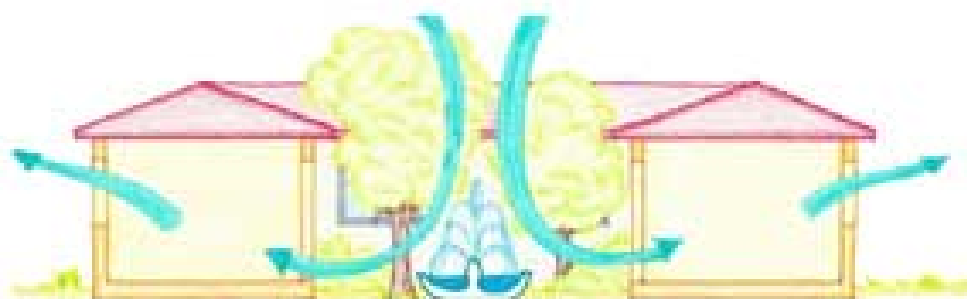
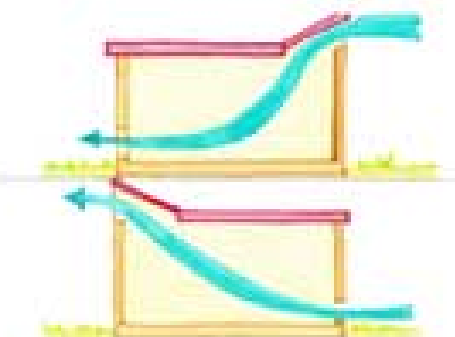
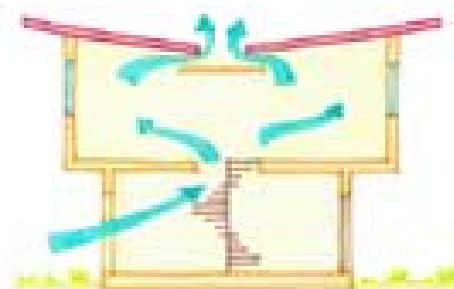
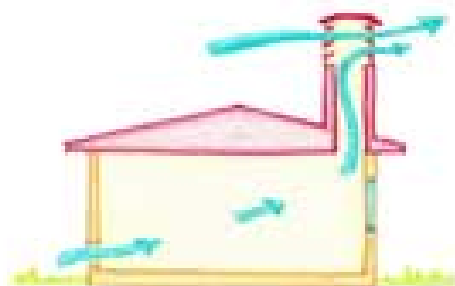
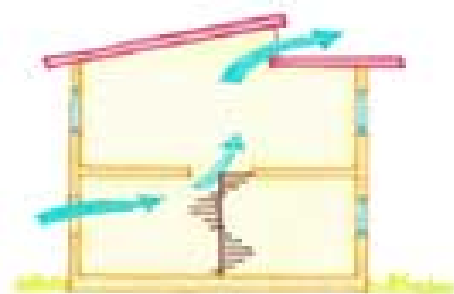


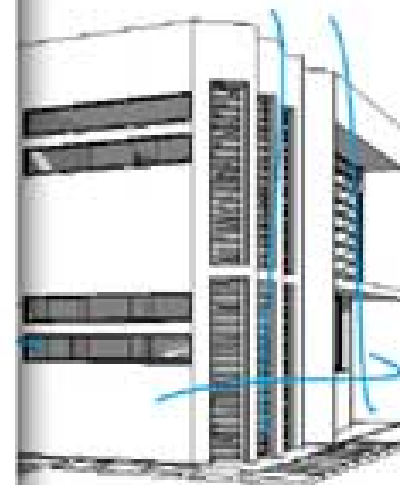
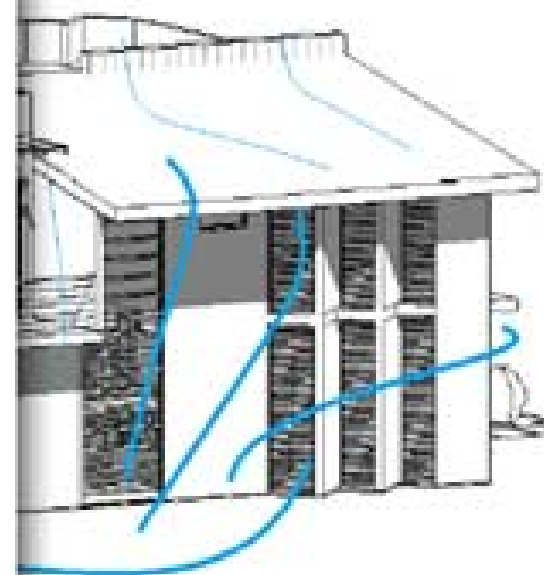
# Arquitectura Sustentable Aplicada a Viviendas



Tomando en cuenta que la dirección del viento es noreste, los muros inclinados hacia la cubierta y también permitiendo un obstáculo que crea remolinos de la vivienda permite una forma en la que los vientos pueden ser aprovechados.



Deisy Velepucha Mora  
UNIVERSIDAD DE CUENCA



## RESUMEN

Consiente que la arquitectura de la ciudad de Cuenca, es una arquitectura vernácula, que se ha mejorado de generación en generación, es conveniente reflexionar y aprender de ella, pero también es necesario enriquecerla y renovarla.

En la actualidad, debido a los problemas ambientales, debemos pensar no solo en edificaciones visualmente agradables, sino también en aquellas que son amigables con el ambiente, por tal razón, es indispensable proyectar viviendas sustentables, para crear un mayor nivel de confort, optimizando los recursos y aprovechar materiales de la región considerando las condiciones climáticas, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto, mediante proyectos energéticamente eficientes y formalmente bien concebidos, como consecuencia de un análisis climático y así poder aplicar los requerimientos sustentable a un proyecto, basándose en un programa de necesidades para una familia interesada en la calidad medio ambiental, a través de una arquitectura consiente.

Como consecuencia, este documento se lo puede tomar como un aporte, que ofrece soluciones arquitectónicas sustentables, que se pueden aplicar a una vivienda. Para lograr esto, es muy importante tener presente la relación Arquitectura – Medio Ambiente, lo cual nos permite conocer de mejor manera los recursos que nos brinda la naturaleza para potenciarlos a favor de la vivienda y de esta manera disminuir los impactos medio ambientales, mediante mecanismos que reducen o eliminan la dependencia de recursos no renovables.

### PALABRASCLAVE:

Arquitectura Sustentable, Sustentabilidad, Medio Ambiente, Vivienda, Diseño, Clima, Eficiencia, Energía Renovable, Reciclar, Confort.

## ABSTRACT

Agree that the architecture of the city of Cuenca is a vernacular architecture, which has been improved from generation to generation, it is appropriate to reflect and learn from it, but also need to enrich and renew.

At present, due to environmental problems, we must think not only visually pleasing buildings, but also in those that are friendly to the environment, therefore it is essential sustainable housing project, to create a higher level of comfort, optimizing leverage resources and materials from the region considering the climatic conditions to obtain maximum performance with the least impact through energy efficient and formally well-conceived projects, as a result of climate analysis and be able to apply the requirements to a sustainable project, based on program needs for a family interested in environmental quality, through a conscious architecture.

As a result, this paper can take as an input, which provides sustainable architectural solutions that can be applied to housing. To achieve this, it is very important to the relationship Architecture - Environment, which allows us to know better the resources provided by nature to enhance them for housing and thus reduce environmental impacts through mechanisms that reduce or eliminate dependence on non-renewable resources.

### KEY WORDS:

Sustainable architecture, Sustainability, Environment, Housing, Design, Climate, Efficiency, Renewable Energy, Recycle, Comfort.

# Índice

Introducción	17	Elementos Climáticos	65
Objetivos	19	Temperatura Atmosférica	65
		Humedad del Aire	66
		Precipitación	66
		Presión Atmosférica	66
		Factores que influyen en el Clima	67
		Latitud	67
		Longitud	68
		Altitud	68
		Relieve	69
<b>CAPÍTULO 1: ARQUITECTURA Y VIVIENDA SUSTENTABLE</b>		<b>Soleamiento</b>	70
<b>Sustentabilidad</b>	23	Movimientos de Tierra	70
Conceptos Básicos	24	Movimiento de Rotación	70
Antecedentes Históricos	25	Movimiento de Traslación	71
<b>Determinantes</b>	29	Cartas Solares	73
Determinantes Sociales	30	Radiación Solar	74
Determinantes Económicos	31	Transferencia de Calor	74
Determinantes Ambientales	32	Inercia Térmica	76
<b>Arquitectura Sustentable en el Mundo</b>	34	Efecto Climático del Suelo	76
<b>Arquitectura Sustentable en América Latina</b>	41	Aislamiento y Masa Térmica	76
<b>Arquitectura Sustentable en Ecuador y Cuenca</b>	49	Confort Térmico	78
		<b>Viento</b>	78
		Vientos Locales	79
		El Aire como necesidad	80
		Viento y Arquitectura	81
		Protección frente al Viento	82
<b>CAPÍTULO 2: EL MEDIO AMBIENTE COMO DETERMINANTE DEL DISEÑO</b>			
<b>Arquitectura y el Medio Ambiente</b>	59		
<b>Clima</b>	59		
Zonas de Clima Cálido	60		
Zonas de Clima Templado	62		
Zonas de Clima Frío	64		

