleras. Los balcones de las viviendas se han construido en voladizo. Todas las habitaciones tienen el forjado en techo mientras que las cocinas, baños y pasillos tienen cielos falsos por donde transcurren las instalaciones.

El cerramiento exterior ha sido construido utilizando ladrillo de alta masa térmica, para mejorar el potencial de un enfriamiento nocturno de la vivienda durante los meses de verano, y también mejorar el aislamiento acústico en general. El cerramiento exterior está acabado con un sistema de mono-capa blanco aislado exteriormente y un zócalo de piedra natural que protege la base del edificio dándole una sensación de calidad y tradición.

e) Acondicionamiento ambiental.

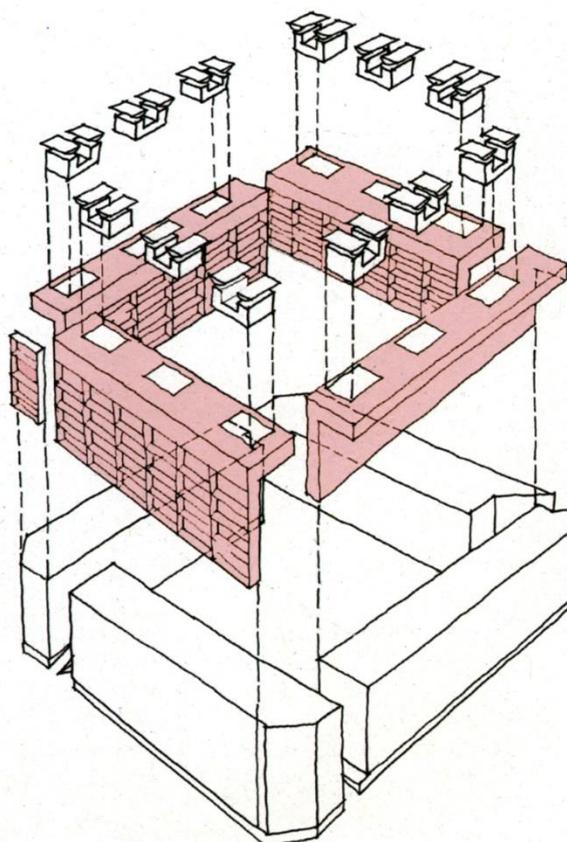
La propuesta medioambiental del proyecto SUNRISE ha puesto en práctica los ejemplos encontrados en las arquitecturas vernácula de climas similares al de Madrid, donde el objetivo principal es proteger el interior del edificio del excesivo calor y tratar de mantener una temperatura interior de confort estable.

El edificio cuenta con un sistema de protección solar, como parasoles móviles y persianas proyectantes y eficientes aislamientos térmicos, tanto en fachadas como en cubiertas (ver Figura 32). La instalación de calefacción y agua caliente sanitaria es de alta eficiencia energética, con aporte de paneles solares. También se han incorporado estrategias pasivas de ventilación natural y refrigeración nocturna: por un lado, la ventilación cruzada en todas las

viviendas pasantes y, por otro, chimeneas de ventilación natural individuales agrupadas en los núcleos (ver Figura 34) de comunicación con utilización nocturna para enfriamiento de la masa térmica del edificio. Así mismo, la grifería y las cisternas son de bajo consumo.

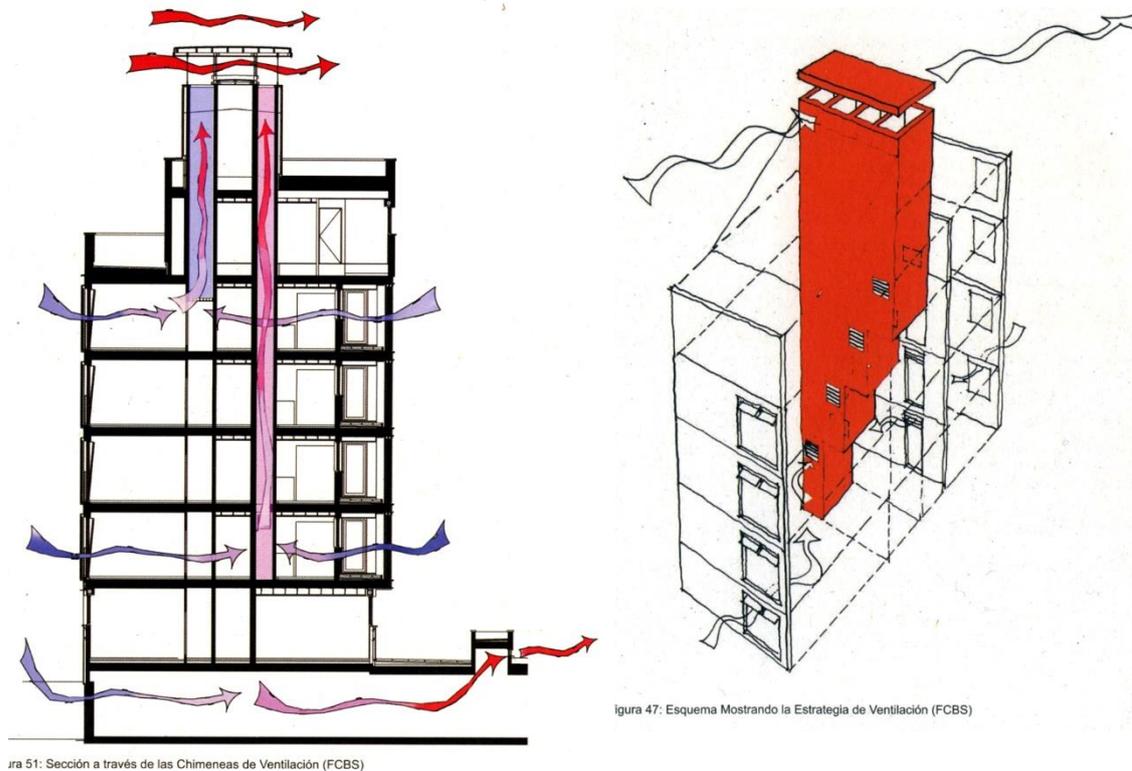
Se ha tenido especial cuidado para evitar puentes térmicos en las uniones entre ventanas, tejado, paredes y terraza. Los cerramientos interiores son de tabique hueco doble de 70mm de espesor con enlucido en ambas caras. Las divisiones entre viviendas y espacios comunes son de doble tabique de ladrillo hueco doble de 70mm cada uno y 40mm de aislante intermedio.

Figura 33. Detalles de chimeneas.



Fuente: Edificio SUNRISE. Ensanche de Vallecas, Madrid. Marco (2011)
Elaborado por: Idem

Figura 34. Detalles de estrategias de ventilación.



Fuente: Edificio SUNRISE. Ensanche de Vallecas, Madrid. Marco (2011)
Elaborado por: Idem

Durante el invierno, la idea es utilizar las variaciones de temperaturas entre el día y la noche y la alta masa térmica del edificio para absorber calor durante el día y disiparlo poco a poco durante la noche. En verano esta estrategia es modificada enfriando la masa térmica durante la noche, bien a través de ventilación natural o forzada. La alta masa térmica del bloque también reduce las temperaturas máximas dentro del edificio y retrasa la hora de la temperatura máxima gracias al proceso lento de respuesta térmica del edificio.

Capítulo V

5. Propuesta.

Este trabajo ha citado los estudios realizados sobre la evolución y tendencia de la vivienda en la ciudad de Loja, ha documentado en el marco teórico aspectos sobre la ciudad y la arquitectura, y como estos se relacionan con la sostenibilidad. En este capítulo en base a lo estudiado se hace una propuesta espacial denominada Conjunto Residencial Sustentable *Sumak Kawsay*, palabra quechua de la cosmovisión ancestral *kichwa* de la vida.

Este trabajo es una ficción (ver apartado 2.1 Justificación) que presenta un ejercicio arquitectónico de vivienda con las premisas sustentables, para proponer una transformación efectiva y concebir la obra arquitectónica como un proceso de integración del hombre con su ambiente, constituyendo ese conjunto de relaciones de interdependencia entre el hombre o cualquier organismo y su propio medio (el hábitat).

Considerando que la ciudad, el usuario (habitante), la vivienda y el medio ambiente son generadores de comunidad. Braungart (2011) hace referencia a una arquitectura inteligente, concibiendo los edificios como refugio y la ciudad como un bosque.

Debe haber un cambio de actitudes en el proceso de diseño para lograr la consideración de los elementos ambientales. En lugar de aprovechar aquellas formas de procesos energéticos sustentados por las energías fósiles o no renovables, se debe buscar aprovechar las energías naturales, es decir, las energías suaves y descentralizadas que se pueden tomar de la misma naturaleza.

La propuesta de diseño de un Conjunto Residencial Sustentable debe tener en cuenta los siguientes aspectos, que se plantean a manera de preguntas:

1. **¿Dónde** ubicar el complejo residencial?
2. **¿Para quienes** estará dirigido?
3. **¿Cómo / Qué** le hace sostenible?

5.1 ¿Dónde ubicar el complejo residencial?

El lugar donde se ubicará el proyecto debe ser elegido en función de sus características físicas y de ubicación. Elegir zonas en desarrollo puede garantizar que los servicios básicos no faltarán, aunque eso no es una regla pero puede ser un buen síntoma del desarrollo.

Otro aspecto importante es que si se tiene la idea de un proyecto antes de buscar el terreno, debemos estar seguros que el diseño se apega a las normas de construcción. La infraestructura que rodea el terreno es otro aspecto importante a evaluar cuando se elige el terreno.

La forma del terreno puede influir mucho para la ventilación de los espacios. Los terrenos más anchos son mejores, la proporción de 3:1, donde 1 es el ancho del terreno y 3 la profundidad, suele ser muy recomendable. Aunque el criterio es mejor un terreno ancho más que angosto y profundo para evitar ventilaciones forzadas. También la orientación, hacia las vistas y hacia el sol.

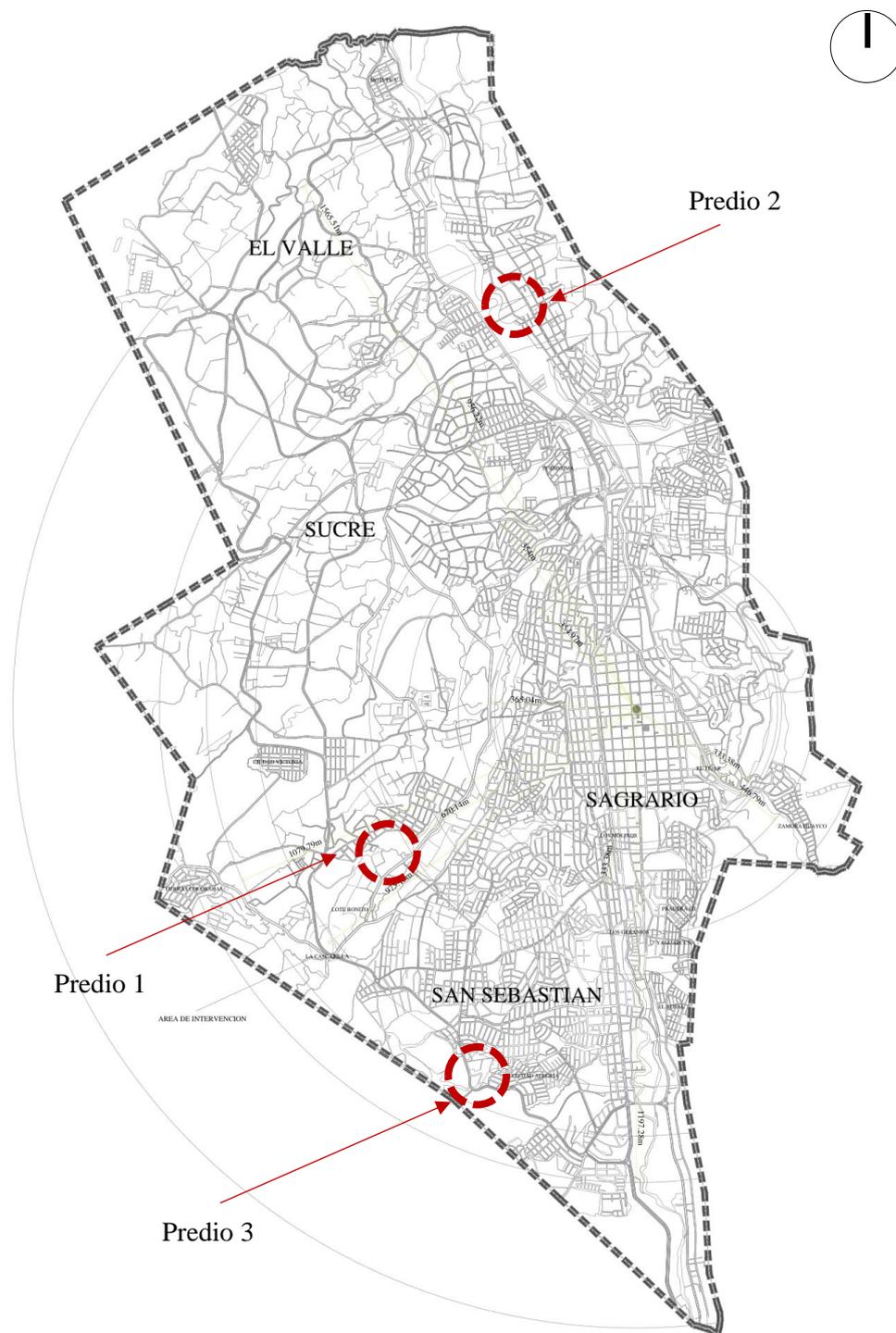
Las opciones de terreno, que fueron evaluadas para ubicar el proyecto son:

1. Predio 1. Ubicado en Menfis Central, cercano a la Quebrada Shushuhuayco.
2. Predio 2. Ubicado en Avenida Salvador Bustamante Celi, cercano al río Zamora.
3. Predio 3. La Cascarilla. Ubicado en la Avenida Eugenio Espejo y la Vía de Integración Barrial, cercano a una quebrada.

En la Figura 35, se ubican los 3 predios en el plano general de la ciudad, para comprender su localización con respecto al centro. Los tres predios que han sido evaluados tienen características bastante similares, en cuanto a superficie, cercanía y a calles principales de acceso.

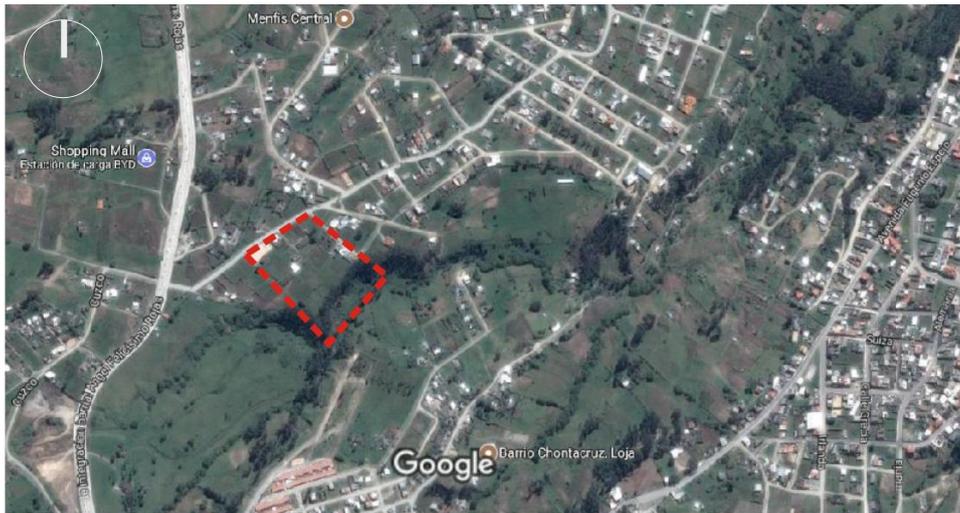
Con respecto a las facilidades y cercanías a los equipamientos de educación, salud e infraestructuras, se encontró que las tres opciones presentan características similares, considerando que Loja es una ciudad relativamente pequeña. El primer criterio de elección que se consideró fue el coste del terreno por metro cuadrado. El mayor coste por metro cuadrado lo constituye el predio 2, (66.00\$) seguido por el predio 3, (25.00\$) y el más económico es el predio 1, (14.00\$).