Efecto de la Vegetación	83	Energía Biomasa	116
Utilización Climática de la Vegetación	84	Biodigestores	117
<b>Cuenca y su Clima</b>	85	Energía Solar	117
Datos Climatológicos de Cuenca	86	Energía Solar Térmica	118
Temperatura	86	Colector de Agua Solar Heat Pipe	119
Humedad	87	Piso Radiante	121
Precipitación	88	Energía Solar Fotovoltaica	123
Velocidad del Viento	89	Sistema Energéticos Pasivos	128
Dirección del Viento	90	Calefacción Solar por aportes pasivos	128
Insolación	91	Captación Directa	129
Análisis Climatológicos de Cuenca	92	Captación Indirecta	131
		Captación Aislada	133
		Sistema de Ventilación Pasiva	134
		Formas de Ventilar	135
		Pérdidas por Ventilación	136
		Fachada Ventilada	136
		Actuaciones sobre el Calentamiento	137
		Sistemas Evaporativos de Refrigeración	138
		Materiales de Construcción	139
		Estrategias para disminuir el Impacto Ambiental de los Materiales	140
		Técnicas para la Evaluación de Materiales	142
<b>CAPITULO 3: SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, SISTEMAS ENERGÉTICOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>Sistemas Constructivos</b>	95		
Construcción en seco	96		
Steel Frame	96		
Sistema de Micro Hormigón Vibro Prensado	107		
<b>Sistemas Energéticos</b>	110		
Sistemas Energéticos Renovables o Alternativos			
Energía Eólica	111		
Sistema Eólico de Baja Potencia	113		



## CAPÍTULO 4: SISTEMAS DE VALORACIÓN AMBIENTALES

<b>Sistemas de Valoración Ambientales</b>	167
Tipos de Sistemas de Valoración y Certificación Ambientales	168
Sistemas de Certificación LEED	168
Sistemas de Certificación GREEN GLOBE	174
Sistemas de Certificación STM	175
Sistemas de Valoración HQE	176
Sistemas de Valoración HOLCIM	178
Sistemas de Certificación BREAM	179
Sistemas de Certificación DNGB	180
Sistemas de Certificación CASBEE	180
Certificaciones en Ecuador	181

## CAPÍTULO 5: ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO

<b>Selección del terreno</b>	187
Opciones de Emplazamiento del Terreno	187
Matriz de Selección	190
Usos de suelo y características para las Cabeceras Parroquiales	192
<b>Estudio del terreno y su contexto inmediato</b>	193
Estudio de soleamiento y vientos en el sector del lugar	194
Necesidades de una familia promedio	195
Interrelación de espacios	196
Emplazamiento	197
Planos	198
Elevaciones	201

Cortes	203
Análisis de los elementos constructivos	204
Incidencia del sol en la vivienda	205
Incidencia del viento en la vivienda	213
Sustentabilidad del proyecto	217
Perspectivas interiores	218
Perspectivas exteriores	219
Conclusión	223
Bibliografía	225

MAS RECURSOS EN:



Material compartido con fines educativos  
El libro pertenece a sus respectivos autores.



Universidad de Cuenca  
Cláusula de derechos de autor

---

Yo, *Deisy Johanna Velepucha Mora*, autora de la tesis “Propuesta Sustentable, aplicada a una Vivienda Saludable”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecta. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, Julio del 2014



---

Deisy Johanna Velepucha Mora

C.I: 1104046733



Universidad de Cuenca  
Cláusula de propiedad intelectual

---

Yo, *Deisy Johanna Velepucha Mora*, autor/a de la tesis “Propuesta Sustentable, aplicada a una Vivienda Saludable”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora

Cuenca, Julio del 2014



---

Deisy Johanna Velepucha Mora

C.I: 1104046733

MAS RECURSOS EN:



Material compartido con fines educativos  
El libro pertenece a sus respectivos autores.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios por guiarme  
en cada paso que doy, fortaleciendo mi corazón  
e iluminando mi mente.

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida  
me han apoyado y han motivado mi formación académica,  
depositando su confianza en cada desafío que se  
me presenta sin dudar de mi capacidad.

A mi esposo y compañero por brindarme su apoyo  
y alegría para seguir adelante.

A mi director de tesis y a mis profesores a quienes les  
debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su  
paciencia y enseñanza y finalmente un eterno  
agradecimiento a esta prestigiosa Universidad,  
la cual me abrió sus puertas, preparándome para  
un futuro competitivo y formándome con principios  
para ser una profesional de bien.

## DEDICATORIA

Con todo mi cariño, esta tesis se la dedico, en primer  
lugar a Dios por estar conmigo en cada momento.

A mi papi y mami, quienes a lo largo de mi vida  
han velado por mi bienestar,  
convirtiéndose en mi apoyo incondicional,  
gracias por compartir mis sueños y ser parte de ellos.

También dedico este trabajo a mi esposo,  
mi compañero y amigo, por estar a mi lado  
alentándome para seguir adelante y  
ser parte fundamental de mi vida, gracias mi amor.

A toda mi familia, por ser parte primordial de este proceso  
brindándome la fuerza necesaria para continuar.

# Introducción

Para definir que es la Arquitectura Sostenible, previamente debemos tener en cuenta el concepto de Desarrollo Sostenible, que es aquel que satisface las necesidades presentes, sin crear fuertes problemas medio-ambientales y sin comprometer la demanda de generaciones futuras.

La Arquitectura Sostenible, reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una vivienda desde los materiales de fabricación, que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía, las técnicas de construcción que supongan un mínimo deterioro ambiental, la ubicación de la vivienda y su impacto con el entorno, el consumo de energía de la misma y su impacto, y el reciclado de los materiales cuando la casa ha cumplido su función.

La arquitectura sustentable se basa en cinco pilares básicos:

- El ecosistema donde se asienta.
- Los sistemas energéticos que fomentan el ahorro.
- Los materiales de construcción.
- El reciclaje y la reutilización de los residuos.
- La movilidad.

Cuando hablamos de Edificación Ecológica, no solo nos referimos al ahorro en el consumo energético, sino que además incluye

todos los procesos de fabricación como la elaboración de los materiales.

El término de Arquitectura Sustentable, es un término muy genérico, dentro del cual se puede encuadrar la Arquitectura bioclimática, como medio para reducir el impacto del consumo energético de la vivienda.

Los adelantos que en las últimas décadas se evidencian en los procesos y las técnicas arquitectónicas y de planificación que están relacionadas con la innovación tecnológica y la relación ser humano – naturaleza. Sin embargo, existe la tendencia a un uso indiscriminado de los recursos naturales y de los desechos arquitectónicos, lo cual incide de manera negativa en la relación del ser humano con su propia existencia y con el entorno en el que se desarrolla sus actividades.

En este sentido, se anuncia una interrogante sobre la posibilidad de alcanzar una articulación real de la arquitectura y el desarrollo sostenible en el marco de tendencias respetuosas con el entorno natural, se concibe una serie de criterio y técnicas de diseño, los cuales se convierten en herramientas fundamentales para formular conclusiones y propuestas que pretendan aportar de manera integral al desarrollo sostenible con el fin de consolidar una relación armónica ser humano – naturaleza.

# objetivos

## OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar un estudio amplio y detallado de la Arquitectura Sustentable, aplicado a la vivienda, a través de referentes teóricos y metodológicos, y así poder usar los conocimientos adquiridos a un proyecto experimental, con el propósito de lograr condiciones óptimas de confortabilidad y salubridad.

## OBJETIVOS COMPLEMENTARIOS

Proporcionar herramientas y aplicación de aspectos del medio ambiente para la arquitectura, por medio de acciones que aprovechen los elementos naturales, las propiedades de los materiales y las nuevas tecnologías, con la finalidad de lograr condiciones confortables y saludables.

Analizar viviendas que se destaquen por su sostenibilidad, en diferentes aspectos como: formal, funcional, estético y estructural.

Diseñar una vivienda que no se aleje de la realidad de la ciudad, tomando en cuenta principios sustentables para brindar mayor confort.

MAS RECURSOS EN:



Material compartido con fines educativos  
El libro pertenece a sus respectivos autores.

# Capítulo 1

## ARQUITECTURA Y VIVIENDA SUSTENTABLE

*La arquitectura tiene un motivo interior: la idea de crear un paraíso. Este es el único propósito de nuestras casas. Si no llevamos este pensamiento entre nosotros, todas nuestras casas serán más simples y triviales y la vida no será digna de vivir.*

**Alvar Aalto**



## SUSTENTABILIDAD

La arquitectura es sustentable cuando: “responde a las necesidades actuales, sin perjudicar las generaciones futuras.”<sup>1</sup>

El desarrollo sustentable como idea surgió de la necesidad de respetar nuestro delicado planeta y de no tratarlo como si fuera una fuente de recursos inagotables, solamente para satisfacer nuestras necesidades actuales.

El deterioro ambiental que día a día se agrava, amenaza con un cambio climático mundial, principalmente por los efectos que la contaminación provoca como: deterioro de la capa de ozono, desertificación, contaminación del agua y el aire, pérdida de la biodiversidad, entre otros problemas, que afectan directamente a los seres humanos, por tales motivos, el desarrollo sustentable, busca mejorar las condiciones de vida de las personas, siendo una prioridad la protección del medio ambiente. Esto no quiere decir que el desarrollo económico se detenga, al contrario el compromiso es aprovechar al máximo los recursos con los que contamos, darles un mejor uso y mayor rendimiento, produciendo la menor cantidad de desperdicios para lograr una disminución del impacto ambiental.

Dentro de estos parámetros, la vivienda, como necesidad básica de refugio de los seres humanos, juega un papel importante en el desarrollo sustentable, puesto que una vivienda saludable no solo forma ciudadanos sanos que se interesan y participan en el sostenimiento de la vida en nuestro planeta, sino que además proporciona las condiciones del entorno diario, que configuran nuestra manera de vivir y por lo tanto afectan el medio ambiente mundial. A su mismo ejerce un impacto positivo en la economía, estimulando la producción de materiales de construcción y de la construcción misma, generando empleo para miles de personas.

En la actualidad, la población mundial supera los 7000 millones de personas, por lo que es elemental que nuestro modo de vida, no solo vaya a afectar la supervivencia de las especies, sino también el balance ecológico en el que se apoya la vida de este planeta.

La arquitectura sostenible, no se lo debe tomar como un tema sin importancia, al contrario es un tema que se encuentra estrechamente ligado a los problemas que nuestro planeta atraviesa, tengamos en cuenta que según el *World Watch Institute* de Washington, los edificios consumen el 60% de los materiales extraídos de la tierra y que la actividad que genera la construcción, es casi la mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub>, además, se debe tomar en cuenta que los desperdicios de la construcción

<sup>1</sup> Ecological Design, Sim Van der Ryn y Stuart Cowen. EEUU, 1996

están alcanzando grandes proporciones y que algunos de los materiales utilizados, contienen grandes cantidades de elementos causantes de la contaminación de la capa de ozono, por estas razones muchos edificios padecen el síndrome del edificio enfermo, que provoca molestias y enfermedades a sus habitantes.

Los arquitectos preocupados por los problemas ambientales en el planeta, han reconocido oficialmente los Principios de la Sustentabilidad en el año 1993, durante el Congreso celebrado en Chicago por la Unión Internacional de Arquitectos (UIA).

Una arquitectura sostenible, consiente y respetuosa del medio ambiente, postula los siguientes factores a considerar al momento de diseñar:

- El ecosistema sobre el que se emplaza la obra.
- Los sistemas energéticos alternativos que fomentan el ahorro
- Los materiales de construcción y su uso.
- El reciclaje y la reutilización de los residuos
- Uso de suelo

## CONCEPTOS BÁSICOS

### SUSTENTABILIDAD

El concepto de sustentabilidad ha sido definido a través de importantes congresos mundiales y no solo abarca el campo de la construcción, sino también toda actividad humana. La Real Academia Española, define sustentable como: “que se puede sustentar o defender con razones”. En nuestro contexto el término sustentable está íntimamente ligado al concepto de desarrollo sustentable o sostenible.

### DESARROLLO SUSTENTABLE

La definición formulada por la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo dice: “el desarrollo debe satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.”

### LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE

La Arquitectura Sustentable o también conocida como Arquitectura Sostenible, Arquitectura Verde, Bio-Arquitectura, es aquella que satisface nuestras necesidades presentes como individuos y sociedad, sin requerir más recursos que los que el planeta aporta, además de permitir una convivencia respetuosa con el medio ambiente.

## EDIFICACIONES SUSTENTABLES

Es un edificio que cumple con un diseño, desde sus métodos constructivos, para reducir o eliminar el impacto negativo sobre el medioambiente y sus habitantes.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

### DESARROLLO SOSTENIBLE

Para tratar sobre desarrollo sostenible, debemos remontarnos a sus orígenes, muchos estudios coinciden en que empezó con la Revolución Industrial, a mediados del siglo XVIII, debido a los grandes avances tecnológicos que hubo, dejando de lado el trabajo manual para sustituirlo con productos en serie a través de máquinas, además con el apareamiento de la máquina de vapor, se fortaleció el comercio, lo que provocó un fuerte crecimiento económico. Las consecuencias que la Revolución Industrial llevó consigo las grandes migraciones de los campos a las ciudades, nace el proletariado o clase obrera, sin olvidar el daño ambiental y la explotación irracional de los recursos naturales.

Se tenía como premisa el consumo de bienes y servicios, para mejorar la calidad de vida, sin embargo después de la II Guerra Mundial, aumentó el consumismo y los efectos sobre el medio ambiente empezaron a evidenciarse de forma más notoria a partir los años 60.

“Durante un tiempo, tras la II Guerra Mundial, el crecimiento económico de los países industrializados, propicio un aumento gradual y generalizado de las instalaciones como medida principal para asegurar el confort térmico, tanto en verano como en invierno. Sin embargo, ya desde la década de 1960, algunos profesionales como David Wright empezaron a militar a favor de una vivienda orgánica que aprovecha las aportaciones que el sol ofrece gratuitamente. La crisis de los años de 1970, con el aumento de precio del gas natural y del petróleo, provocó una primera toma de conciencia acerca de lo limitado de los recursos naturales y de los peligros de la contaminación. El rechazo hacia el derroche de energías fósiles y de las materias primas llevó a que algunos arquitectos analizaran las respuestas que la vivienda vernácula daba a las especificidades del lugar y del clima. Estos estudios condujeron a la definición de los principios bioclimáticos que permitían reducir las necesidades energéticas de la vivienda y asegurara el confort con métodos pasivos, al elegir con sensatez la implantación, la orientación, la forma del edificio, los materiales y la vegetación implantada a su alrededor”<sup>2</sup>

Los principales problemas identificados en ese momento fueron: contaminación del aire y agua, el peligro que se agoten las reservas de los recursos no renovables, derroche de materias primas en las producciones y el consecuente incremento de los

<sup>2</sup>25 casa ecológicas, Gausin – Muller, Dominique, Editorial Gustavo Gili, Barcelona – España, pag.12

desechos, el calentamiento global, la desertificación, el deterioro en la capa de ozono y el aumento de los grupos marginales viviendo en condiciones muy desfavorables.

En los años 50 y 60, se integra un pensamiento ambiental, a través de distintos movimientos y de una constante preocupación social, respecto al deterioro del planeta, por lo cual, algunos proyectistas de la época inician con las primeras propuestas de arquitectura y urbanismo sostenibles.

Le Corbusier, considerado el padre de la Arquitectura Moderna, ha sido un referente en arquitectura sustentable debido a la concepción de sus obras, estas no alteran el contexto donde se emplazan, al contrario se fusionan con su medio ambiente, además aprovecha la luz del sol como lo dice en su frase: *“la Arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes bajo la luz”*, de esta forma aprovecha la energía del sol para iluminar adecuadamente y calefaccionar los ambientes, la naturaleza también juega un papel importante, es utilizada para brindar mayor confort, esto se ve reflejado en las terrazas ajardinadas, las mismas que devuelven espacios verdes en la cubierta de las casa, además de proporcionar aislamiento térmico, los diseños modulados son fundamentales en el diseño de Le Corbusier, los mismos que permiten un ahorro en materiales.

En el año de 1971, en la ciudad de Founex – Suiza, se llevó a cabo una reunión con un grupo de expertos sobre el Desarrollo y el

Medio, que tuvo como resultado un diagnóstico de los problemas que afectan al planeta y su medio ambiente. Este análisis fue retomado al año siguiente, esta vez en Estocolmo – Suecia, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en la que se destacaron dos puntos:

- Las naciones subdesarrolladas, que contaban con niveles bajos de bienestar social, con el fin de disminuir la pobreza extrema, estaban provocando un gran desequilibrio ambiental, debido a la sobre explotación intensiva de sus recursos para la sobrevivencia.
- El problema ambiental que tiene el planeta y que es de gran importancia, por lo que se promulgo la incorporación de políticas de desarrollo en todos los países, para disminuir los efectos de la contaminación.

Otro acontecimiento importante de 1972, fue la publicación del estudio llamado: *“Los límites del Crecimiento”*, realizado por investigadores del Massachusetts Institute of Technology bajo la dirección de Dennis L. Meadowsen, en la que su principal conclusión fue: *“Si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial.”*

Debido a estas premisas, se logró crear una conciencia sobre la protección del planeta, sin embargo, todo este avance se vio desplazado debido a una serie de acontecimientos que desviaron la atención de la población y sus gobernantes.

Luego de varios años de relegar el tema, en 1987, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), dirigida por la primer ministra noruega Sra. Gro Harlem Brundtland, emitió un informe denominado "Nuestro Futuro Común", también conocido como el informe Brundtland, según este los principales postulados son:

- El deterioro ambiental es un problema mundial.
- Se crea la necesidad de intercambio de ideas entre países desarrollados y otros en vías de desarrollo, para poder controlar y minimizar los impactos negativos y llegar a una relación entre medio ambiente y desarrollo.
- Los modelos económicos fundamentados en el consumismo, deben ser replanteados y llegar a un Desarrollo Sustentable, el mismo que debe satisfacer las necesidades presentes sin poner en riesgo las necesidades de las futuras generaciones.

Este informe, fue acogido por la Asamblea General de la Naciones Unidas, y fue un referente en los debates y propuestas a finales de la década de los 80.

En la última década del siglo XX, el interés porque el desarrollo sostenible esté ligado al medio ambiente, hizo que América Latina y El Caribe, formen parte de esta lucha global, lo que se vio reflejado en 1992, en la Conferencia de Río de Janeiro, denominada la "Cumbre de la Tierra", en la que se resaltaron tres problemas:

- El cambio climático, como consecuencia del modelo de desarrollo consumista.
- La conservación de la biodiversidad y el crecimiento de la población.
- El calentamiento global no constituye una amenaza para la vida en el planeta, sino para el bienestar humano.