Figura 35. Ubicación de los tres predios propuestos. Sin escala



Fuente: Ilustre Municipio de Loja
Elaborado por: El Autor.

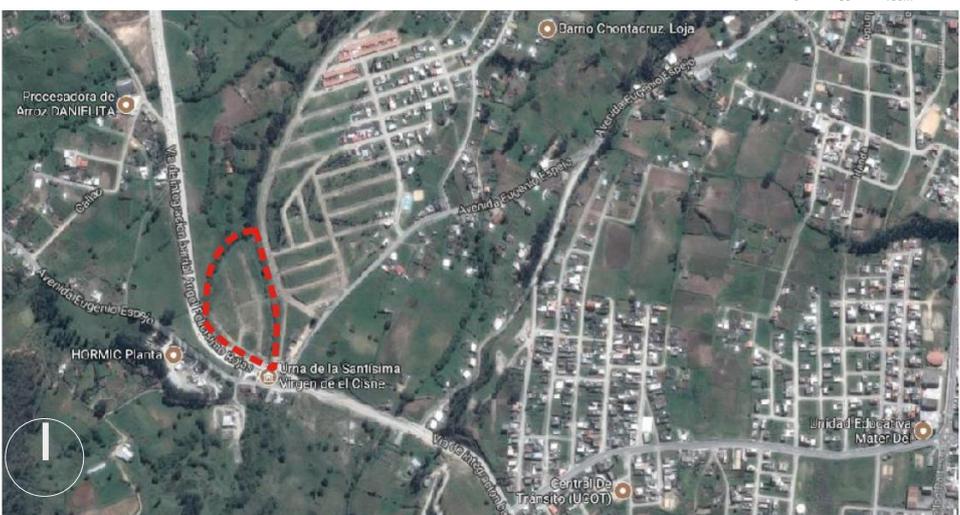
Figura 36. Fotografía aérea de Loja y los 3 predios evaluados.



Predio 1



Predio 2



Predio 3

Fuente: Google Maps.
Elaborado por: El Autor.

Tabla 6. Criterios para elegir el terreno

CRITERIOS	PREDIOS		
	1	2	3
Cercanía a la ciudad.	X	X	X
Posibilidades de ampliación y aprovechamiento del terreno.			X
Servicios básicos (teléfono, internet, alcantarillado, recolección de residuos, alumbrado público)	X	X	X
Ubicación con respecto a las necesidades humanas-urbanas (educación, salud, esparcimiento)		X	X
Proximidad con los sistemas de emergencia (ambulancia, policía, bomberos)		X	X
Transporte adecuado		X	X
Vías de acceso que puedan ser usadas en época de lluvias.	X	X	X
¿El terreno está ubicado en una zona donde la ciudad está creciendo?			X
¿Los requisitos legales de la zona, permiten una construcción de este tipo?	X	X	X
Forma del terreno.	X	X	X
Relación coste por metro cuadrado del terreno para proyecto social	X		X
Orientación adecuada.		X	X

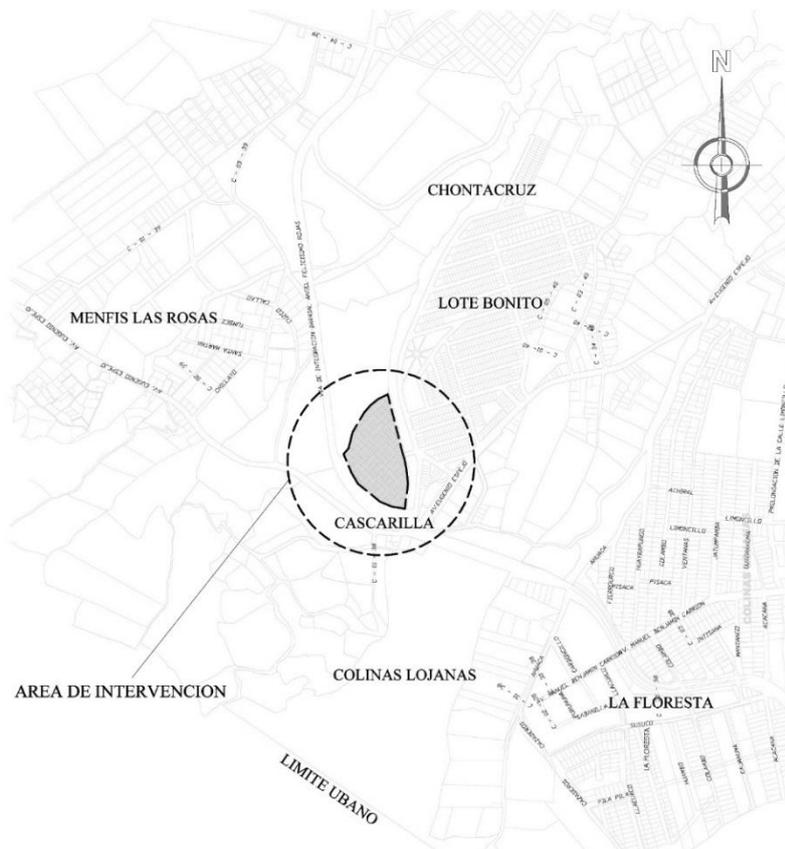
Fuente: El Autor.

Elaborado por: Idem.

Se elige el predio 3, el precio del terreno es intermedio entre los evaluados, considerando que pensar en construir en medio de la ciudad, elevaría los costes de adquisición de los terrenos, teniendo en cuenta que el proyecto es del tipo de vivienda de interés social. Por otra parte se justifica la elección del predio 3, porque presenta valores agregados más importantes. Por ejemplo, forma parte del Plan de Ordenamiento Urbano de Loja (POUL) como polo de crecimiento urbano. En esa zona se propone una nueva vía de integración barrial con transporte alternativo, de allí que se justifica el uso de la bicicleta en todo el complejo residencial. También es un predio que en la anterior administración se propuso para proyectos de vivienda, y que actualmente es solo un proyecto de lotificación. Con ello, se quiere resaltar la importancia de generar un proyecto de vivienda.

La Figura 37 es una aproximación al entorno inmediato del terreno y la morfología de las urbanizaciones cercanas: Menfis Las Rosas, Colinas Lojanas, La Floresta y Lote Bonito. La Figura 38 es una fotografía tomada desde un *drone*, donde se ha delimitado el terreno y en la Figura 39 las fotos con mayor detalle

Figura 37. Ubicación del proyecto “La Cascarilla”



Fuente: El Autor.
Elaborado por: Idem.

Figura 38. Fotografía aérea del terreno. Predio 3. La Cascarilla.



Fuente: [Fotografía de Andrés Reyes] (Ciudad de Loja, 2016)
Elaborado por: El Autor.

Figura 39. Fotografías del terreno.

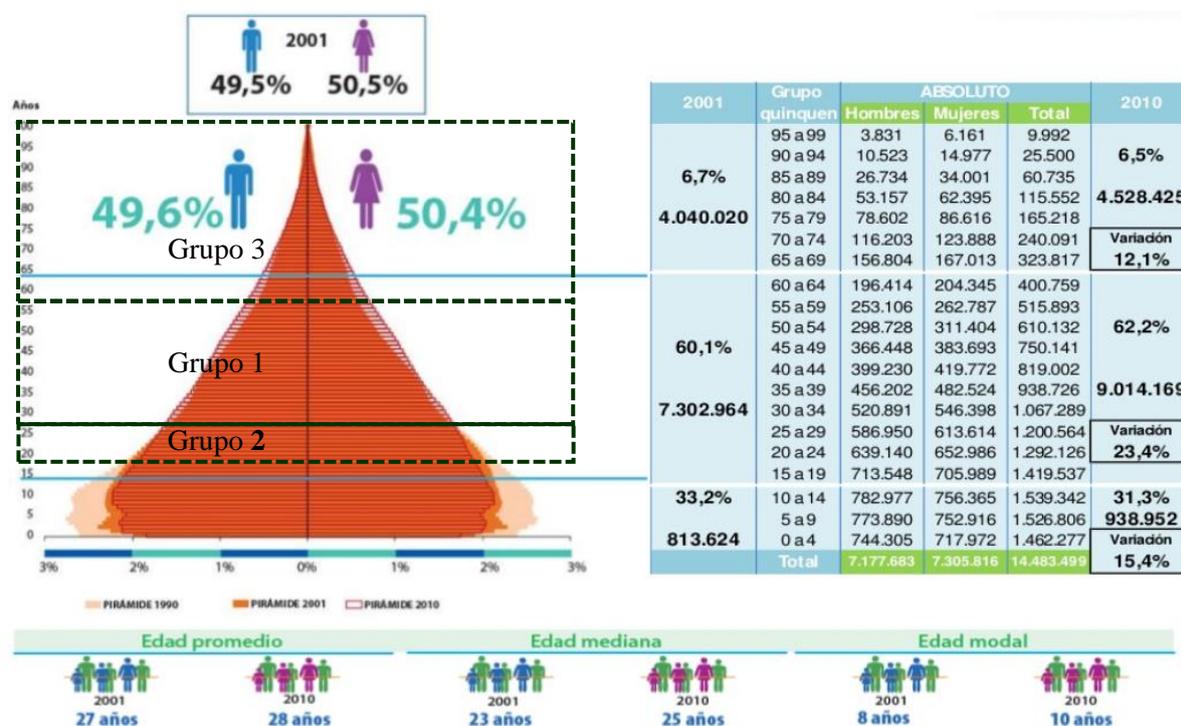


Fuente: [Fotografía de Andrés Reyes] (Ciudad de Loja, 2016)
Elaborado por: El Autor.

5.2 ¿Para quienes estará dirigido?

En la siguiente Figura 40 se muestra la pirámide poblacional para la ciudad de Loja, en base al censo de 2010. De la cual se interpreta que el 31.3% de la población está entre los 0 y 14 años; el 62.2% de la población entre los 15 y 64 años; y el 6.5% de la población entre los 65 y 99 años.

Figura 40. Pirámide poblacional.



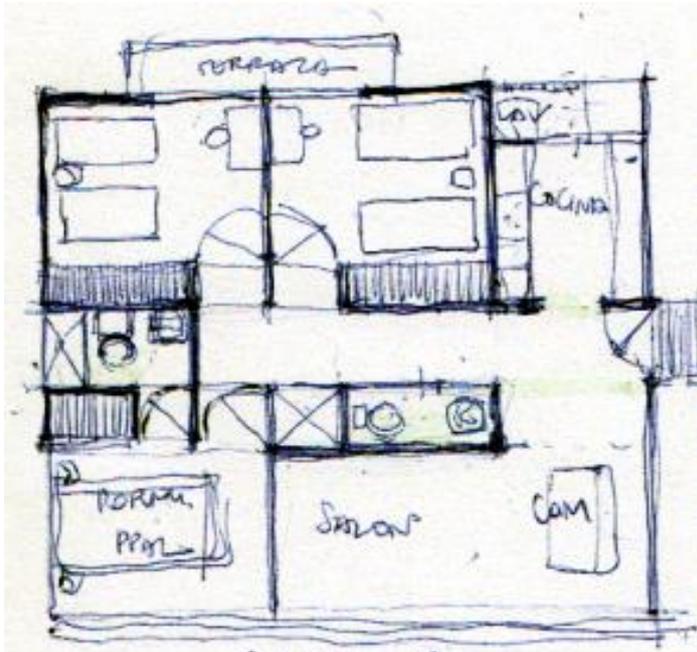
Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/UN8qcP>

Elaborado por: Idem

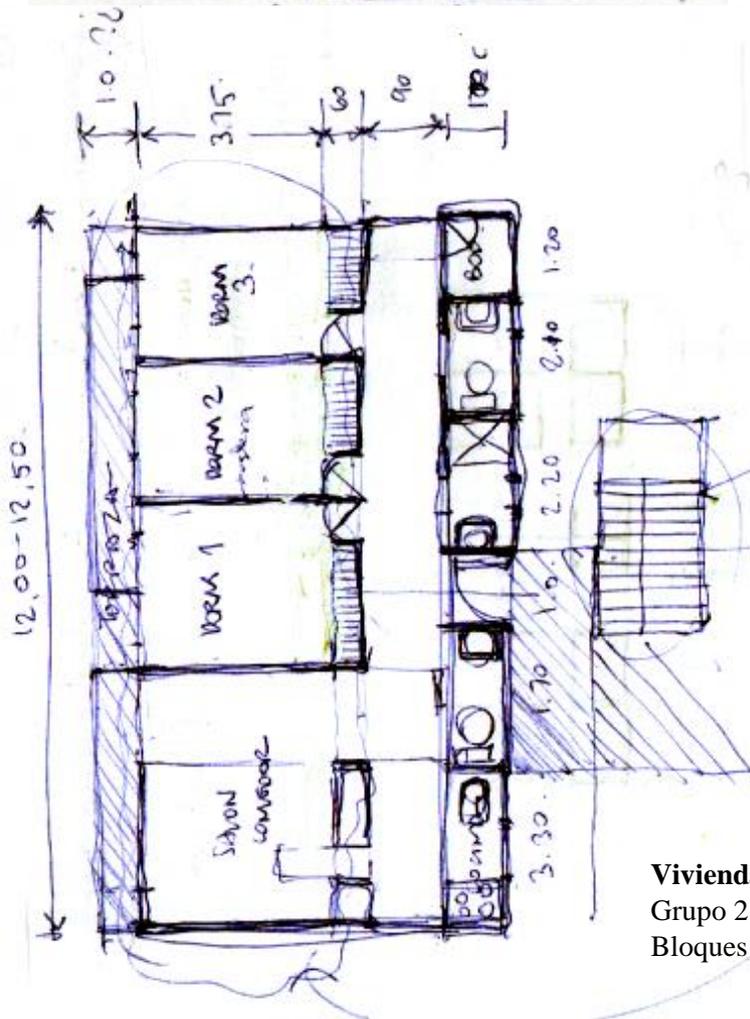
Es así que para el proyecto, el sector poblacional entre los 27 y 57 años de edad, es elegido para el Grupo 1, porque se considera que son las edades en que se forman las familias lojanas. Para este grupo se propone el tipo de vivienda 1. Se entiende que el sector poblacional entre los 0 y 17 años vive con este grupo.

El siguiente Grupo 2, entre 17 y 27 años de edad, se proponen las viviendas estudiantiles, siendo el tipo de vivienda 2. Y para los mayores de 57 años (Grupo 3) se propone el tipo de vivienda 3, es decir para personas de la tercera edad o con ciertas discapacidades (este último requisito incluiría todas las edades).

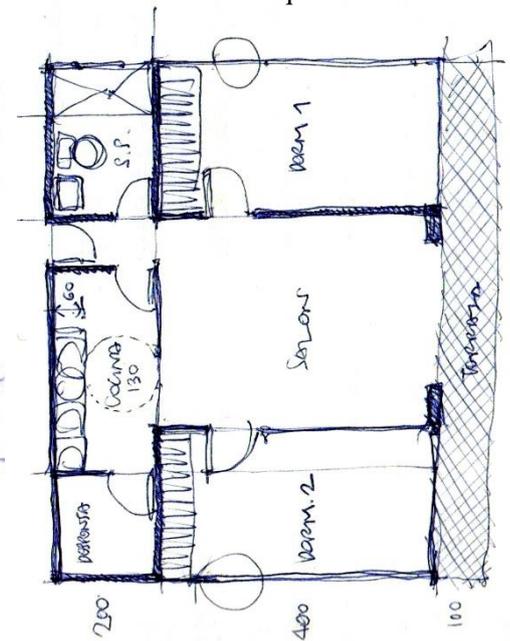
Figura 41. Bocetos de Viviendas-Tipo. Sin escala.