Para poder reducir el impacto ante estos problemas, se recomendó que la economía debiera tener un crecimiento en iguales condiciones que el respeto al mejor ambiente y la sociedad.

A partir de esta cumbre, se crea una conciencia ecológica no solo en organismos multinacionales, sino también en la población civil, se empieza a notar con mayor fuerza la necesidad de salvar nuestro planeta, como consecuencia es el número en ascenso de organizaciones preocupadas por el medio ambiente, una muestra de esto son los dos programas que difundió la ONU: "Programa para el Medio Ambiente" y "Programa para el Desarrollo".

Con estos precedentes, desde el inicio del nuevo milenio el Desarrollo Sostenible, sigue avanzando y consiguiendo más simpatizantes en todo el mundo.

En el año 2002, por iniciativa de la ONU, se lleva a cabo la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, en la ciudad de Johannesburgo – Sudáfrica, basándose en los planteamientos de la Cumbre de Río de Janeiro, estuvo dirigida a gobiernos, civiles y grandes empresas, con el fin de proporcionar herramientas para un desarrollo sostenible en el siglo XIX. El tema prioritario que trato la cumbre fue, el cómo se debe transformar al mundo para asegurar un desarrollo sostenible, además de la erradicación de la pobreza, protección del medio ambiente, la desertificación, el agua, la energía, salud, biodiversidad entre otros

Las acciones de esta cumbre, cuenta con objetivos concretos, como por ejemplo reducir la pobreza mundial a la mitad hasta el año 2015, e incrementar el uso de energías renovables en 15%.

En este marco surge el Protocolo de Kioto, que es el acuerdo institucional más importante en cuanto al cambio climático, y tiene su origen en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que inicia en el año 1992 y se cristaliza en el año 2005.

El objetivo es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs), de los países industrializados, que son los principales responsables del calentamiento global. Las emisiones

totales de los países desarrollados debían reducirse durante el periodo 2008-2012 al menos en un 5 % respecto a los niveles de 1990.

El Protocolo de Kioto se aplica a las emisiones de seis GEIs:

- Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )
- Metano ( $\text{CH}_4$ )
- Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ )

Este Protocolo es un gran avance en la lucha contra el calentamiento global, puesto que sus objetivos son obligatorios y cuantificables en la reducción de gases efecto invernadero.

Sin embargo la última cumbre se realizó en el año 2012, nuevamente en Río de Janeiro, denominada la Cumbre de la Tierra, Río +20, y fue calificada de no muy satisfactoria para muchos movimientos sociales a nivel global.

Los dos temas de discusión fueron: la economía verde y la reforma institucional para el desarrollo sustentable, a pesar de no haber llegado a grandes convenios, se llegó a un consenso beneficioso a través del documento final llamado “El Futuro que Queremos”, en algunos temas como erradicar la pobreza, dar



soluciones ante el cambio climático, para garantizar un futuro al planeta y su medio ambiente, los mismos que deberán ser analizados en la próxima cumbre mundial de desarrollo post 2015, para evaluar los resultados obtenidos.

*“¿El desarrollo sostenible no es una opción! Es el único camino que permite a la humanidad compartir una vida digna en este nuestro único planeta. Río+20, brinda a nuestra generación la oportunidad de recorrer ese camino”.*

ShaZukang

Secretario General de la Conferencia Río+20

A partir de estos antecedentes y tomando en cuenta que la arquitectura está estrechamente ligada al desarrollo sostenible, se ha difundido esta corriente: arquitectura sustentable, a través de congresos, para definirla, comités, para diseñar normativas que ayuden a implementar prácticas verdes en las construcciones, conferencias, que transmiten las ventajas de lo sustentable en la construcción permitiendo una gran divulgación de información, en cuanto a esta forma de diseñar y construir brindando confort y de ser amigable con el medio ambiente.

## DETERMINANTES



Imagen 1. 01

Fuente: <http://internetparapymes.com>

Para lograr un desarrollo sostenible, se debe contar con estrategias claras para que haya una armonía entre las actividades que el ser humano realiza y sus consecuencias. Por tal motivo, la sustentabilidad se fundamenta en tres pilares: social, económico y ambiental, los mismos que están íntimamente ligados y deben mantenerse en equilibrio, para un óptimo desarrollo.

Cada uno de estos elementos debe contar con las mismas condiciones de igualdad, promoviendo un modelo de

crecimiento sin exclusión social, equidad económica y que proteja los recursos naturales.

**Económico:** la economía debe ir en aumento para satisfacer las necesidades de la población mundial

**Social:** reducir la desigualdad social en el mundo.

**Ambiental:** respetar el medio ambiente y no hacer uso irracional de sus recursos.

## DETERMINANTES SOCIALES



Imagen 1. 02  
Fuente:<http://blog.guiasenor.com>

Para que una ciudad sea socialmente sostenible, debe cumplir ciertos parámetros que deben ser apoyados y difundidos por los ciudadanos.

Se debe erradicar la exclusión y marginalización social, para lograr esto se debe satisfacer las necesidades de la ciudadanía, prestando mayor interés en los grupos vulnerables como: niños, ancianos y personas con capacidades diferentes, además del compromiso de los ciudadanos con una participación activa en la vida urbana y la creación de políticas de gestión sobre este tema, por parte de las autoridades pertinentes.

Para que una sociedad sea sostenible se deben cumplir ciertas características:

- Planificar adecuadamente la ciudad, sin modificaciones fuertes en el paisaje, mediante una integración correcta en el uso del suelo con su entorno.
- Se debe hacer un uso eficiente de los recursos con un ritmo igual o inferior al de su regeneración, a través de energías renovables.
- Contar con un manejo apropiado de los residuos urbanos.
- Reducir la contaminación desde su origen.
- Diseñar una estructura urbana equilibrada, con la finalidad de mejorar los espacios públicos y la distribución de los barrios, incentivando las interrelaciones sociales.
- Promover una estructura socio-económica diversa, mediante la cual se pueda disminuir el desplazamiento de las personas y se reduzca el transporte de los productos.



- Planificar apropiadamente los desplazamientos de los ciudadanos, incentivando el uso del transporte público, en bicicleta o a pie.

## DETERMINANTES ECONÓMICOS



Imagen 1. 03

Fuente: <http://www.eoi.es>

A la arquitectura sustentable, se le ha dado la mala fama de ser sumamente costosa, como consecuencia de la difusión exclusivamente de proyectos que advierten un consumo energético casi nulo e inclusive que generan más energía que la que consumen, mediante costos de construcción y mantenimiento exorbitantes, que no pueden ser considerados sostenibles.

Sin embargo, una arquitectura sustentable, debe ser económica y exequible a todos los miembros de la sociedad, esta debe contar con un diseño que brinde confort a sus ocupantes, una distribución adecuada de los espacios y una implantación coherente con respecto a los elementos naturales como: el sol, dirección del viento, es decir el uso correcto de las energías que nos brinda el medio ambiente, además del uso de tecnologías que aprovechan al máximo los recursos naturales, que por sus beneficios económicos a largo plazo cada día son requeridas por la sociedad y por tal razón sus costos han disminuido considerablemente.

Para que se pueda considerar una arquitectura económicamente sustentable se debe considerar las siguientes características:

- Se debe hacer uso de sistemas pasivos que no requieran la intervención humana y se necesite un mantenimiento mínimo.
- Reutilizar y reciclar los materiales.
- Diseñar sistemas constructivos eficientes con materiales y tecnologías verdes.
- Modular las construcciones para tener la menor cantidad de desperdicios.
- Tener preferencia por sistemas prefabricados, que debido a su fabricación en serie se los puede catalogar como más eficientes, generan menor cantidad de desperdicios,

- cuentan con un ahorro energético significativo, además de optimizar gastos de producción y pueden ser reutilizados en futuras construcciones.
- Elegir materiales durables, con mantenimiento escaso o nulo.
- Diseñar instalaciones de fácil acceso, lo que permitirá optimizar las labores de mantenimiento, reparación y desmontaje.
- Diseñar con tecnologías renovables, las mismas que tendrán una inversión inicial relativamente mayor pero que con el tiempo se amortizará.
- Conseguir una certificación ambiental, podrá posicionarlo como un producto de calidad.
- Mediante innovación y creatividad, se deben cambiar los hábitos constructivos para crear una arquitectura sustentable que no deteriore en medio ambiente.

## DETERMINANTES AMBIENTALES



Imagen 1. 04

Fuente:

<http://www.laenergiarenovable.es>

El objetivo ambiental primordial es la relación simbiótica entre el ser humano y el entorno para prevenir y aminorar los cambios climáticos.

Lograr una arquitectura ambientalmente sustentable, no solo dependerá del proyectista, sino también del uso e importancia que le den los usuarios al edificio para poder contribuir a su eficiencia energética, por lo que es importante educar a la ciudadanía en la importancia de la arquitectura sostenible, ya que en nuestro tiempo no es un lujo, sino una necesidad.

Para lograr esto se debe tener muy en cuenta las siguientes sugerencias:

- Respetar la implantación del entorno, considerando todos sus componentes: agua, tierra, flora, fauna, paisaje, sociedad y cultura.
- No hacer uso exagerado de las materias primas como: agua, madera, metales y de las necesidades energéticas como: electricidad, combustible, en las diferentes etapas de vida del edificio.
- Preferir materiales locales, esto evitará la producción de CO<sub>2</sub> generada por el transporte.
- El diseño de la vivienda debe aprovechar las condiciones climatológicas a nuestro favor como: trayectoria e intensidad del sol, viento, latitud, pluviosidad, temperatura. Se debe tener en cuenta todos estos factores a la hora del emplazamiento del proyecto.
- Promover la disminución de la necesidad de terreno construido, permitiendo el crecimiento en vertical, esto evita la pérdida del entorno.
- Lograr la mayor eficiencia en todos los sistemas utilizados y en el uso de las materias primas, en todas las etapas en la vida de un edificio.
- Reducción de la contaminación mediante la aplicación de diversas técnicas.
- Reciclaje y reutilización de las materias utilizadas en el uso diario del edificio que permita minimizar nuestros desperdicios.
- Uso de vegetación en zonas comunes y privadas, eligiendo plantas autóctonas o no invasivas, que se adapten al clima del lugar.
- Diseñar espacios adaptados para insectos, anfibios y pequeños mamíferos, evitando su aislamiento y posible extinción.
- Diseñar con la premisa menos es más, lo que permitirá un ahorro en el uso de recursos.
- Diseñar con energías renovables, preservando los recursos no renovables y la biodiversidad.
- Proyectar circuitos cerrados de aguas y residuos, con el objetivo de ser lo más eficientes y de generar la menor cantidad de emisiones.
- Elegir materiales que cuenten con eco-etiquetas, que son sellos otorgados por un organismo que garantiza que el material posee un bajo impacto ambiental.
- Evitar en todos los procesos constructivos la generación masiva de residuos, sean éstos: sólidos, líquidos o gaseosos.

## ARQUITECTURA SUSTENTABLE EN EL MUNDO

Los ejemplos de arquitectura sostenible varían de forma radical según el lugar de emplazamiento, los requerimientos y la materia prima que se encuentra en el sitio. Por tal motivo, los edificios sustentables son muy variados alrededor del mundo y puede ir desde grandes y modernos rascacielos hasta viviendas de interés social.

Naturalmente la arquitectura tiene un gran impacto en el medio ambiente y sus habitantes. El problema es cuando este impacto es negativo sobre las condiciones ambientales. Es por esto, que esta arquitectura, también conocida como arquitectura verde, se ha venido colocando hace ya algunos años en el mundo, buscando así generar una relación mucho más armoniosa entre el hombre y la naturaleza.

A continuación ejemplos de Arquitectura Sustentable alrededor del mundo:

### EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS EN SANTA MONICA

Santa Mónica – CA - Estados Unidos

Proyecto: Brooks + Scarpa Architects



Imagen 1. 05

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

Este edificio cuenta con Certificación LEED Platino, por cumplir satisfactoriamente con los parámetros de ahorro energético.

Consta de 32 departamentos económicos de 2 y 3 dormitorios, y con áreas comunes como: lavandería, sala comunitaria y parqueadero subterráneo. Se emplaza entre el Hotel Sheraton al este y la playa al oeste, sirviendo como vínculo entre estos dos, la cubierta son una serie de telas colocadas sobre el patio con dos propósitos: - generar sombra y brindar privacidad a las viviendas desde el hotel.

Los materiales de la fachada son reciclados de otros revestimientos, sin embargo esta variación de colores y texturas, ha dado como resultado una fachada elegante y que se integra de forma armoniosa a su contexto.

Otra característica importante es la relación del patio hacia el exterior, este se puede ver desde fuera y sin embargo es privado, ofreciendo protección a las viviendas del ruido de la calle además la vegetación incorporada al proyecto es nativa y de mantenimiento bajo.

### **PUNGGOL ECO-TOWN**

Singapur

Proyecto: Vivienda pública, financiado por la Junta de Vivienda y Desarrollo (HDB)



Imagen 1. 06

Fuente: <http://www.bca.gov>

El proyecto que se desarrolla en Singapur, es muy ambicioso, teniendo como objetivo crecer de forma limpia, eficiente y verde, mediante un desarrollo sustentable, es el primer proyecto sustentable a gran escala en este país.

Aunque las edificaciones no sean tan atractivas visualmente, esto se recompensa con los beneficios que brinda al medio ambiente y a sus ocupantes, mediante energías renovables, uso de aguas lluvia, reciclaje de la basura, aprovechamiento del viento y del sol, teniendo en cuenta el clima tropical que tiene durante todo el año, además de la participación activa de los habitantes en el desempeño de los edificios.

Tienen una correcta orientación con respecto al sol, y los techos ajardinados ayudan al control térmico de los edificios, otro método ha sido pintar las paredes de blanco, lo que ayuda a mantener el edificio fresco y atraer la luz solar.

El agua es reutilizada en inodoros, riego y ciertos usos domésticos, además los ascensores, iluminación y las bombas de agua, funcionan con luz solar.



### VIVIENDA DE 10 X 10

Ciudad del Cabo – Sudáfrica

Proyecto: MMA



Imagen 1. 07

Fuente: <http://www.altonivel.com.mxw>

Se encuentra emplazado en las afueras de la ciudad, y su nombre hace referencia a las medidas de la construcción.

El proyecto consiste en la construcción de casa con materiales de costos económicos bajos, por lo que se utilizó bolsas de arena apiladas ente marcos de madera y revestidas de yeso, logrando disminuir un 95% en emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con los ladrillos.

Para la construcción se contó con la mano de obra de los propietarios.

### CASA ALEMANA

Alemania

Proyecto: Alumnos de la Universidad Técnica de Darmstadt



Imagen 1. 08

Fuente: <http://cedu.com.ar>

Alemania es un país con grandes avances a nivel global en tecnología de eficiencia energética y en energías renovables.

Con el fin de divulgar estos conocimientos con otros países, principalmente en América Latina, el Ministerio Federal de Economía junto a Ministerio Federal de Transporte, Construcción y Urbanismo, presentan el Proyecto Casa Alemana

y se basa en las propuestas ganadoras de la Universidad Técnica de Darmstadt, en el Concurso Internacional SOLAR DECATHLON.

El proyecto señala que la estética y el confort pueden armonizar con la eficiencia energética y el uso de energías renovables, uniendo arquitectura sofisticada y tecnología innovadora.

Este prototipo reúne las siguientes características:

- Utiliza energía solar
- Sistemas pasivos y activos, de gran eficiencia energética
- Estéticamente es agradable y el diseño es funcionalmente adecuado

Además, es modular lo que hace que sea completamente transportable a cualquier destino, y puede ser montada en solo 3 días.

### **BIBLIOTECA PÚBLICA DE BISHAN**

Bishan Place - Singapur

Proyecto: Looks Architects



Imagen 1. 09

Fuente: <http://noticias.arq.com.mx>

El diseño de la biblioteca, se conceptualizó bajo la premisa de casa de árbol, lo que se consiguió, a través de numerosos tragaluces, celosías, y vidrios de colores, que iluminan el interior del edificio con diferentes tonos, creando un ambiente agradable para el aprendizaje, además cuenta con una orientación solar bien estudiada, lo que permite un correcto ingreso de luz natural

Este es un ejemplo de edificio eficiente y de bajo impacto ambiental, que aprovecha al máximo la luz solar y los recursos existentes. Esta contiene un amplio patio que permite el paso de luz natural a la zona más transitada y a los diferentes pisos del edificio, lo cual permite proteger del sol de la tarde, este patio conecta al edificio con la calle mediante una rampa que permite una evacuación eficiente para grandes multitudes.

## **TWELVE WEST**

Oregon - Estados Unidos.

Proyecto: ZGF Architects LLP



Imagen 1. 10

Fuente: <http://forms.iapmo.org>

El diseño del edificio está comprometido en uso consciente de los recursos naturales, por lo que se ha alcanzado la Certificación LEED, Platino, con una reducción del 45% en el uso de energía.

El Twelve West, tiene 23 pisos, su uso es mixto e integra la zona comercial, oficinas, departamentos y estacionamientos.

Ha sido construido bajos los principios de la sustentabilidad, lo que se ve reflejado en el uso de materiales de bajo impacto

ambiental y la incorporación de paneles termo solares y turbinas con el fin de aprovechar la energía solar y eólica.

## **EDIFICIO CHALLENGER -NORTH TRIANGLE**

Versalles – Francia

Proyecto: SRA Architecture.BouyguesConstruction



Imagen 1. 11

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

Este proyecto consta de la remodelación completa de la Finca Challenger, con un área total de 67000 m2, el edificio North Triangle ha sido el primero en ser terminado y debido a sus altos



niveles de ahorro energético se ha convertido en el primer edificio a nivel global en contar con tres de las mejores acreditaciones ambientales del mundo:

- Certificación Platino, otorgada por LEED.
- Certificación Sobresaliente, otorgada por BREAM.
- Certificación Excepcional, otorgada por HQE.

Se espera que el desempeño de la finca, al ser concluido, reduzca hasta un 90% las emisiones de carbono a la atmósfera y el uso del agua se disminuya en un 60%, además esta provista de un área de 21500 m<sup>2</sup> de paneles solares y 420 m<sup>2</sup> de paneles solares térmicos, y el recubrimiento es de doble acristalamiento para mejorar el rendimiento térmico.