Vivienda Tipo 1.
Grupo 1.
Bloques A, B y C.



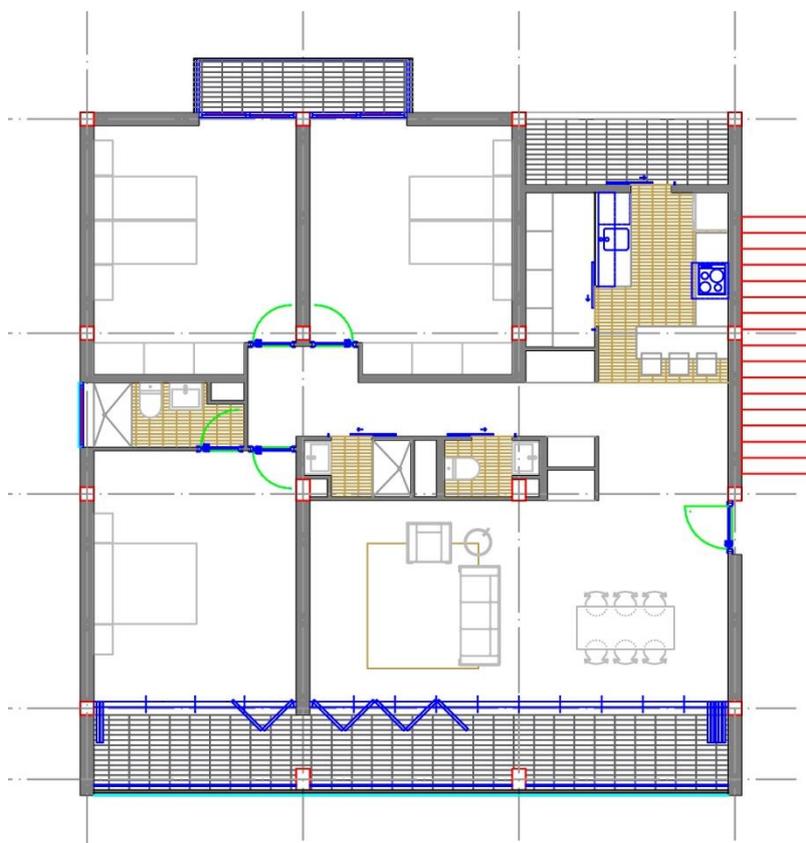
Vivienda Tipo 2.
Grupo 2.
Bloques D, E y F.



Vivienda Tipo 3.
Grupo 3.
Bloque G.

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

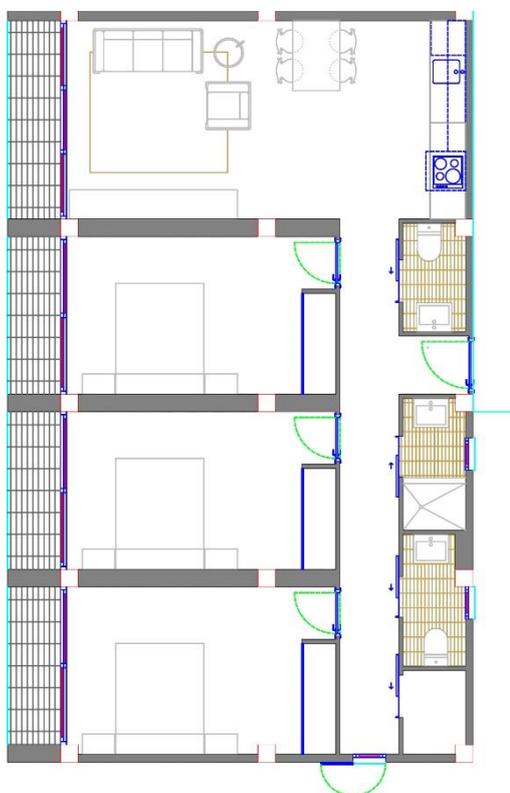
Figura 42. Planos de Viviendas-Tipo. Sin escala.



Vivienda Tipo 1.

Grupo 1.

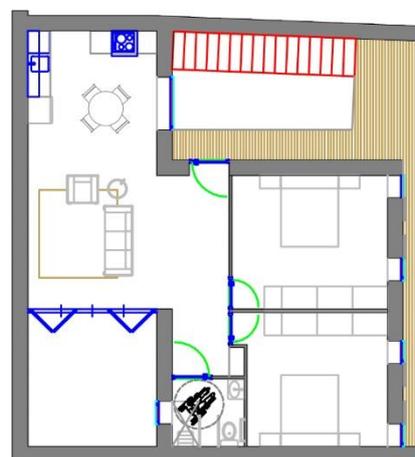
Bloques A, B y C.



Vivienda Tipo 2.

Grupo 2.

Bloques D, E y F.



Vivienda Tipo 3.

Grupo 3.

Bloque G.

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

5.3 ¿Cómo / Qué le hace sostenible?

En el Marco Teórico fueron mencionados una serie de aspectos y criterios que son útiles a la hora de diseñar espacios sostenibles, esos criterios se clasificaron en tres grupos:

- Los cinco pilares de la Arquitectura Sostenible de Luis De Garrido.
- Las certificaciones y protocolos.
- Los tres elementos de un edificio sostenible.

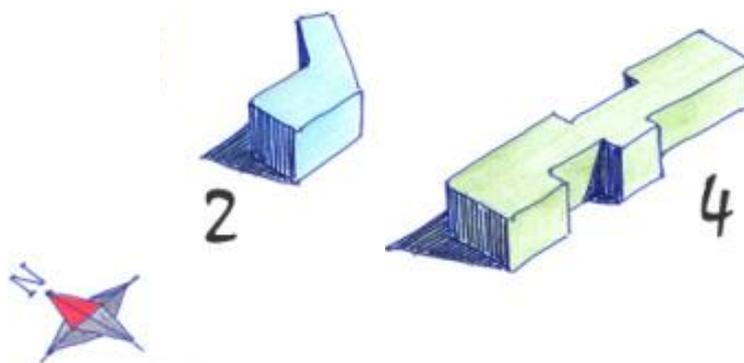
Este trabajo tendrá de base los tres elementos de un edificio sostenible, para lo cual se debe considerar:

- La forma del edificio.
- La piel del edificio.
- Los elementos de control solar.

5.3.1 La forma del edificio.

En el marco teórico se hizo mención a la forma del edificio (Figura 9), y se señaló el tipo de clima de Loja: templado-ecuatorial subhúmedo. En base a esta información de las formas de Olgyay, (Ver Figura 43) se eligieron (2) clima templado (4) clima cálido húmedo, como las formas básicas para el desarrollo del proyecto. Las formas de Olgyay constituyen una guía para el diseño y para este trabajo se toma como punto de partida para su evolución.

Figura 43. Esquemas elegidos para la exploración de la forma, según Olgyay.



Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/oSujXp>
Elaborado por: Idem

La tríada Vitrubiana *firmitas, utilitas y venustas* sobre la que se apoyaba la arquitectura, continúa vigente. En esta propuesta se buscará mantener en equilibrio las tres partes mencionadas. De manera que se presentarán los bocetos como parte del proceso de diseño y paralelamente se analizarán las funciones que se realizan en la vivienda.

La forma moderna del habitar es la vivienda colectiva. En ella se sintetiza el valor de la comunidad, el sentido de lo común, el carácter aglutinador y solidario que está en la aspiración última de la gran construcción del hombre que es la ciudad. Cuando se habla de vivienda colectiva, se habla de una arquitectura para vivir, y para hacerlo en colectividad.

La Figura 44 muestra las primeras intenciones de diseño que siguen los parámetros de Olgyay. Se plantea una sola vía interna que comunique los bloques. Considerando los aspectos de ventilación y asoleamiento, este no es el mejor emplazamiento.

Considerando la información de asoleamiento y vientos dominantes, en la Figura 45 los bloques se ubican de otra manera. Ya se ha estudiado el programa espacial para cada tipología de vivienda y existe un pre-dimensionamiento, y se empieza a trabajar con el emplazamiento del lugar, considerando la topografía del lugar.

Otra de las intenciones del diseño consiste en crear zonas arboladas junto a la calle principal que da acceso al complejo. Bajo esta zona verde se ubicaran las viviendas unifamiliares (bloque G) de una planta. Los otros elementos son bloques plurifamiliares de más de dos niveles, con la planta baja libre. El emplazamiento final de los bloques puede verse en la siguiente Figura 46.

Figura 44. Boceto 1. Planteamiento general del conjunto



Fuente: El Autor.
Elaborado por: El Autor.

Figura 45. Boceto 2. Planteamiento general del conjunto



Fuente: El Autor.
Elaborado por: El Autor.

Figura 46. Planta general del conjunto

Fuente: El Autor.
Elaborado por: El Autor.

5.3.2 La piel del edificio.

Teniendo en cuenta lo que se ha comentado antes (ver Gráfica 1), en este trabajo se tiene la intención de incorporar en la propuesta arquitectónica materiales que generen muy poca contaminación ambiental, y que no contengan sustancias tóxicas. Y que en su producción y transporte necesiten mucho menos energía y demanden menores costos, y en algunos casos puedan ser reciclados casi en su totalidad, volviendo a ser parte de la naturaleza.

5.3.2.1. Materiales propuestos.

Los materiales que serán mayormente empleados para la propuesta espacial del complejo residencial son:

- a. Adobe.
- b. Madera (pino y bambú).

Por motivos de seguridad y por cumplimiento de la normativa de Ecuador, los elementos estructurales deben ser diseñados de concreto armado.

a. Adobe. La arquitectura de tierra.

El adobe es un bloque de tierra y agua, que generalmente tiene paja y se le da forma a través de un molde. Es un ladrillo sin cocer, que luego se apareja como una albañilería.

Algunos textos se refieren a la **arquitectura en tierra** para hacer mención al adobe (bloque de tierra comprimida, por las siglas BTC); ya que las otras técnicas constructivas como el bajareque o el tapial son menos utilizadas.

Se debe descartar la idea que la arquitectura en adobe es inferior, poco práctica y hasta insalubre. En algunos casos es considerado sinónimo de pobreza y atraso. El adobe puede ser combinado con otros sistemas constructivos basados en el uso del cemento u otros materiales como el acero, que es lo que se propone en este trabajo para el bloque de viviendas G.

Desde hace algunas décadas la propaganda sobre el cemento ha presentado a este producto como sinónimo de modernidad, funcionalidad y como material de gran resistencia sísmica a pesar de que, entre otros hechos negativos, las víctimas de sismos han ocurrido mayoritariamente en construcciones de cemento.

Figura 47. El adobe



Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/xw9cOI>
Elaborado por: Idem

Aunque por otro lado, hay que señalar que la arquitectura en tierra está bastante ligada con la autoconstrucción y está muy identificada como una manifestación tradicional más que una arquitectura contemporánea, o reconocida por su valor patrimonial.

Cuando se construye con adobe se deben tener en cuenta los factores de humedad, comodidad térmica, seguridad sísmica, economía y mantenimiento, entre otros. Las recientes investigaciones de la Universidad de Tampico (México) confirmaron que el adobe en forma de ladrillos con adición del 6% de cemento Portland y con refuerzo de fibra de coco pueden ser utilizados para muros de carga (Roux Gutierrez & Olivares Santiago, 2002).

Para la presente propuesta se utilizarán BTC de dimensiones 0.10 x 0.14 x 0.28 centímetros. El BTC es un material de construcción que se obtiene al mezclar tierra, arena, un material estabilizante como cal, cemento o arcilla, y agua en las proporciones adecuadas y luego someter la mezcla a compresión en una máquina compactadora. Los BTC no son tóxicos, son amigables

con el medio ambiente, renovables, aislantes del sonido, a prueba de fuego y de excelente acabado superficial. Los BTC son un sustituto del ladrillo corriente en actividades de construcción. (Recuperado de <https://goo.gl/ZTzmzs>) Este material se utilizará mayormente en el bloque de viviendas G.

Figura 48. Secuencia constructiva de una vivienda fabricada con BTC



Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/ZTzmzs>

Elaborado por: Idem

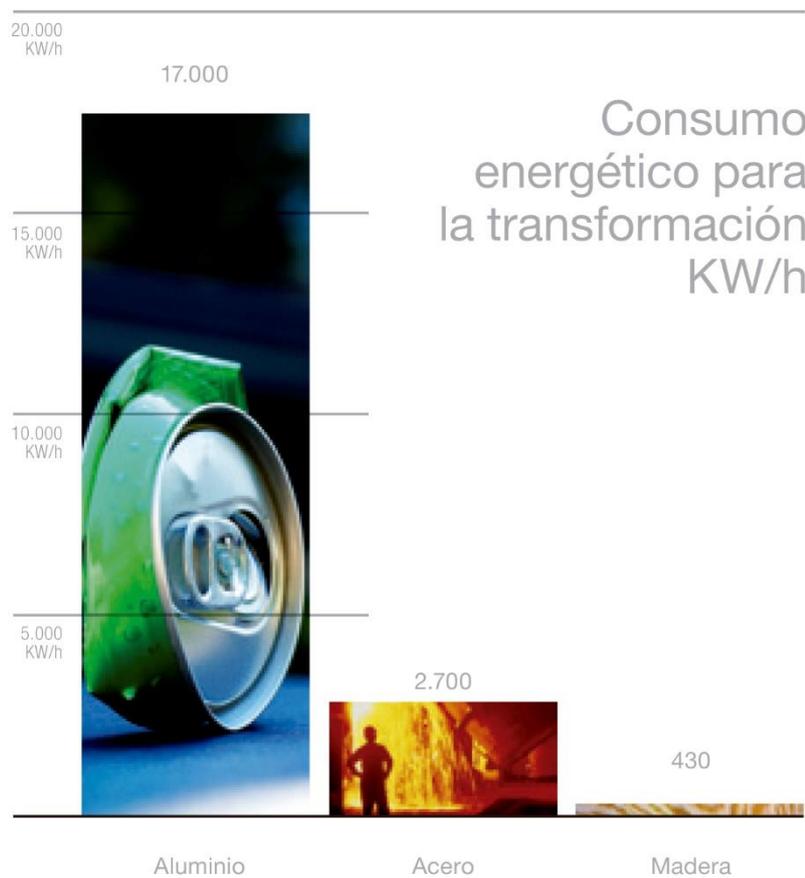
En cuanto al cumplimiento de la normativa, los fabricantes garantizan la resistencia de este material, en caso de ser fabricado a mano, se recomiendan pruebas de laboratorio para garantizar la resistencia. Aunque la normativa ecuatoriana prohíbe su uso con fines estructurales.

b. Madera (pino y bambú).

La madera es un buen material desde el punto de vista estructural, aporta resistencias elevadas, es aislante, se adapta a geometrías complejas, permite salvar grandes luces y disponer de piezas con radios de curvatura. Hoy en día, gracias a las técnicas de protección existente y

a las soluciones constructivas que se plantean, la madera se puede introducir con gran fuerza en el campo estructural, aportando un gran valor estético y soluciones muy variadas. Por otra parte, (ver Figura 49) el consumo energético para la transformación de la madera (KW/h), comparado al acero y el aluminio es considerablemente menor.

Figura 49. Consumo energético para la transformación (KW/h)



Fuente: Orbe, Cuadrado, Rojí & Maturana (2010)
Elaborado por: Idem

Pinus radiata

Los materiales más utilizados, en nuestro entorno, para la resolución de estructuras en edificaciones, son principalmente el hormigón o concreto y el acero, dejando la madera relegada a un menor uso estructural y siendo más utilizada en acabados.

En este trabajo se estudia la especie de madera denominada: *Pinus radiata* porque es una especie sobre la cual se han realizado diversos estudios y ensayos que avalan su uso estructural. Debido a que la normativa ecuatoriana, el uso que se propone en este trabajo no será estructural.