### HEARST TOWER

Nueva York - Estados Unidos

Proyecto: Arq. Norman Foster and Partners



Imagen 1.12



Fuente: <http://www.bifurcaciones.cl>

Este rascacielos verde, de 182 m de altura, fue el primer edificio de oficinas considerado sustentable en la ciudad de Nueva York, logrando una acreditación LEED Oro, por una serie de características medioambientales, logrando un ahorro energético de un 25% menos que los establecidos por los códigos vigentes.

La torre Hearst se encuentra en la parte superior del edificio de oficinas construido por el Arq. Joseph Urban en 1922, y es una fusión armoniosa entre arquitectura tradicional y arquitectura futurista. Debido al diseño de la fachada con vigas en diagonal, se logró reducir un 20% de acero, en comparación a un edificio con las mismas características, además el 85% del acero ha sido reciclado, el vidrio es de alta resistencia no permite el paso del calor y la radiación.

### CATEDRAL DE BAMBÚ

Bali \_ Indonesia

Proyecto: Benjamin Ripple



Imagen 1.13

Fuente: <http://>

[www.laalertaverde.com](http://www.laalertaverde.com)

La Catedral de Bambú, es una de las estructuras más grandes del mundo hechas en este material, sin embargo en la actualidad es utilizada como una fábrica de chocolates.

Cuenta con un área aproximada de 2200 m<sup>2</sup> y se divide en tres plantas, el diseño que empleó más de 3000 cañas y algunas con una longitud superior a 20 m, se acopla perfectamente en el medio donde se emplaza, entre arrozales y palmeras, dando como resultado una construcción sostenible. El bambú como material principal se lo eligió por su abundancia, propiedades físicas y mecánicas y por su costo, también cabe recalcar que esta estructura ya superó un terremoto de más de 6 grados.

### **TORRE EDITT**

Singapur

Proyecto: Arq.Kenneth Yeang,



Imagen 1. 14

Fuente:<http://inhabitat.com>

Este edificio de 26 pisos de altura, se levantará sobre un área urbana de Singapur, como un rascacielos verde, que tiene como intención aumentar y rehabilitar el ecosistema de la zona.

Entre las principales medidas sostenibles que la Torre Editt ofrecerá son: 885 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos para generación de energía eléctrica con una cobertura del 39.7% de la demanda energética requerida por el edificio, ventilación natural con la ayuda de sistemas energéticos pasivos, una planta de conversión de aguas residuales para la generación de biogás y fertilizante, además su eco diseño incorpora vegetación mediante un muro vivo aislante que cubre la mitad de su superficie.

Otra característica que hace de este edificio sostenible, es la recolección de aguas lluvias y el tratamiento de aguas grises, para su uso en riego y en inodoros cubriendo un 55% de las necesidades

La torre será levantada usando materiales reciclados y reciclables.

## ARQUITECTURA SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA

Los países latinoamericanos, que son países en vías de desarrollo, en la última década han dado mayor importancia a diferentes temas como la protección al medio ambiente, la eficiencia energética, técnicas y materiales ecológicos, que permiten desarrollar una arquitectura de bajo impacto ambiental, logrando proyectos de alta calidad y económicamente viables.

En pocas palabras la arquitectura sustentable es la búsqueda de lo nuevo, lo innovador siempre teniendo en cuenta nuestros orígenes, respetando el ambiente y controlando de la manera eficaz el consumo de las energías que nos proporciona el medio.

Los países de nuestro continente deben gestar normativas eficaces para promover la certificación de las edificaciones sustentables y masificación de las mismas.

Por tal razón en el año 2011, el México Green Building Council, junto al World Green Building Council y la Iniciativa de edificación Sustentable y Cambio Climático de las Naciones Unidas, presentaron el primer Congreso Continental con enfoque en el intercambio de mejores prácticas de política pública y modelos económicos, para un mejor desarrollo de prácticas ambientales en el campo de la construcción, de este encuentro se propusieron seis estrategias para América Latina:

- Empezar una ‘Cruzada Regional’ de promoción y educación en Edificación Sustentable.
- Realizar Diagnósticos Nacionales y Sub- Continentales sobre el Estado Actual y Visión a Futuro del Green Building.
- Ejecutar proyectos emblemáticos de construcción/infraestructura ecológica y socialmente responsable en las principales ciudades de la región.
- Desarrollar Normativas, Reglamentaciones y Certificaciones bajo protocolos estandarizados.
- Crear Incentivos basados en la eficiencia de Tecnologías ‘Limpias’.
- Establecer Centros Regionales para fomentar capacidad y comunicación en la materia de Edificación Sustentable.<sup>3</sup>

En nuestro continente muchos arquitectos comienzan a tomar conciencia de lo que significa arquitectura sustentable principalmente países como: Chile, Brasil, Colombia, Argentina y en donde se establecen estrategias para desarrollar proyectos arquitectónicos sustentables, y cuentan con algunas edificaciones con certificaciones medioambientales.

<sup>3</sup> “Inmobiliare.com”. (2012, 29 de octubre). *Edificación Sustentable en América Latina: Estado Actual y Perspectivas*. Tomado de: <http://inmobiliare.com/edificacion-sustentable-en-america-latina-estado-actual-y-perspectivas/>

### ESCUELA PÚBLICA “ERICH WALTER HEINE”

Río de Janeiro – Brasil

Proyecto: Asociación entre Gobierno y Municipio junto a la empresa privada ThyssenKrupp CSA.



Imagen 1. 15

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

Esta institución educativa fue inaugurada en el año 2011, implantada en Santa Cruz, ubicada al oeste de Río de Janeiro, en un barrio con índices sociales muy bajos, sin embargo está en segundo lugar en cuanto a desempeño académico.

El *Colegio Estadual Erich Walter Heine*, es el único edificio educativo sustentable que cuenta con una Certificación LEED, en América Latina, reconocimiento otorgado por Green Building Council.

Para el desempeño óptimo de esta obra se tomaron en cuenta 50 medidas para minimizar el uso de recursos naturales, como por ejemplo: recolección de aguas lluvia, lo cual permite un ahorro del 50% de agua potable, el uso de energía solar, uso de iluminación LED en todo el edificio logrando un ahorro del 80% en consumo de energía, pavimentos permeables, cubiertas vegetales para reducir la absorción de calor, también utilizadas como áreas de aprendizaje, además de accesos a personas con necesidades especiales.

Mediante estas y otras medidas se ha logrado un ahorro energético total del 40%.

### EDIFICIO NOVARTIS

Bogotá – Colombia

Proyecto: Terranum Arquitectura S.A.S



Imagen 1. 16

Fuente: <http://dev.greenerconsultores.com>





Este edificio, ha sido construido para albergar las instalaciones de la farmacéutica multinacional Novartis, llegando a ser el primer edificio corporativo en Colombia en recibir Certificación LEED, en el año 2010.

El proyecto destinado a oficinas, cuenta con nueve pisos, y entre sus principales características tenemos un ahorro del 37% de energía, cuenta con un sistema de recolección de aguas lluvia y tratamiento de aguas grises para el uso de inodoros lo cual le brinda un ahorro de hasta un 53% de agua potable.

Su estructura cuenta con una cubierta vegetal de 450 m<sup>2</sup>, que junto al sistema de aireación natural, brinda un confort térmico apropiado. Además las oficinas fueron diseñadas bajo el concepto de oficina abierta, lo que permite aprovechar al máximo la luz natural del día.

### PARQUE CULTURAL TIUNA EL FUERTE

Caracas - Venezuela

Proyecto: MSc. Alejandro Haiek Coll



Imagen 1.17

Fuente: <http://cav.org.ve>

Este parque ubicado en la parroquia el Valle en Caracas, ha sido diseñado bajo los preceptos de la sostenibilidad, lo cual le ha llevado a hacerse acreedor a la Mención Honorífica en la Bial de Quito en el año 2011 y el Primer Lugar en el Festival de Arquitectura de Barcelona España, el mismo año.

Tiene un área aproximada de 9900 m<sup>2</sup>, cuenta con auditorios a cielo abierto y tres naves donde se desarrollaran diferentes actividades, comprendidos por espacios como comedor, aulas para talleres, áreas asistenciales y deportivas, las mismas que albergarán un promedio de 500 niños, niñas y adolescentes diariamente.

Para este parque cultural, en su construcción se utilizó contenedores industrializados en desuso, los mismos que han

sido modulados para poder tener un crecimiento progresivo, su interior está diseñado con materiales renovables y posee tecnología alternativa para el manejo de ahorro de energía, logrando minimizar el mantenimiento del parque.

### TRANSCOCEÁNICA BUSINESS PARK

Vitacura del Oriente - Chile

Proyecto: Arq. Alex Brahm



Imagen 1. 18

Fuente: <http://www.emb.cl>

La construcción sostenible de 20000 m<sup>2</sup>, ha obtenido la Certificación LEED Oro, con 62% de sustentabilidad, cuenta con tres niveles de oficinas, un hall de toda la altura, un anfiteatro, un auditorio y un casino, rodeado de aproximadamente 8.000 m<sup>2</sup> de áreas verdes y espejos de agua que acompañan al entorno.

La forma curvilínea del edificio permite aprovechar al máximo la luz del sol, la cual es controlada mediante lamas de madera que se presentan en los tres niveles y permite una vista al paisaje exterior, además de su forma y la protección solar, cuenta con sistemas de aislación en fachadas, utilización de plantas autóctonas, techos verdes, el uso de modernos sistemas de iluminación, climatización y uso del agua que se enfocan principalmente en el ahorro energético.

Otra de las características importantes para considerarse un edificio sostenible, es el uso de materiales con emisiones mínimas o nulas de gases tóxicos, también cuenta con materiales reciclados y se estima que la inversión se devolverá en un plazo máximo de cuatro años.

## BARRACAS DE LEZAMA HSBC

Buenos Aires – Argentina



Imagen 1. 19

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com>

Este edificio con un área aproximada de 23000 m<sup>2</sup>, alberga en sus instalaciones uno de los bancos más grandes a nivel mundial, el Hong-Kong and Shanghai Banking Corporation, que tiene entre sus objetivos la construcción sustentable de sus sedes, cumpliendo con los más altos estándares de eficiencia energética y compromiso medio ambiental, por tal razón al Barracas de Lezama se le otorgó la Certificación LEED Oro, por haber alcanzado un total de 76 puntos, y haber cumplido desde su diseño, construcción y operación, con normas amigables al medio ambiente. El edificio gracias a su diseño brinda mayor confort, lo que se ve reflejado en la productividad de sus

ocupantes, y ha logrado reducir en un 30% el consumo de agua y energía.

Entre otras características que tiene es: el sistema de ventilación y renovación de aire, control acústico, el correcto aprovechamiento de luz lo que permite que el 92 % de los trabajadores realicen sus actividades con luz natural y vista al exterior, además en su construcción se ha usado materiales fabricados con materia prima regional y materiales reciclados, y por su ubicación se lo considera un sitio sustentable por contar con una amplia red de transporte público, por lo que 82% de las personas que trabaja en el edificio llega en transporte público, bicicleta o car pooling, logrando una disminución importante en la emisiones de CO<sub>2</sub>.

## TOL – HARU. NAVE TIERRA

Ushuaia – Argentina

Proyecto: Arq. Michael Reynolds



Imagen 1. 20

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

Esta vivienda, ha sido concebida bajo los parámetros de la sustentabilidad. Los materiales utilizados en la construcción son reciclados y tendrá la capacidad de calefaccionarse y refrigerarse, bajo el concepto de masa térmica, mediante el uso de sistemas de energía eólica y solar se puede reducir los gastos energéticos, también reutiliza el agua de lluvia y se puede reciclar los residuos que generan sus ocupantes.

Para su construcción se reutilizaron 333 neumáticos, 3000 latas de aluminio, 5000 botellas de plástico y 3000 botellas de vidrio, que se han utilizado apropiadamente en un área de 50 m<sup>2</sup>, que está conformada por dos volúmenes de forma cilíndrica, estructura de madera y vidrio, lo que permite que la vivienda tenga una temperatura constante entre 18 Y 22 °C.

También es importante recalcar que tiene una producción sustentable de frutas y verduras.

### **PROGRAMA DE VIVIENDA SOCIAL “JUNTOS PODEMOS LOGRAR”**

Santiago – Chile



Imagen 1. 21

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

En la comuna Lo Espejo, se ha solucionado un problema de vivienda para 125 familias a través de este programa social, que pretende convertirse en un modelo de crecimiento sostenible integrando la sociedad a lo urbano tomando muy en cuenta el respeto al medio ambiente mediante un sistema de gestión ambiental.

El proyecto consta básicamente de dos partes, la vivienda que aprovecha la energía solar, mediante paneles solares para lograr una eficiencia energética óptima, convirtiéndose en una excelente alternativa y el desarrollo del nombrado Eco barrio, que tiene huertos orgánicos para auto abastecimiento, composteras, áreas verdes comunitarias y un programa riguroso de reciclaje.

Sin embargo para que este programa funcione satisfactoriamente, se ha capacitado a sus habitantes en el uso



correcto de energías alternativas y el aprovechamiento racional de los recursos y sus residuos, creando conciencia del cambio climático en la comunidad.

### **MODULO H – PROTOTIPO EXPERIMENTAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE PRO HUERTA**

Buenos Aires – Argentina

Proyecto: Arq. Alejandro H. Borrachia, con la colaboración de profesores y estudiantes de la carrera de arquitectura de la Universidad de Morón



Imagen 1. 22

Fuente:<http://estudioborrachia.blogspot.com>

Este prototipo de vivienda ha sido diseñado en la Universidad de Morón, en convenio con la Facultad de Ciencias Agroalimentarias

de la misma universidad, el Hospital Italiano y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el mismo que se ha implantado en el predio del Hospital Italiano con la participación de familias de la comunidad.

La idea del proyecto es convertirse en referencia sustentable de vivienda y lograr que se adapte a los diferentes tipos de climas y topografías de Argentina, con variaciones mínimas en su materialidad, y pueda aprovechar al máximo las energías renovables.

La vivienda tiene dos plantas, la primera cuenta con cocina, comedor, estar, baño, dormitorio, y en planta alta, dos habitaciones y un espacio con invernadero para cultivos. Para su construcción se ha usado dos sistemas constructivos, uno interior con estructura de madera y placas de terciados fenólicos y una estructura exterior de hierro formada por siete arcos, forrados por láminas de policarbonato traslúcido, la misma que protege a la vivienda y aprovecha los agentes externos en diferentes usos. Entre la piel de la casa hay una serie de tubos que se encargan de calentar el agua para sus uso diario, también cuenta con un sistema de canaletas para recolección de agua lluvia que se reutilizará en el riego de la huerta y en los inodoros, además cuenta con un sistema de calefacción mediante geotermia.

## MI CASA, MI CONTENEDOR

Uruguay

Proyecto: Arq. Paola Rossi Pastor



Imagen 1. 23

Fuente: <http://energiaparalavida.com>

La idea básica de la casa contenedor consiste en reciclar estas cajas de acero y convertirlas en viviendas, la Arq. Paola Rossi creadora de Project Container, ha patentado 16 modelos de casas y los comercializa en Uruguay, Argentina y Brasil, como medida para reducir los altos costos y gastos energéticos de la construcción tradicional con hormigón y hacer un correcto uso de los materiales reciclados.

Los contenedores tienen dos medidas estándar que son: 12x2.5m y 6x2.5m, así que de acuerdo a las necesidades se pueden unir varias cajas, y lograr diseños modulados. A diferencia de una vivienda tradicional está se puede construir en plazo máximo 45 días.

Para la construcción de este tipo de casa, se debe hacer los cimientos donde se asentará los contenedores, hacer un refuerzo de la estructura para que se puedan superponer las cajas, sin embargo este refuerzo se lo puede omitir si las cajas son apiladas en forma lineal ya que están hechos para resistir el peso de otros seis o siete contenedores y las paredes se las reviste de yeso u otras capas de aislamiento para mayor confort.

## ARQUITECTURA SUSTENTABLE EN ECUADOR Y CUENCA

En nuestro país, la arquitectura sustentable ha empezado a tomar fuerza y cada vez son más los arquitectos, que se involucran en este tipo de propuestas amigables con el ambiente.

Sin embargo, la falta de información y de interés de la gente perjudica la realización de este tipo de construcciones, por lo que se deberían plantear leyes específicas que exijan que se implemente este tipo de edificio, que mejoren la calidad de vida de quienes habitan en él y sus alrededores, además de reducir los efectos de la contaminación

El Ecuador, ha participado en varios congresos, bienales, conferencias, sobre arquitectura sustentable, y también ha sido sede de algunos, con la idea de apostar a un urbanismo sostenible e integrado en la naturaleza o en la ciudad.

Además es muy importante, que los estudiantes de arquitectura, aprendan su oficio sin dañar el medio ambiente, para que el país se desarrolle de manera sostenible.

## AEROPUERTO ECOLÓGICO DE GALÁPAGOS ECOGAL S.A.

Isla Baltra - Galápagos

Proyecto: Corporación América



Imagen 1. 24

Fuente: <http://www.ecuavisa.com>

Este aeropuerto es considerado la primera terminal aérea ecológica del mundo, por tal motivo se le ha otorgado la Certificación LEED Oro.

Se emplaza sobre un área de 6000 m<sup>2</sup>, en una de las islas del archipiélago de Galápagos considerado Patrimonio Natural de la Humanidad, por tal razón esta construcción es amigable con su entorno aprovechando al máximo los recursos naturales de la zona con un mínimo impacto medio ambiental.

La terminal es de uso diurno, aprovechando al máximo la luz natural, de la misma manera aprovecha el viento para lograr una ventilación adecuada sin hacer uso del aire acondicionado.

Debido a la escasa agua dulce en la isla, el aeropuerto cuenta con una planta de desalinización para suministrar de agua las instalaciones y un sistema de reutilización de agua, además cuenta con un sistema fotovoltaico que pretende llegar a abastecer el 25% de la demanda de energía.

### EDIFICIO CUBIC

Quito – Pichincha

Proyecto: ENNE Arquitectos



Imagen 1. 25

Fuente:  
<http://ennearquitectos.com>

El diseño del edificio de departamentos, ha sido concebido bajo principios amigables con el medio ambiente para mejorar la calidad de vida de sus ocupantes y de su entorno.

Las características que hacen que este edificio sea sustentable son: sistema de recolección de agua lluvia, paneles solares para calentar agua, terraza verde que ayuda a la climatización del edificio, manteniendo una temperatura interior agradable.