Figura 50. Tronco del *Pinus radiata*



Fuente: Recuperado de: <https://goo.gl/HgCl3Q>

Elaborado por: Idem

El *Pinus radiata* o pino insigne, (ver Figura 50) es una especie originaria de Estados Unidos, y se da mayormente en el estado de California. Se introdujo en Europa y en otros países de Suramérica. En Nueva Zelanda y Chile se encuentran las mayores plantaciones.

Miller (2014) indica que el *Pinus radiata* no ha sido plantado de manera extensiva en el Ecuador, y tampoco hay grandes plantaciones de esta especie más que de unos pocos años de edad; sin embargo, existen bastantes plantaciones pequeñas de diversas edades y en una

extensión suficientemente vasta de terreno como para tener una clara indicación general de su utilización.

Un diseño adecuado requiere unos detalles correctos, que permitan mejorar la durabilidad de la estructura de madera. Es por ello, que las principales recomendaciones constructivas tienen como finalidad, reducir la humedad que puedan alcanzar los diferentes elementos que componen una estructura portante de madera, por lo que se recomienda:

- Disponer materiales separadores, como láminas impermeables, entre las cimentaciones o muros de hormigón y los soportes o vigas de madera que se apoyan en los mismos.
- Dejar unos espacios mínimos en las uniones con elementos de hormigón o mampostería, que permitan ventilar dichos encuentros y evacuar el agua que pueda acumular.
- Se deben evitar aquellas uniones en las que se pueda acumular agua, sobre todo en zonas expuestas.
- Proteger la cara superior de los elementos de madera, expuestos directamente a la intemperie.

Según Orbe et al. (2010) la madera puede dividirse en madera aserrada y madera laminada encolada. Como madera aserrada, se entiende la madera procedente del tronco del árbol, donde mediante su aserrado, se obtienen los elementos estructurales, sin ningún otro tipo de transformación. La madera laminada encolada, se consigue uniendo finas láminas de madera aserrada mediante potentes adhesivos, permitiendo fabricar en taller, vigas de mayores cantos, grandes luces, o importantes radios de curvatura, y en general aporta propiedades mecánicas mejoradas, respecto a la madera simplemente aserrada. En este trabajo se utilizará la madera aserrada.

Existen dos tipos de madera laminada encolada, la homogénea, cuyas láminas están compuestas de madera aserrada de igual clase resistente en toda su sección (ver Figura 49), y la combinada, que alterna láminas de mayor clase resistente en las caras exteriores y de menor clase, en el interior.

Otro aspecto importante es la durabilidad de los elementos estructurales de madera, la cual está determinada por la acción de agentes externos, bióticos y abióticos. Se debe tener en cuenta que los fenómenos de degradación, al igual que en el resto de materiales, originan en general modificaciones de las características y propiedades mecánicas de la madera.

Figura 51. Resistencia de madera encolada

Propiedades		Clases resistentes							
		Laminada encolada homogénea				Laminada encolada combinada			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h	GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
Resistencia característica (MPa)									
Flexión	$f_{m,k}$	24	28	32	36	24	28	32	36
Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5	22,5
Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6	0,35	0,4	0,45	0,5
Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6	2,4	2,7	3,0	3,3
Cortante	$f_{v,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
Rigidez (KN/mm²)									
Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	11,6	12,6	13,7	14,7	11,6	12,6	13,7	14,7
Módulo de elasticidad paralelo 5°- percentil	$E_{0,k}$	9,4	10,2	11,1	11,9	9,4	10,2	11,1	11,9
Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,39	0,42	0,46	0,49	0,32	0,39	0,42	0,46
Módulo transversal medio	G_{medio}	0,72	0,78	0,85	0,91	0,59	0,72	0,78	0,85
Densidad (kg/m³)									
Densidad característica	ρ_k	380	410	430	450	350	380	410	430

Fuente: Orbe, Cuadrado, Rojí & Maturana (2010)

Elaborado por: Idem

Habitualmente se emplea la protección preventiva de la madera para evitar ataques relacionados con agentes bióticos, pero un correcto diseño constructivo, suele ser la mejor solución para evitar exposiciones de la madera frente a agentes agresivos, como por ejemplo, los meteorológicos.

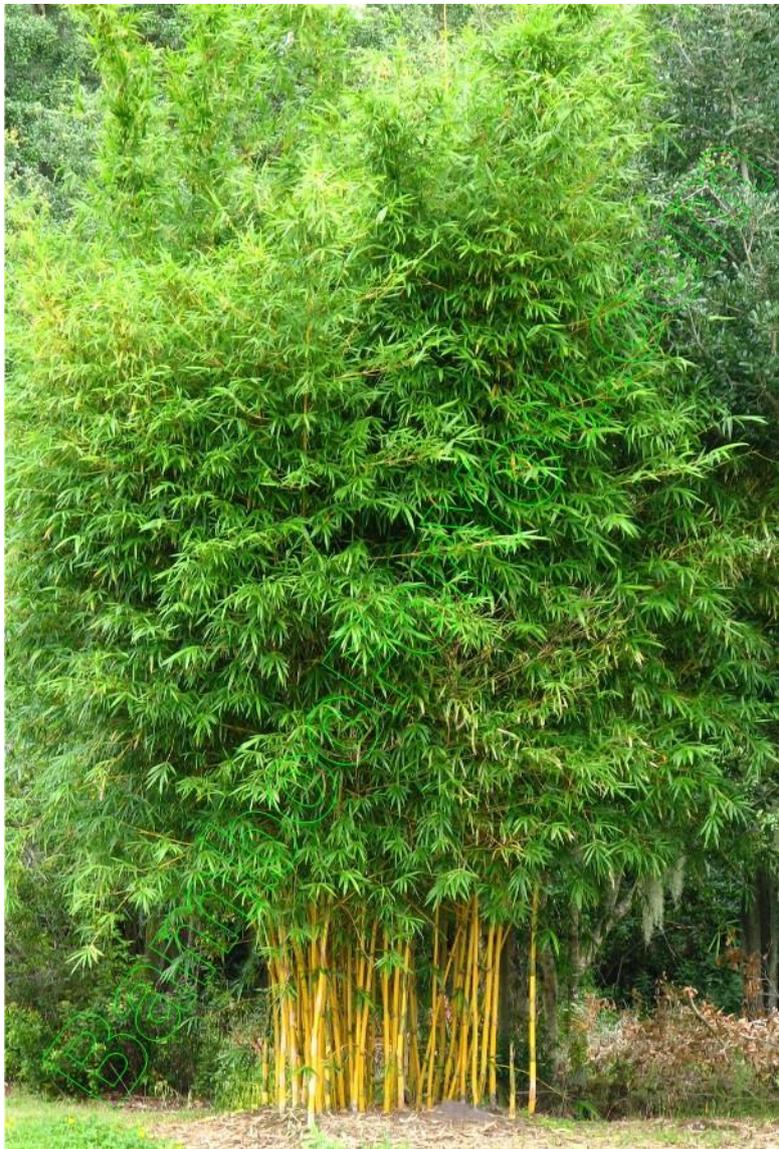
Bambú

En tiempos remotos, los materiales empleados para elementos mecánicos y estructurales variaban según las regiones. Su utilización dependía de la disponibilidad local, y también estaba influenciada por aspectos culturales y estéticos.

Los materiales eran procesados de manera rudimentaria y utilizados en estado bruto. Se utilizaba la piedra, aglomerantes naturales, madera, tierra cruda, algodón, fibras naturales, fibras de coco, palmas de trigo, etc.

Con la industrialización de los productos y la concentración de la población en los grandes centros urbanos, los materiales tradicionales fueron gradualmente sustituidos por materiales industriales. Sin considerar que los materiales industriales consumen mucha energía y requieren de procesos centralizados. El hormigón armado ha predominado desde el Movimiento Moderno.

Figura 52. Árbol de bambú.



Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/hcO3uM>
Elaborado por: Idem

Curiosamente el bambú, siendo un material natural que puede producirse a gran escala y que como material de ingeniería es económicamente viable, está siendo poco usado. En esta propuesta, el bambú se utiliza como celosía, o elemento corta sol en las terrazas de los edificios.

Liese (1980) afirmó que desde el punto de vista anatómico, el bambú está formado por fibras (40%), células parenquimosas (50%) y vasos (10%), así de acuerdo con Ghavami & Rodrigues (2000), la estructura de bambú puede ser considerada como un material que puede resistir cargas de viento y a solicitudes de cargas axiales. Las características mecánicas del bambú dependen de los factores de: especie, edad, tipo, condiciones climáticas, época de corte, etc.

La INBAR (1999) *International Network for Bamboo and Rattan* presentó hace muchos años los resultados sobre las investigaciones y confirmó las propiedades físicas y mecánicas del bambú. Las normas propuestas, fueron analizadas por el ICBO *International Conference of Building Officials* y publicadas en AC 162: *Acceptance Criteria for Structural Bamboo* (ICBO 2000).

5.3.3 Los elementos de control solar.

- a. Antecedentes arquitectónicos.

Figura 53. Panorámica de la ciudad de Loja. Ecuador.



Fuente: <https://goo.gl/8cFZD3>

Elaborado por: Idem

La arquitectura popular o vernácula suele proporcionar confort térmico mediante fuentes de energía limitadas y locales. Se pueden extraer enseñanzas, tanto del pasado como del presente, en lugares donde la población vive modestamente y en armonía con su clima y región. Siempre hay que tener en cuenta a los lugareños para obtener pistas sobre el funcionamiento de los edificios.

Loja es una ciudad ecléctica, donde co-existen diferentes formas de habitar. La auto-construcción es una de las prácticas más comunes. La intervención del arquitecto en proyectos residenciales no es habitual y es considerada costosa e innecesaria por lo que muchas veces se prefiere encargar las construcciones al maestro de obra o al albañil con habilidades para construir.

Medina (2009) identifica que la arquitectura internacional (del Movimiento Moderno) de los años 60, tiene mayor concentración en el centro histórico de la ciudad, barrio 24 de mayo, Ciudadela Zamora, Avenida Universitaria y sus inmediaciones. Y una arquitectura de los años 70 en la Avenida Iberoamérica, Avenida Cuxibamba, Avenida Pío Jaramillo Alvarado, y Calle Lourdes hacia el Barrio Zamora Huayco. También reconoce una menor cantidad de arquitectura de los años 80 y aisladas edificaciones modernas contemporáneas.

La Figura 54 muestra la tipología más común de vivienda en Loja, y a continuación se muestra en las Figuras 55 y 56 un tipo de vivienda diferente que se ha construido en los últimos cinco años, de hormigón visto.

Figura 54. Arquitectura residencial en Loja. Ecuador.



Fuente: <https://goo.gl/8cFZD3>

Elaborado por: Idem

Figura 55. Fotografías de Vivienda Taller JFV



Fuente: <https://goo.gl/8cFZD3>

Elaborado por: Idem

Figura 56. Fotografías del edificio de vivienda 03 98

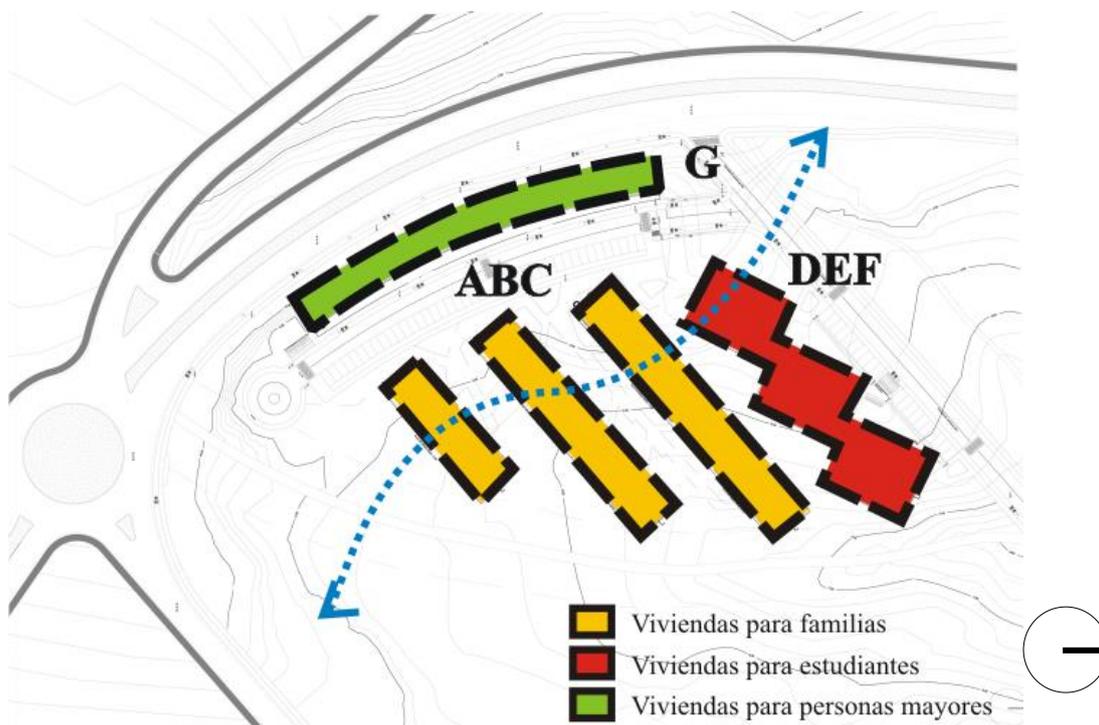


Fuente: <https://goo.gl/8cFZD3>

Elaborado por: Idem

b. Climatología y bienestar térmico.

Figura 57. Ubicación de los bloques con respecto a los vientos dominantes.

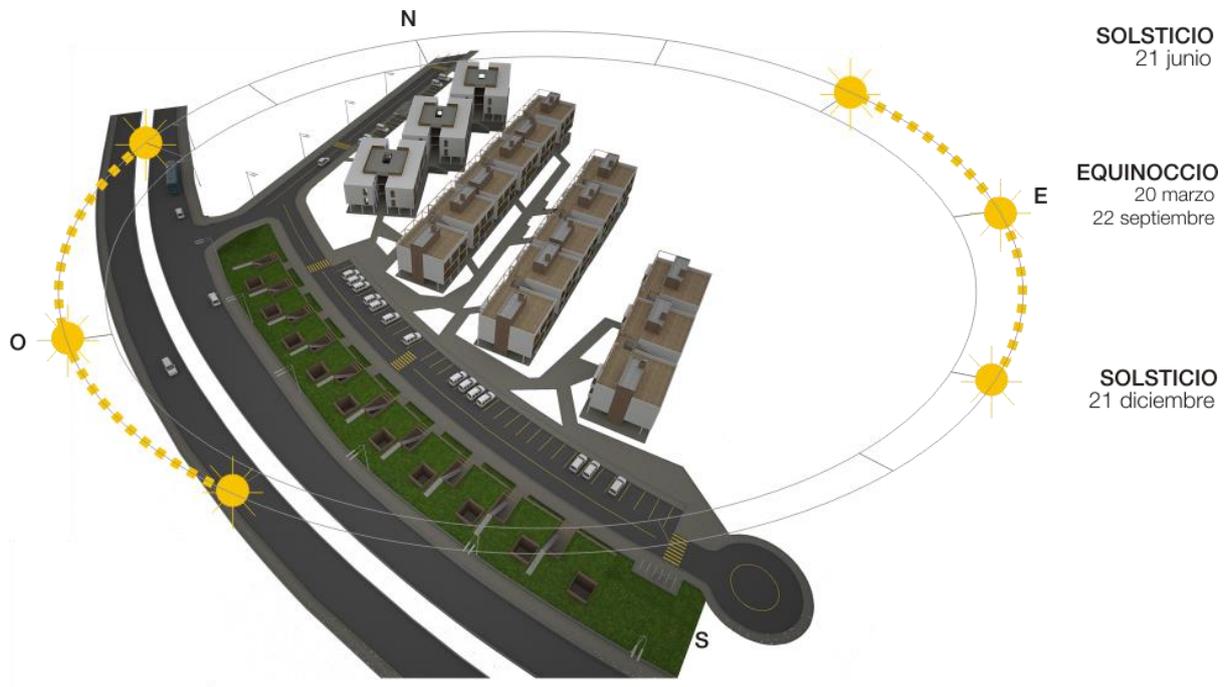


Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Conocer la orientación de un edificio respecto al sol y el viento es fundamental para una arquitectura climáticamente sensible. La orientación determina si es necesario protegerse del sol (tanto en climas cálidos como en templados) o si es deseable el sol de invierno (en regiones frías y templadas) y si un cortaviento puede ser útil.

Es tan simple como entender que el Sol calienta la Tierra y todo lo que está sobre ella, haciendo posible la vida. Como resultado del calentamiento de la tierra surgen el clima y el tiempo, que varían mucho de una posición a otra sobre la Tierra. Por lo tanto, trabajar con el emplazamiento del lugar es una de las reglas básicas para el bienestar térmico de los edificios. En la Figura 57 se muestra el emplazamiento de los bloques de los edificios con respecto a los vientos dominantes, y en la Figura 58 se muestra un estudio general del soleamiento del complejo para aprovechar el diseño solar pasivo, reduciendo la dependencia de los sistemas activos de calefacción y refrigeración, que requieren aportación de energía.

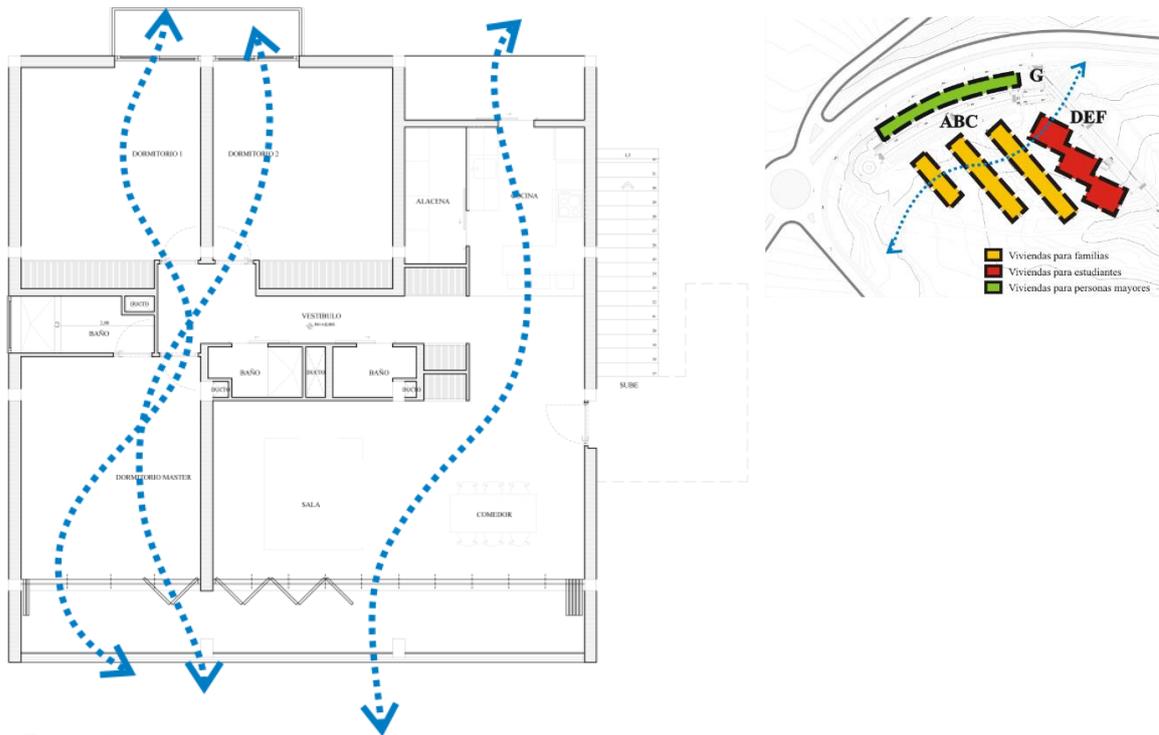
Figura 58. Estudio general del soleamiento.



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

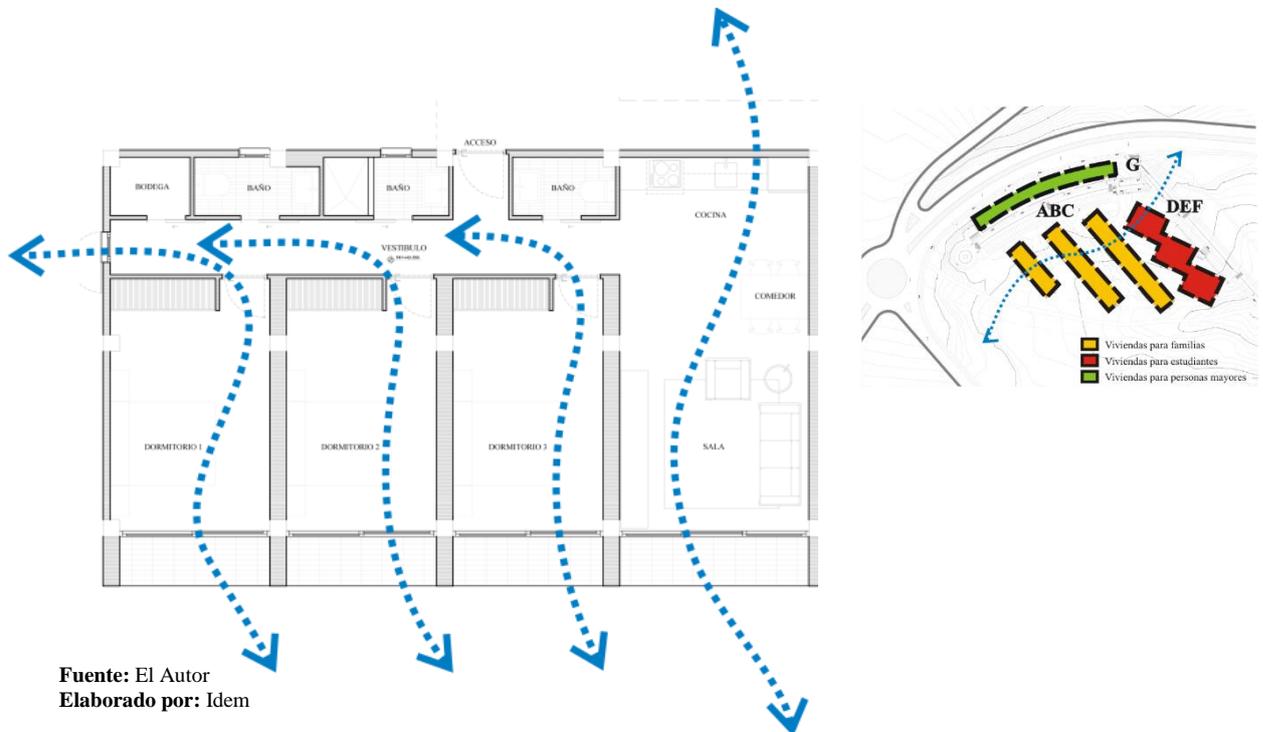
Las siguientes Figura 59, 60 y 61 muestran el emplazamiento de los bloques de vivienda y los vientos dominantes. Las aperturas en lados opuestos generan brisas naturales a través de los espacios.

Figura 59. Estudio de la ventilación cruzada en el Bloque A, B y C.



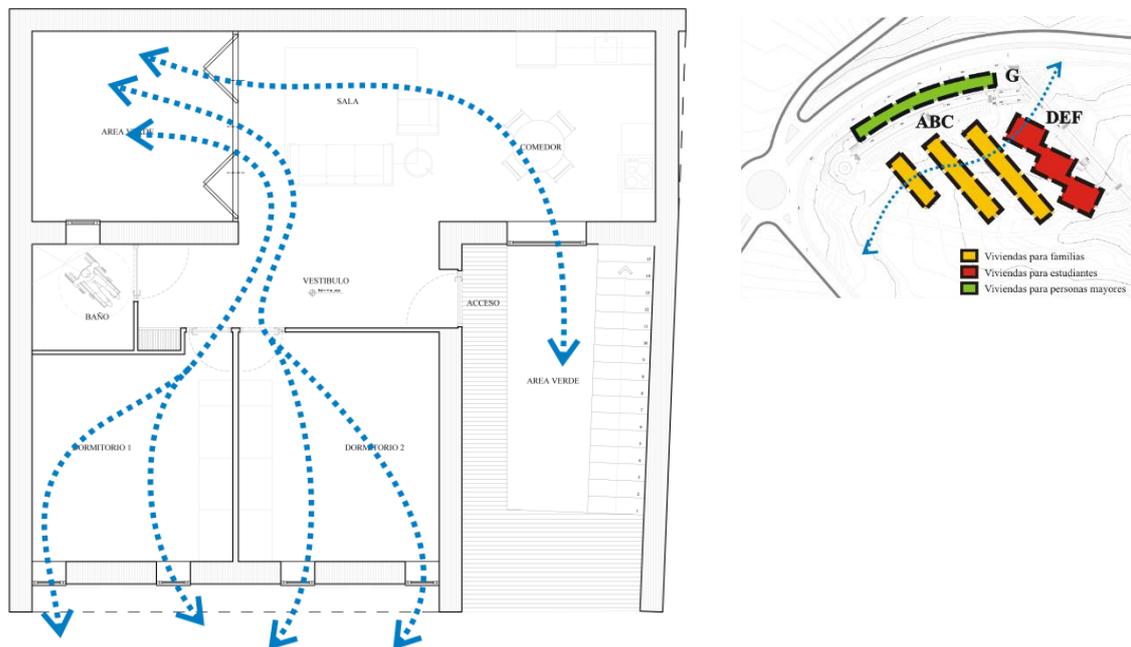
Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Figura 60. Estudio de la ventilación cruzada en el Bloque D, E y F.



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Figura 61. Estudio de la ventilación cruzada en el Bloque G.



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

En una franja de 15° alrededor del Ecuador, la principal preocupación relacionada con el clima es el sobrecalentamiento. Las fachadas este y oeste de un edificio se ven sometidas a las mayores aportaciones caloríficas solares, y la calefacción solo es necesaria con la altitud. Fuera de esta franja, la fachada orientada al sol (encarada al sur en el hemisferio norte y al norte en el hemisferio sur) recibe la mayor radiación solar, que puede usarse como calefacción gratuita en invierno, pero que también puede dar lugar a aportaciones caloríficas no deseadas, provocando el sobrecalentamiento en verano.

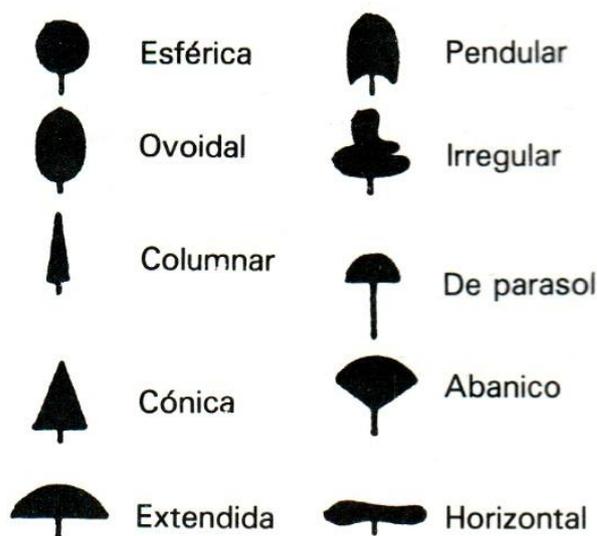
En este proyecto se han minimizado las ventanas orientadas al este y al oeste, para evitar ganancias de calor, aunque se ha buscado la manera de aprovechar los vientos del este, por lo que las aberturas protegidas del sol, son una buena solución.

c. Vegetación.

Se debe seleccionar una especie de "paleta de vegetación", que consiste en seleccionar la vegetación adecuada al ambiente natural de cada predio. Arbolar y jardinar es posible en

casos en los que se desee humedecer el aire, Loja presenta un clima templado-ecuatorial subhúmedo. La paleta de vegetación puede dividirse en cinco partes: árboles, arbustos, cubrepisos, pastos y enredaderas.

Figura 62. Forma de copas de los árboles.

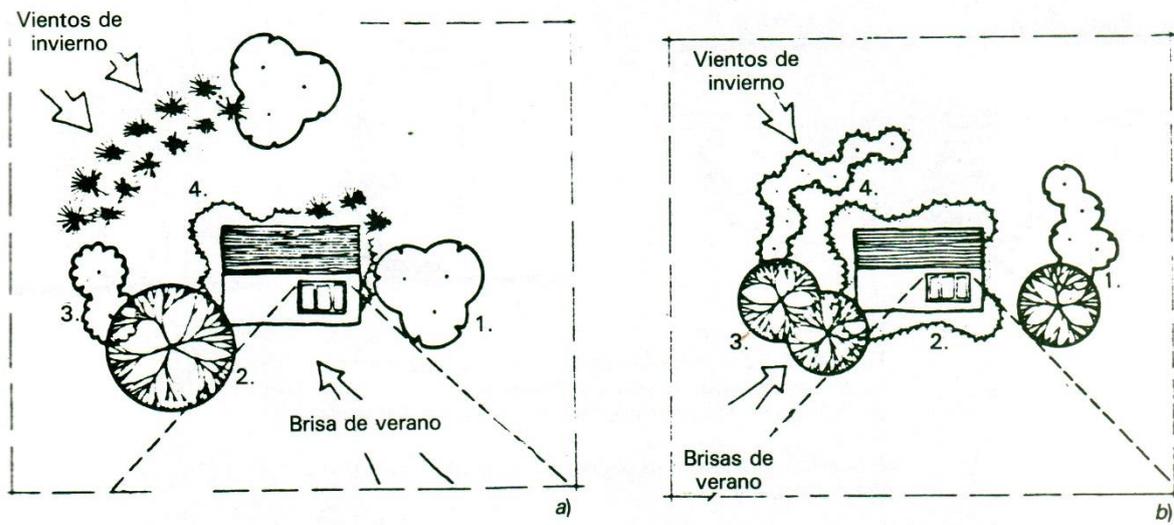


Fuente: Lacomba et al. (1991)
Elaborado por: Idem

La Figura 62 muestra las formas de copas de los árboles. En el proyecto se utiliza la **forma irregular** para que sirva en algunos casos de sombra y en otros como protección contra el viento. En la provincia de Loja hay más fuerza del viento en los meses de julio y agosto, y en la ciudad la dirección predominante del viento es del Norte. (Maldonado, 1985)

El siguiente esquema de la Figura 63 ayuda a comprender la importancia de estudiar el asoleamiento y los vientos dominantes y cómo el diseño de la vegetación puede incidir para su control. En la Figura 64 se muestran los vientos dominantes con dirección Nor-Oeste, y del cómo estos influyen en la implantación de los bloques de edificios de vivienda. Se plantea en color verde, como una herramienta de control de los vientos una especie de barreras vegetales naturales para evitar que estos vientos sean molestos y/o afecten el balance térmico.

Figura 63. Esquemas de plantación en zonas con vientos fríos en invierno y verano cálidos.



Fuente: Lacomba et al. (1991)
Elaborado por: Idem

Figura 64. Vientos dominantes y propuesta de vegetación.



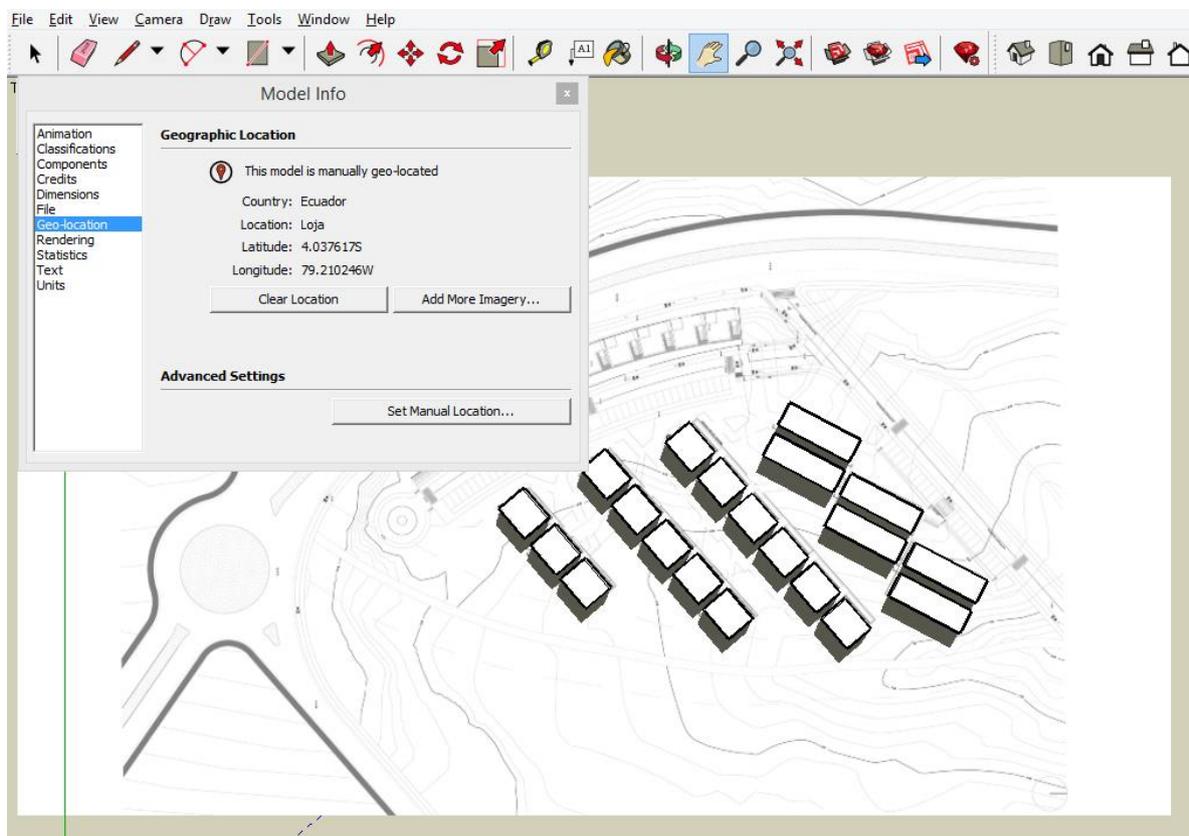
Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

d. Geometría Solar.

El sol siempre sale por el Este y se pone por el Oeste. Conviene recordar la regla básica. También conviene recordar que, incluso fuera de las zonas ecuatoriales, en las latitudes medias de los inviernos del hemisferio norte, el sol se levanta al sur del este y, en el verano, al norte del este. Esto significa que en estas regiones, la cara norte de un edificio puede verse expuesta al sol muy brevemente en verano, mientras que, en invierno, el sol nunca incidirá en dicha cara. En el hemisferio norte, después del amanecer podremos ver cómo el sol cruza el cielo al sur. Lo opuesto es cierto al sur del Ecuador.

En las siguientes figuras se presenta el estudio solar en las diferentes épocas del año. En la Figura 65, el software empleado para modelizar el soleamiento para la latitud de Loja. En las siguientes figuras 66 y 67 se muestra en color amarillo la fachada que recibe el sol a la hora y fecha indicadas. Y un estudio de sombras en las siguientes figuras 68, 69 y 70.

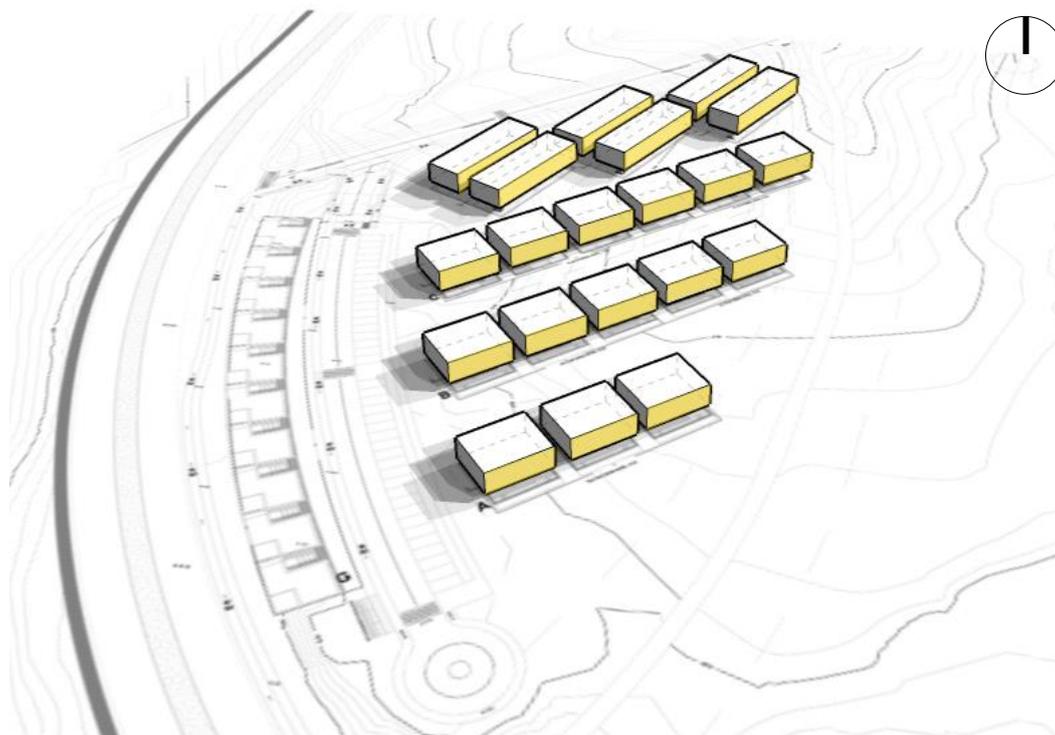
Figura 65. Estudio de soleamiento para el Complejo Residencial Sustentable



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Figura 66. Vista Norte. Soleamiento: 9 horas en Solsticios y Equinoccios.

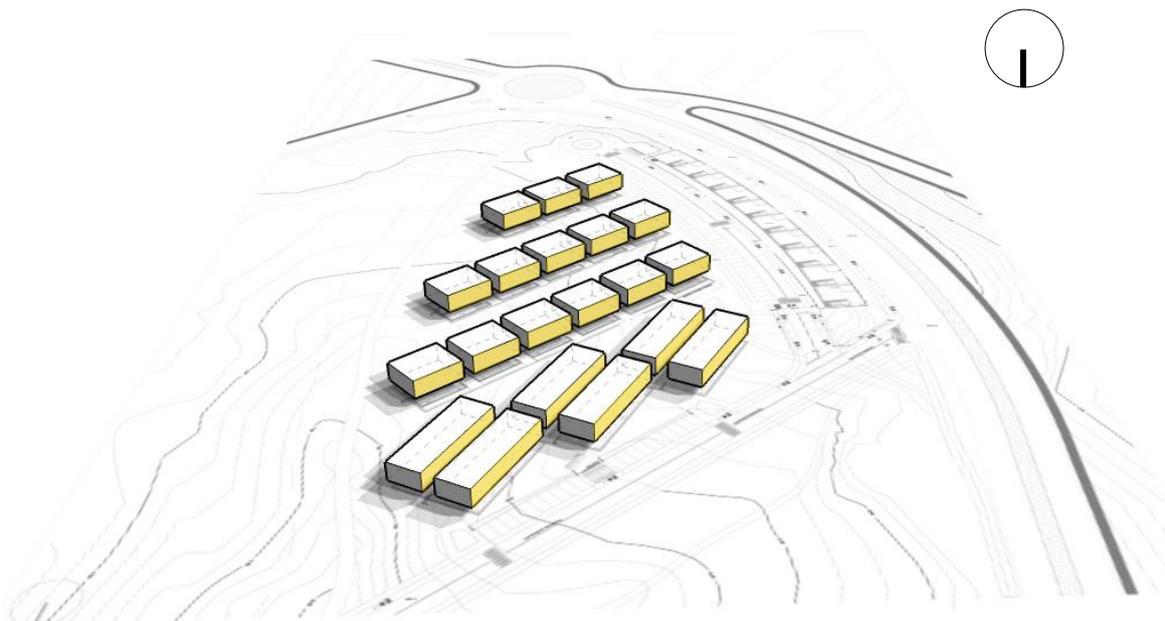
(21 marzo, 21 junio, 21 septiembre, 21 diciembre)



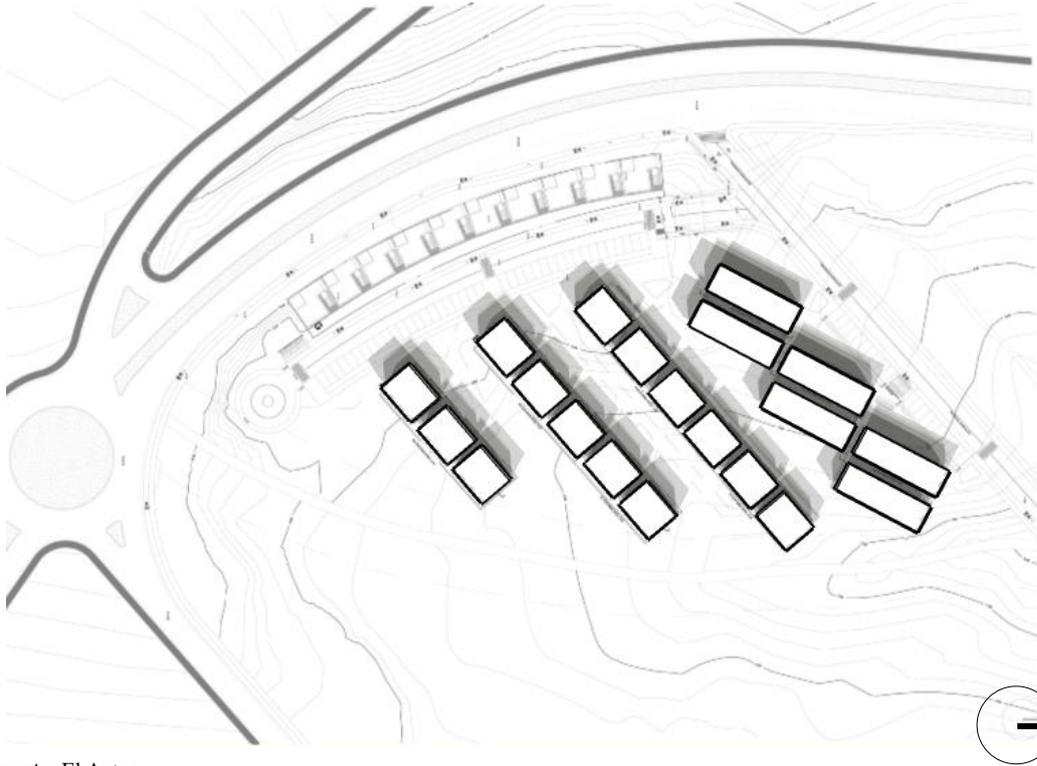
Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Figura 67. Vista Sur. Soleamiento: 15 horas en Solsticios y Equinoccios.

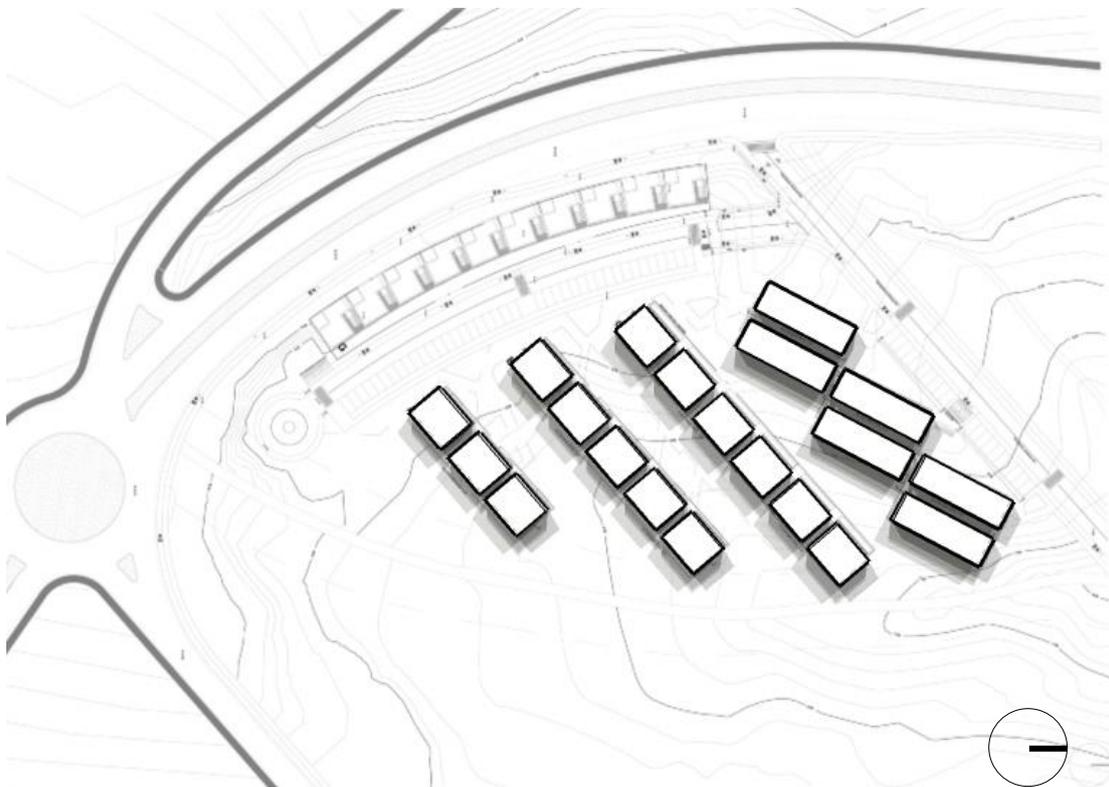
(21 marzo, 21 junio, 21 septiembre, 21 diciembre)



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Figura 68. Estudio de sombras a las 9h

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Figura 69. Estudio de sombras a las 15h

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Figura 70. Estudio de sombras a las 12h en Solsticios y Equinoccios.



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

5.4 Detalles descriptivos del proyecto.

Emplazamiento.

Coordenadas en UTM WGS84

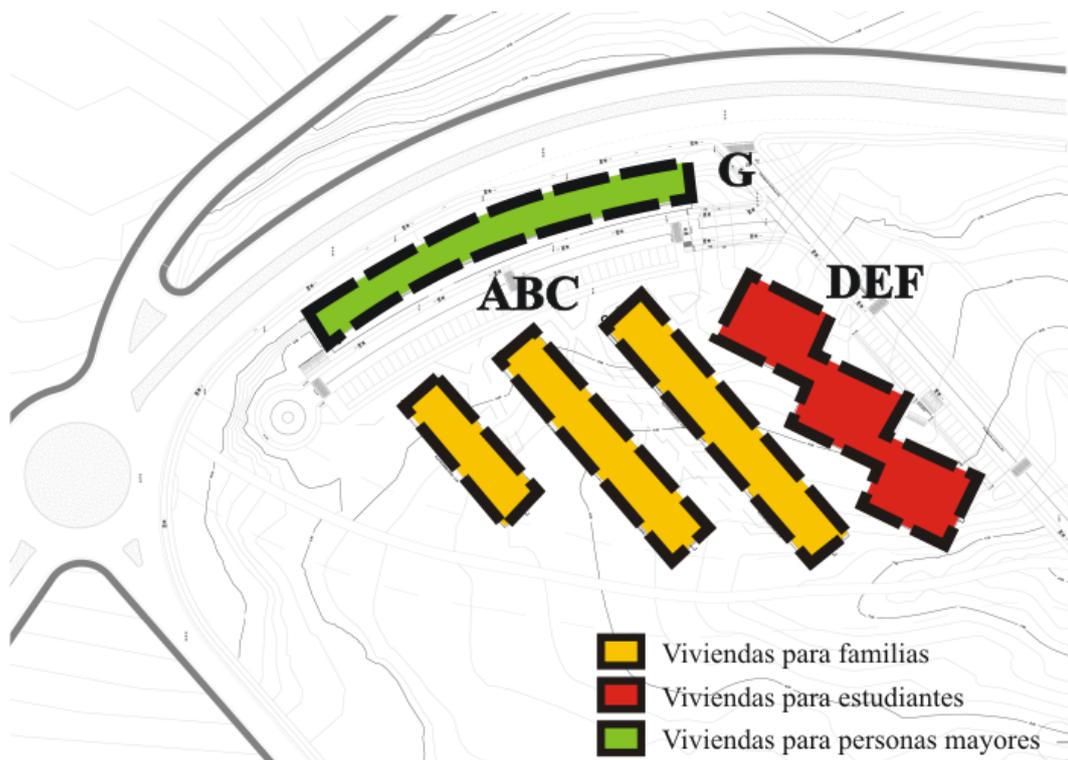
Latitud: 4.037617S

Longitud: 79.210246W

Altitud: 2262 m

El proyecto consiste en el diseño de 62 viviendas (ver Figura 71) distribuidas en tres tipologías diferentes. Esta propuesta es un ejercicio de diseño ubicado en una parcela que es propiedad de la Alcaldía de Loja.

Figura 71. Esquema general del proyecto.



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Accesibilidad.

El proyecto se encuentra ubicado en el sector suroeste de la ciudad, en la parroquia Sucre, Zona D, Sector 03, en el sitio denominado La Cascarilla, entre la vía de integración barrial Ángel Felicísimo Rojas que conecta a Loja con las ciudades cercanas y la Avenida Eugenio Espejo que comunica el proyecto con el centro de la ciudad.

Se han analizado y tenido en consideración los aspectos de accesibilidad al proyecto en vehiculo, en bicicleta y peatonal para incorporarlos al diseño. La zona está abastecida por un adecuado servicio de transporte público que permite conectar este sector con el resto de la ciudad y con otras ciudades.

Por otra parte, se ha diseñado el bloque de viviendas G con criterios de accesibilidad y diseño para todos, de manera que se facilite el uso de estas viviendas para personas mayores o con algún tipo de movilidad reducida.

Descripción física del terreno.

Es un terreno situado entre dos incidencias notables: la vía de integración barrial Ángel Felicísimo Rojas y dos quebradas que configuran el terreno en forma de triángulo. Las variaciones en la superficie de este terreno pueden considerarse uniformes, con una pendiente entre el 8-10%. La cota de nivel más alta se ubica a los 2015 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la más baja a 2000 msnm, siendo el punto más alto la vía mencionada anteriormente, desde el cual se accede al terreno.

Diseño urbano y mejora del sitio.

Este proyecto quiere potenciar el encuentro social, en el que puedan establecerse múltiples recorridos que favorezcan el mantenimiento de las relaciones humanas, por ello se diseña la planta baja libre y se diseña la terraza común que puede también ser utilizada como huerto urbano.

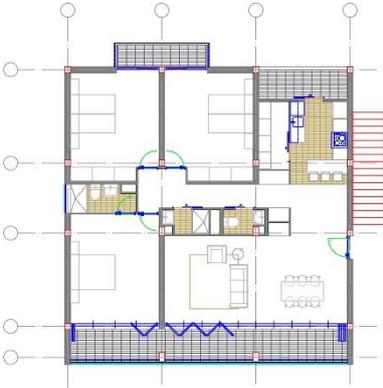
Presupuesto.

No existe una limitación expresa de presupuesto para el desarrollo de esta propuesta, pero se toman en cuenta algunos valores que ya han sido mencionados en el trabajo, es decir, se tiene en consideración que una vivienda de interés social en Loja está por el orden de los 25.000 USD únicamente para la construcción, asumiendo que el terreno es propiedad de la Alcaldía.

Es conveniente no optar únicamente por la tipología de casa aislada para maximizar el uso del terreno. Se proponen bloques de edificios con la planta baja libre siguiendo los criterios bioclimáticos y para facilitar las actividades de intercambio colectivo.

Superficies por vivienda.

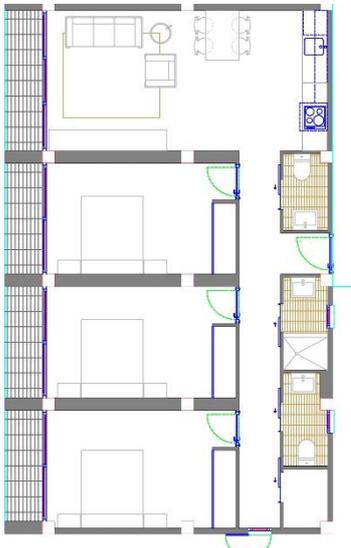
Tabla 7. Superficies bloque A, B y C

TIPOLOGIA	ESPACIOS	SUPERFICIE (m ²)
 <p>VIVIENDA MULTIFAMILIAR BLOQUES A, B y C</p>	Aceso + hall de circulación	14.76
	Sala	15.48
	Comedor	13.87
	Cocina	11.78
	Zona de lavado	4.39
	Baño 1 (inodoro + lavabo)	1.89
	Baño 2 (ducha + vestidor)	1.69
	Habitación 1	18.13
	Habitación 2	18.10
	Habitación principal	18.19
	Baño Habitación principal	3.24
	Terraza 1	3.70
	Terraza 2	11.70
	Ducto (vent e inst.)	0.65
	TOTAL	137.57

Fuente: El Autor

Elaborado por: Idem

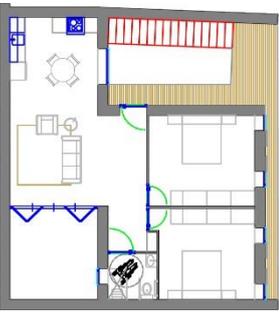
Tabla 8. Superficies bloque D, E y F

TIPOLOGIA	ESPACIOS	SUPERFICIE (m2)
 <p>VIVIENDA MULTIFAMILIAR BLOQUES D, E y F</p>	Acceso + hall de circulación	10.30
	Sala + Comedor	16.65
	Cocina	7.66
	Bodega	1.35
	Baño 1 (visitas)	1.71
	Baño 2 (ducha + lavabo)	2.17
	Baño 3 (ducha + lavabo)	2.15
	Habitación 1	13.80
	Habitación 2	13.62
	Habitación 3	14.13
	Terraza 1	11.19
	TOTAL	94.73

Fuente: El Autor

Elaborado por: Idem

Tabla 9. Superficies bloque G

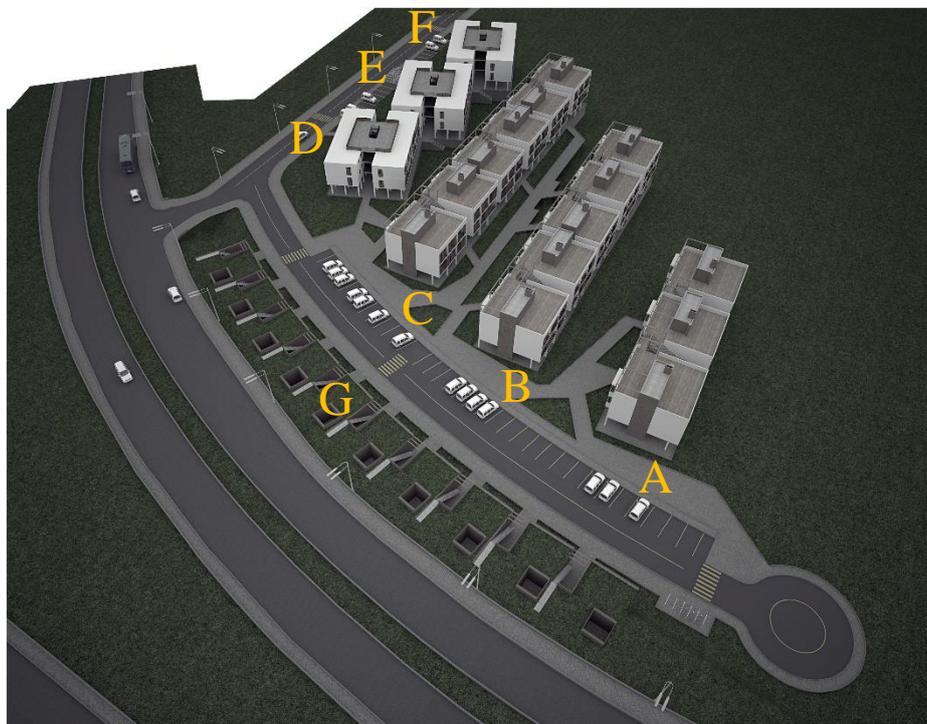
TIPOLOGIA	ESPACIOS	SUPERFICIE (m2)
 <p>VIVIENDA BLOQUE G</p>	Acceso + hall de circulación	7.47
	Sala	14.02
	Cocina + Comedor	11.96
	Patio interior	11.73
	Baño completo	3.44
	Habitación 1	14.49
	Habitación 2	14.86
	TOTAL	77.97

Fuente: El Autor

Elaborado por: Idem

Superficies generales.

Figura 72. Perspectiva General del Conjunto



Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Tabla 10. Superficies Generales Bloque A

A	NIVEL	Edificada	Superficies	
			Comunal	Verde
	Planta N-6.00	----	171.68	35.52
	Planta N-3.00	137.34	308.56	63.84
	Planta N=0.00	412.02	36.60	----
Bloque	Total	549.36	516.84	99.36

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Tabla 11. Superficies Generales Bloque B

B	NIVEL	Edificada	Superficies	
			Comunal	Verde
	Planta N-9.00	----	171.68	35.52
	Planta N-6.00	137.34	308.56	63.84
	Planta N-3.00	412.02	337.00	111.20
	Planta N=0.00	686.70	54.90	----
Bloque	Total	1236.06	872.14	210.56

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Tabla 12. Superficies Generales Bloque C

C	NIVEL	Superficies		
		Edificada	Comunal	Verde
	Planta N-9.00	----	308.56	63.84
	Planta N-6.00	274.68	300.58	99.82
	Planta N-3.00	549.36	300.58	99.82
	Planta N=0.00	824.04	54.90	----
Bloque	Total	1648.08	964.62	263.482

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Tabla 13. Superficies Generales Bloques DEF

DEF	NIVEL	Superficies		
		Edificada	Comunal	Verde
	Planta N-8.00	----	484.00	96.00
	Planta N-5.00	378.92	552.00	96.00
	Planta N-2.00	757.84	620.00	96.00
	Planta N+1.00	1137.24	204.00	----
Bloque	Total	2274.00	1860.00	288.00

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Tabla 14. Superficies Generales Bloque G

G	NIVEL	Superficies		
		Edificada	Comunal	Verde
	Planta N-8.00	----	484.00	96.00
	Planta N-5.00	378.92	552.00	96.00
	Planta N-2.00	757.84	620.00	96.00
	Planta N+1.00	1137.24	204.00	----
Bloque	Total	2274.00	1860.00	288.00

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Tabla 15. Superficies Generales

AREAS GENERALES DEL PROYECTO		
Área	Superficie (m ²)	Observaciones
Estacionamiento	769.70	51 plazas
Caminarías	2444.19	Espacios de circulación peatonal
Áreas verdes	8644.17	Todo el proyecto
Ciclo vías	821.92	Metros lineales

Fuente: El Autor
Elaborado por: Idem

Conclusiones

Un proyecto de vivienda sustentable podría ser un paradigma para la ciudad, combinar este tipo de soluciones estableciendo normas y regulaciones para propiciar un crecimiento urbano ordenado, sería la hoja de ruta para que la ciudad evite el deterioro ambiental debido a la construcción. La magnitud de estos temas requiere un trabajo conjunto de toda la sociedad.

Esta tesis únicamente subraya la importancia de tomar cartas en el asunto, ya que el objetivo principal que se planteó al inicio fue diseñar un conjunto residencial que concentrase usos, actividades y servicios incorporando técnicas y sistemas tecnológicos sustentables. Pero está claro que abordar el tema de la vivienda es también abordar los problemas de la ciudad y su deterioro ambiental. Este trabajo menciona la falta de unidades habitacionales (déficit) y el crecimiento desordenado de la ciudad de Loja, como parte del contexto de la problemática (recordemos que la ciudad está formada en un 70% de viviendas), aunque no presenta soluciones para estos dos últimos problemas, pero si explora un diseño arquitectónico teniendo en cuenta materiales y criterios de sostenibilidad, y contextualizándolo a la normativa de construcción de Ecuador, que en muchos casos es restrictiva a la hora de diseñar con otros materiales como la madera o el adobe.

El acercamiento que se hace al tema de la sustentabilidad en la investigación permitió entender la complejidad y los variados parámetros desde los cuales puede abordarse. Se tomó la decisión de utilizar únicamente tres elementos para el diseño, aunque no por ello se dejaron de citar los más importantes en el marco teórico.

El emplazamiento del proyecto es importante cuando se tienen en cuenta aspectos de sustentabilidad. Se eligió La Cascarilla entre los predios evaluados. Además de las razones expresadas en el documento, ocupa un peso importante que es un terreno municipal donde se construyen viviendas de interés social.

El habitar puede ser que comience por la necesidad de una vivienda, pero no se reduce a ello, sino que abre las puertas de los problemas del empleo y de la cultura, que también se pueden y deben enfocar colectivamente. (Rodríguez-Villasante, 1995).

Recomendaciones.

Unir la complejidad de la sustentabilidad en un proyecto arquitectónico puede resultar utópico cuando se quiere tener en cuenta todas las variables. Este ejercicio académico ha permitido la posibilidad de entender las limitantes con las que puede enfrentarse un proyecto de este tipo en Loja.

Por tanto, se recomienda:

- Trabajar de manera conjunta universidades y sociedad civil (empresas) para mejorar los controles de calidad, pruebas de laboratorio, etc. para materiales como el adobe y la madera, y recuperar la fiabilidad del uso de estos para la construcción.
- Es ideal que un proyecto de vivienda social pueda ubicarse en terrenos bien localizados en la ciudad, es decir, cercano a la red de oportunidades. Lo anterior, muchas veces no puede llevarse al campo real, porque estos terrenos incrementan su precio, es algo que debería discutirse.
- Se debería poner especial atención para solucionar el déficit de unidades habitacionales, no únicamente en cubrir la cantidad necesaria, sino también que las viviendas que se proporcionen sean climáticamente confortables y en cierta medida auto-sostenibles.

Bibliografía

- Arredondo Zambrano, C. E., & Reyes Bernal, E. (2013). *Manual de vivienda sustentable: principios básicos de diseño*. México: Editorial Trillas.
- Binefa, M., Devesa, R., Sagrera, A., & O'Brien, M. (2012). *Entorno arquitectura. La sostenibilidad desde los ciclos materiales*. Barcelona: El Tinter SAL. Elisava, Universitat Pompeu Fabra (UPF).
- Blesa, J. (2008). *Vivienda colectiva*. Valencia: Pencil.
- Bloom, D. E., & Khanna, T. (2007). The urban revolution. *Finance & Development*, 8-14.
- Borralló Jiménez, M., Gómez de Terreros Guardiola, P., Navarro Casas, J., & Prieto Thomas, A. (2000). *La arquitectura y... Introducción a los materiales de construcción*. Madrid: Bellisco. Ediciones técnicas y científicas.
- Corbusier, L. (2006). *Una pequeña casa*. Buenos Aires: Infinito.
- De Garrido, L. (2007). *R\$ HOUSE. La referencia en arquitectura sostenible*. Valencia: Zamit Digital, S.L.
- Ecuador. (2013). *Plan del Buen Vivir 2013-2017*. Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Ecuador. (2015). *Constitución de la República*. Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Edwards, B. (2009). *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.L.
- Espinoza, S. (2013). *Vivienda de alta densidad Quinta Leonor. (Tesis de pregrado)*. UTPL: Loja.
- INEC. (2014). *Anuario de estadística de edificaciones 2014*. Quito: Dirección de comunicación social.
- Jourda, F.-H. (2012). *Pequeño manual del proyecto sostenible*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.L.
- Kaltenbach, F. (2011). ¿Desecho, material reciclable o arte? Propósitos y atractivos del reciclado. *Detail*, 6-12.
- Krauel, J. (2014). *Casas sostenibles*. Barcelona: LinksBooks.
- Lacomba, R., Ferreiro, H., Fuentes, V., García, J. R., Gutiérrez, S., Hernández, M., . . . Olivares, N. (1991). *Manual de arquitectura solar*. México: Editorial Trillas.
- López de Lucio, R. (2013). *Vivienda colectiva, espacio público y ciudad*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Marco, E. (2011). *Edificio SUNRISE. Ensanche de Vallecas, Madrid. Una propuesta de vivienda social sostenible*. Madrid: Susana Barcenilla.

- Martínez Alonso, C. (2014). *Arquitectura sostenible*. China: Lexus Editores.
- Moia, J. L. (2012). *Como se proyecta una vivienda*. Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- Moxon, S. (2012). *Sostenibilidad en interiorismo*. Barcelona: Art Blume, S.L.
- Norberg-Schulz, C. (2001). *Intenciones en arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- Orbe, A., Cuadrado, J., Rojí, E., & Maturana, A. (2010). *Arquitectura y madera. Guía de diseño de elementos estructurales adaptada al CTE*. Vitoria-Gasteiz: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia.
- Peña, F. (2016). *Necesidad de reformar la ley de gestión ambiental con la finalidad de crear unidades de gestión ambiental de forma obligatoria en todas las instituciones públicas respecto al artículo 13. (Tesis de pregrado)*. UNL: Loja.
- Reyes, C., Baraona Pohl, E., & Pirillo, C. (2007). *Arquitectura sostenible*. Valencia: Editorial Pencil, S.L.
- Rodríguez-Villasante, T. (1995). El habitar (ciudadano) frente al hábitat (segregado). En L. Cortés Alcalá, *Pensar la vivienda* (págs. 103-120). Madrid: Talasa Ediciones, S.L.
- Roux Gutierrez, R. S., & Olivares Santiago, M. (2002). Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento portland al 6% y reforzados con fibra de coco, para muros de carga en Tampico. *Informes de la construcción*, Vol. 53, No. 478, 39-50.
- Salas, J. (1992). *Contra el hambre de vivienda. Soluciones tecnológicas latinoamericanas*. Bogotá: Editorial Escala.
- Salas, S. (1987). *La tierra material de construcción*. Madrid: Instituto Eduardo Torroja.
- Sebastián A., M. (2015). *Arquitectura sustentable: proyecto social en sectores marginales*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Secretaria de Gestión de Riesgos. (2013). *Análisis de Vulnerabilidad del Cantón Loja*. Loja: UNL.
- Seok, K. H. (2010). *_MC A Mario Cucinella Architects*. Seúl, Korea.: Equal books.
- Torres G., T. (2011). *El sector de la construcción: motor de la economía*. Loja: UTPL.
- Torres, W. I. (2011). *Formación de los precios de las viviendas urbanas en la ciudad de Loja. Año 2010-2011. (Tesis de pregrado)*. UTPL: Loja.
- Vanegas, C. (2009). *Propuesta habitacional dentro del contexto urbano actual. (Tesis de pregrado)*. UTPL: Loja.

ANEXOS

Anexo 1.**INDICADORES SOSTENIBLES**

Por Luis De Garrido.

1. Optimización de los recursos y materiales.
 - 1.1 Utilización de materiales y recursos naturales.
 - 1.2 Utilización de materiales y recursos duraderos.
 - 1.3 Utilización de materiales y recursos recuperados.
 - 1.4 Reutilización de materiales y recursos.
 - 1.5 Utilización de materiales y recursos reutilizables.
 - 1.6 Grado de reutilización de los materiales y recursos utilizados.
 - 1.7 Utilización de materiales y recursos reciclados.
 - 1.8 Utilización de materiales y recursos reciclables.
 - 1.9 Grado de reciclaje de los materiales y recursos utilizados.
 - 1.10 Grado de renovación y reparación de los recursos utilizados.
 - 1.11 Grado de aprovechamiento de los recursos.

2. Disminución del consumo energético.
 - 2.1 Energía utilizada en la obtención de materiales de construcción.
 - 2.2 Energía consumida en el transporte de materiales.
 - 2.3 Energía consumida en el transporte de la mano de obra.
 - 2.4 Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio.
 - 2.5 Consumo energético del edificio.
 - 2.6 Idoneidad de la tecnología utilizada respecto a parámetros intrínsecos humanos.
 - 2.7 Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante el diseño del propio edificio y su entorno. (Grado de Bioclimatismo)
 - 2.8 Inercia térmica del edificio.
 - 2.9 Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante dispositivos tecnológicos. (Grado de integración arquitectónica de energías alternativas).
 - 2.10 Consumo energético en la deconstrucción del edificio (desmontaje, demolición, tratamiento de residuos, etc.)

3. Disminución de residuos y emisiones.
 - 3.1 Residuos y emisiones generados en la obtención de los materiales de construcción.
 - 3.2 Residuos y emisiones generados en el proceso de construcción del edificio.
 - 3.3 Residuos y emisiones generados durante la actividad del edificio.
 - 3.4 Residuos y emisiones generados en la deconstrucción del edificio.

4. Disminución del mantenimiento, explotación y uso de los edificios.
 - 4.1 Adecuación de la durabilidad del material a su vida útil en el edificio.
 - 4.2 Energía consumida cuando el edificio está en uso.
 - 4.3 Energía consumida cuando el edificio no está en uso.
 - 4.4 Consumo de recursos debido a la actividad en el edificio.
 - 4.5 Emisiones debidas a la actividad en el edificio.
 - 4.6 Energía consumida en la accesibilidad al edificio.
 - 4.7 Grado de necesidad de mantenimiento del edificio.
 - 4.8 Entorno socio-económico y costes de mantenimiento.
 - 4.9 Coste del edificio.

5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.
 - 5.1 Emisiones nocivas para el medio ambiente.
 - 5.2 Emisiones nocivas para la salud humana.
 - 5.3 Índice de malestares y enfermedades de los ocupantes del edificio.
 - 5.4 Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes.

Anexo 2.

2.1. Decálogo para un diseño bioclimático y una vivienda sana.

(Martínez Alonso, 2014)

1. La fachada principal ha de estar orientada hacia el sol (hacia el sur si estamos en el hemisferio norte y hacia el norte si estamos en el hemisferio sur). Posicionaremos aleros en función de la latitud para dar sombra en verano y dejar pasar la luz solar en invierno.
2. Situaremos en los alrededores árboles de hoja caduca para que hagan sombra en verano.
3. Una galería adosada con grandes superficies acristaladas en el lado sol de la vivienda sirve de captador solar.
4. Las paredes, muros y materiales macizos permiten una mayor inercia térmica, es decir, acumulan mejor el calor para desprenderlo horas después.
5. En caso de tener chimenea, sería recomendable rematarla con un capuchón autoaspirante termoeólico, que evacua los humos y el exceso de calor, y evita los retornos hacia el exterior.
6. Disponer claraboyas abatibles en la cubierta y trampillas regulables en la parte inferior de la fachada opuesta al sol ayuda a iluminar pasillos, baños, buhardillas y otras estancias. Al ser abatibles y regulables, se pueden abrir en verano para evacuar el aire caliente y crear ventilación cruzada.
7. Usar aislamiento natural en las paredes y láminas impermeabilizantes transpirables para las cubiertas.
8. Usar materiales locales de construcción siempre que sea posible.
9. Los materiales usados deben ser inocuos radiactivamente; en ningún caso deben emitir más de 180 mrad por año, ni desprender gas radón, que está asociado a ciertos cánceres de pulmón.
10. El equilibrio eléctrico de la vivienda deberá ajustarse al máximo al ambiental, que va de los 120 a los 300 voltios por metro. Por dicho motivo no se debe abusar de materiales sintéticos, ni de los ferromagnéticos, que generan cargas electrostáticas.

2.2. Decálogo de una vivienda biocompatible

(Martínez Alonso, 2014)

1. **Calidad del aire interior.** Conviene renovar el aire interior de la vivienda con frecuencia y evitar las sustancias químicas que puedan ser perjudiciales para la salud.
2. **Equipos electrónicos.** Es aconsejable evitar las radiaciones provenientes de la red eléctrica, de determinados aparatos electrónicos o, incluso, de las redes inalámbricas.
3. **Mantenimiento de los equipamientos.** Sin un mantenimiento adecuado, ciertos equipamientos, como el aire acondicionado, pueden ser caldo de cultivo de bacterias, hongos y otros microbios.
4. **Materiales biocompatibles.** Los materiales deben propiciar la salud de los moradores, ser transpirables, presentar baja emisión radioactiva y no contener compuestos químicos tóxicos.
5. **Iluminación natural.** La luz solar es importante para beneficiarse de los efectos bactericidas y purificadores de los rayos del sol y para evitar carencias de vitamina D.
6. **Efectos positivos de la vegetación.** La calidad del aire exterior es superior si en las cercanías de la vivienda hay zonas arboladas o boscosas o parques con vegetación abundante.
7. **Radiaciones geológicas.** Antes de construir, conviene estudiar las energías que emanan del suelo y evitar las zonas de intensa radiación terrestre debido a la toxicidad del gas radón.
8. **Emplazamiento de la vivienda.** En la elección del emplazamiento hay que tener en cuenta las fuentes cercanas de contaminación ambiental, como industrias o calles muy transitadas.
9. **Contaminación acústica.** El ruido puede provocar efectos psicológicos negativos y otros efectos fisiopatológicos y, en los casos más graves, daños en el sistema auditivo.
10. **Contaminación electromagnética.** Hay que evitar la proximidad a fuentes de contaminación electromagnética, como líneas de alta tensión o antenas de telefonía móvil o telecomunicaciones.

Las “tres R” en la construcción de una vivienda.

El modo de vida actual produce montañas de residuos que no paran de crecer. Así es también en el ámbito de la construcción y demolición de viviendas. En las rehabilitaciones y reformas, y especialmente en los derribos de edificios, se generan una gran cantidad de residuos. Para combatirlos, es necesario recurrir a las famosas “tres R”: reducir, reutilizar y reciclar.

La primera y más importante de las “tres R” es reducir, es decir, minimizar la cantidad de residuos. Reducir implica usar materiales que, una vez finalizada su vida útil, no se conviertan en un residuo, lo cual no siempre es posible. Aquí es donde entran en acción las otras dos R.

Aunque no todo es reciclable ni reutilizable, sí hay muchos materiales de la construcción que pueden tener una segunda vida (como la tierra, los escombros, el hierro, el hormigón o la madera). Para ello, es imprescindible que se realice una correcta separación de los residuos durante la obra. (Martínez Alonso, 2014)

Reducir.

Es decir, intentar minimizar los residuos.

Hay dos maneras de hacerlo en la construcción, la primera consiste en usar materiales naturales que no hayan sufrido transformación y que su estado sea muy parecido al que tenía en el medio natural. La segunda es escoger productos o materiales más duraderos, ya que cuanto más duren, más tardarán en convertirse en residuos y en tener que ser sustituidos. De manera que reducir es antónimo de "usar y tirar".

Reutilizar.

Significa sacar el máximo provecho posible a un material o producto, antes de que se convierta en residuo.

A través de un proceso de transformación mínimo se busca la manera de recuperar aquellos elementos que puedan tener el mismo uso u otro diferente.

Reciclar.

Aunque la mayor parte de los residuos de obra son reciclables, en algunas ocasiones no se tiene en cuenta que estos deben ser separados correctamente, por ejemplo se pueden separar en tres grandes grupos: materiales inertes, peligrosos y no peligrosos.

Anexo 3.

Capítulo Séptimo.

Derechos de la Naturaleza.

Constitución de la República del Ecuador (2015).

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

Anexo 4.

Capítulo I

De la Planificación

Ley de Gestión Ambiental (2014)

Art. 14.- Los organismos encargados de la planificación nacional y seccional incluirán obligatoriamente en sus planes respectivos, las normas y directrices contenidas en el Plan Ambiental Ecuatoriano (PAE).

Los planes de desarrollo, programas y proyectos incluirán en su presupuesto los recursos necesarios para la protección y uso sustentable del medio ambiente. El incumplimiento de esta disposición determinará la inejecutabilidad de los mismos.

Art. 17.- La formulación del Plan Nacional de Ordenamiento Territorial la coordinará el Ministerio encargado del área ambiental, conjuntamente con la institución responsable del sistema nacional de planificación y con la participación de las distintas instituciones que, por disposición legal, tienen competencia en la materia, respetando sus diferentes jurisdicciones y competencias.

Art. 18.- El Plan Ambiental Ecuatoriano, será el instrumento técnico de gestión que promoverá la conservación, protección y manejo ambiental; y contendrá los objetivos específicos, programas, acciones a desarrollar, contenidos mínimos y mecanismos de financiación así como los procedimientos de revisión y auditoría.

Anexo 5.

INNOVACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO: LA IMPORTANCIA DE LA SOSTENIBILIDAD

TENDENCIAS 2015 EN SOSTENIBILIDAD



MEJOR GESTIÓN DE LOS RECURSOS

- Establecimiento de un código de conducta de los proveedores.
- Construcción de redes de trabajo colaborativo con objetivos comunes.
- Establecimiento de una cadena de custodia que asegure la transparencia en la gestión.
- Sometimiento de la cadena de suministro a evaluación continua.



USO DE MATERIALES BIOLÓGICOS INNOVADORES

Que permitan ampliar el ciclo de vida de los productos reutilizando y reciclando. Gestionando de manera responsable fuentes de origen vegetal, como la madera, la caña de azúcar y maíz dentado, trigo, residuos de biomasa y para acercarse a un modelo de negocio circular, que asegure un flujo continuo de materia prima y demuestre un compromiso con la sostenibilidad ambiental y social.



OPERACIONES ECO-EFICIENTES

Que no sólo no afecten al rendimiento sino que impulsen el crecimiento organizacional, mejorando procesos y servicio al cliente a partes iguales.



EL MARCO DE TRABAJO SOSTENIBLE PARA UNA CADENA DE SUMINISTRO



LA EVOLUCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO SOSTENIBLE

Según datos de la encuesta sobre "Cadena de suministro global" de PWC, las iniciativas orientadas a la sostenibilidad han aportado valor a la cadena de suministro, especialmente en los últimos dos años, como se percibe de los siguientes resultados:



de los responsables de operaciones han detectado una **disminución de los costes generales**.



35%

de las empresas con una cadena de suministro sostenible han constatado que **producían un menor impacto ambiental**.



de estas organizaciones descubrieron que sus programas y políticas de sostenibilidad repercutían directamente en la **mejora de los índices de satisfacción del cliente**.



Anexo 6.

Fuente: Recuperado de <https://goo.gl/Cov14q>

EKOTECTURA 2016 se consolida como el encuentro de arquitectura y construcción sostenible más grande de Latinoamérica, organizado por la Academia Colombiana de Arquitectura y Diseño con el aval de diferentes instituciones del sector público y privado.

Es un evento integrador que promueve la búsqueda de soluciones que conduzcan al mejoramiento y creación de conciencia hacia una filosofía de vida sostenible en la ciudad. Su principal objetivo es ofrecer al asistente toda una experiencia en torno a la Sostenibilidad, a partir de espacios para la reflexión y toma de conciencia, que permitan establecer acuerdos colectivos, desde el presente y para la convivencia futura.