Otro elemento importante es el vidrio Low E, que mejora un 35% la capacidad de aislamiento térmico, que es excelente para mantener una temperatura confortable sin hacer uso de sistemas de calefacción artificial.

Además, incorpora importantes elementos sustentables como el uso de la vegetación como filtro de aire, quiebra soles y ventanas que aprovechan de manera eficiente la luz solar e incluso se ha diseñado un huerto urbano para el cultivo de frutas, verduras, flores en la parte superior.

### EDIFICIO MÖEN

Quito - Pichincha

Proyecto: ENNE Arquitectos





Imagen 1. 26

Fuente: <http://ennearquitectos.com>

Möen es un edificio de departamentos y locales comerciales, ubicado al norte de la ciudad, el mismo que integra los principios de eficiencia energética al diseño, basándose el concepto de vida sana y sostenible.

La orientación del edificio es adecuada dando preferencia a las fachadas norte y sur, mientras que las fachadas este y oeste intenta bloquear la luz del sol y el calor, mediante quiebra soles, balcones y paredes con mayor espesor, para crear un ambiente agradable. Cuenta también con una cisterna para recolección de agua lluvia que se destina al riego de plantas y lavado de autos. El

edificio está atravesado por un pozo de luz, el mismo que no solo cumple con su función de iluminar, sino también permite la renovación del aire del edificio. Los colores utilizados en las fachadas y cubierta son reflectivos para evitar la absorción del calor y el efecto de isla calor

### PARQUE DE LA JUVENTUD

Babahoyo - Los Ríos

Proyecto: Arq. Freddy Olmedo Ron



Imagen 1. 27

Fuente: <http://www.cprasociados.com>

El proyecto se emplaza en la Parroquia Pimocha, en la provincia de Los Ríos, en un área de 30 hectáreas, donde funcionaba la

antigua fábrica de papel Kimberly Clark, el terreno fue donado al INFA para que se destine a un proyecto en beneficio de la sociedad.

Es un parque temático y recreativo que busca integrar la comunidad a la naturaleza y la recuperación de áreas verdes para la ciudad, cuenta con espacios al aire libre, ágora, la adecuación de las instalaciones de la antigua fábrica para talleres destinados a niños y jóvenes, canchas, ciclo vías.

Este proyecto se ha planteado bajo parámetros ambientales, integrando el entorno natural mediante un diseño paisajístico, que rescata la vegetación nativa e incorpora plantas de bajo mantenimiento, se aprovecha la ribera del río y se recuperan áreas para evitar la erosión.

Para la construcción de las edificaciones, se ha hecho una valoración de las instalaciones de la fábrica y se la ha adecuado bajo principios sostenibles, y para las nuevas construcciones se ha tomado muy en cuenta la arquitectura vernácula de la zona, aprovechando materiales locales y sistemas de climatización pasiva, además se aprovecha la luz natural y se ha hecho un control solar mediante elementos arquitectónicos y senderos arbolados.

## HOSTERÍA ALANDALUZ

Puerto López - Manabí

Proyecto: Arq. Douglas Dreher



Imagen 1. 28

Fuente: <http://www.larevista.ec>

Esta hostería es un ejemplo de eco turismo en nuestro país, brinda a sus visitantes todas las comodidades, mediante un diseño sostenible que se integra a su entorno de manera natural, gracias al empleo de materiales propios como la caña guadua, que es uno de los materiales más resistentes de la naturaleza.

Presenta una serie de características, que convierte esta construcción en sostenible. Tiene un sistema de reutilización de



agua, que es previamente tratada para ser usada en el riego, el calentamiento del agua se realiza mediante paneles solares, tiene baños secos de los que se obtiene abono para los jardines, además cuenta con una huerta orgánica, y está rodeada de vegetación nativa, convirtiéndose en una integración armoniosa de arquitectura sustentable.

### PROYECTO ECOTURISTICO DE LA ISLA SANTAY

Guayaquil – Guayas



Imagen 1. 29

Fuente: <http://www.ecuadoracolors.com>

Este proyecto eco turístico pretende conservar la biodiversidad de la isla, razón por la cual ha sido diseñado para ser un espacio ecológico, recreativo, social y turístico para la ciudad que cuenta

con un déficit de zonas verdes, tiene más de 2000 hectáreas y se encuentra frente al centro de la ciudad sobre el río Guayas.

El objetivo primordial es el desarrollo sustentable de la isla, mediante un manejo participativo de la comunidad, y el respeto a la flora y fauna.

El impacto visual de la infraestructura es mínimo, debido a que el diseño se fusiona con el paisaje, teniendo como material predominante la madera, además cuenta con un plan de reforestación para evitar la erosión.

Las 56 familias de la Isla Santay viven en la Ecoaldeia, conformada por viviendas ecológicas que se abastecen de energía mediante paneles fotovoltaicos, además se construyó una planta de tratamiento de aguas servidas y una planta potabilizadora de agua mediante el proceso de ósmosis inversa.

El acceso a la isla es mediante un muelle multipropósito diseñado para resistir la marea fluctuante del río, además cuenta con: módulo de atención médica, una casa de hospedaje, una casa para guarda parques, un centro de acopio para materiales de reciclaje y una oficina de turismo.

## CASAS SAMANIEGO

Cuenca - Azuay

Proyecto: Arq. Agustín Samaniego. Arq. Pedro Samaniego. Arq. Edison Castillo



Imagen 1. 30

Fuente: <http://www.vitruvius.com.br>

La propuesta presentada por este grupo de arquitectos se hizo acreedora del premio nacional de la XVII Bienal Panamericana de Arquitectura de Quito, en el año 2010. La propuesta es crear viviendas de bajo impacto ambiental, mediante un sistema constructivo industrializado.

Su estructura sísmo resistente es de acero, los tableros de OSB han sido el material elegido para pisos, entrepisos y cubierta además estos son reciclados y pueden ser recusados, la iluminación durante el día es completamente natural debido a sus grandes ventanales de doble vidrio que permiten el paso de la luz

y evitan pérdidas de calor en la vivienda, brindando espacios confortables.

El proyecto cuenta también con: un sistema de recolección de aguas lluvia para el riego de jardines, sistemas de calentamiento de agua con energía solar, la instalación de cubiertas vegetales, aislamiento acústico mediante paredes de yeso – cartón rellenas con lana de vidrio para mantener la condición térmica requerida en esta zona.

Estas características y el diseño correcto que se emplaza armonioso en el terreno han hecho de este proyecto tenga un resultado satisfactorio en términos de sustentabilidad.

## NINA HUASI

Cuenca – Azuay

Proyecto: Arq. Nancy Bustos. Arq. Héctor Gaviláñez



Imagen 1. 31

Fuente: <http://alcuboarquitectura.com>

Nina Huasi, es un centro de acogida para mujeres de la Fundación María Amor. Es una edificación ecológica que encuentra ubicada en la Parroquia de Sayausí, tiene un área de construcción de 1936 m<sup>2</sup>, con un 55% de obra nueva y el restante es remodelación.

El concepto del proyecto es la sustentabilidad, manteniendo un equilibrio entre medio ambiente y arquitectura, esto lo logra mediante materiales ecológicos y técnicas constructivas amigables con el entorno. Los materiales predominantes son madera, caña guadua, piedra y adobe, este último se lo empleó en dos técnicas: súper adobe y adobe alivianado.

La estructura se la planteó bajo criterios antisísmicos, y el diseño sustentable del inmueble pretende aprovechar al máximo los recursos naturales, razón por la cual cuenta con paneles solares para el calentamiento del agua y paneles fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica, cuenta también con un sistema de reutilización de agua de duchas y cocina, que van a dos lagunas de purificación para su posterior uso en el riego de huertas. Además cuenta con baños secos, los mismos que utilizan aserrín y cal, otra característica importante es el uso de doble acristalamiento para evitar las pérdidas de calor dentro de la edificación, todos estos principios hacen que este centro de apoyo sea sostenible y no impacte de manera negativa el medio ambiente.

## Capítulo 2

# EL MEDIO AMBIENTE COMO DETERMINANTE DEL DISEÑO

*“Proyectar en armonía con la naturaleza significa, sencillamente, entender qué rol juega cada elemento en el contexto donde debemos operar”*

**Eduardo Souto de Moura**

## ARQUITECTURA Y EL MEDIO AMBIENTE

Se entiende por Medio Ambiente todo lo que le rodea a un ser vivo, es el entorno que afecta y determina de manera especial las circunstancias de la vida de personas o de una sociedad.

Abarca el conjunto de valores naturales, sociales y culturales, que coexisten en un lugar y momento determinado, que influyen en la vida del ser humano, es decir, todas las condiciones y factores externos, vivientes y no vivientes, que influyen en una persona durante su periodo de vida.

La arquitectura como una manifestación de las actividades de las personas, como vivir, trabajar, recrearse, entre otras ha formado parte de un sistema construido que abarca casas, edificios, calles, ciudades, paisajes diseñados por el hombre, espacios que han afectado directamente al medio ambiente y sus ecosistemas, de ahí la necesidad del respeto a la naturaleza y a los seres vivos y la importancia de aprovechar al máximo los recursos naturales no renovables y preferir los recursos renovables que son considerados como inagotables como la luz solar, el viento, la lluvia, elementos que permiten trabajar con eficiencia energética y disminuir la contaminación de la Tierra, por eso es importante conocer cómo funciona el clima para aprovechar de manera más productiva los beneficios que nos brinda la naturaleza.

## CLIMA

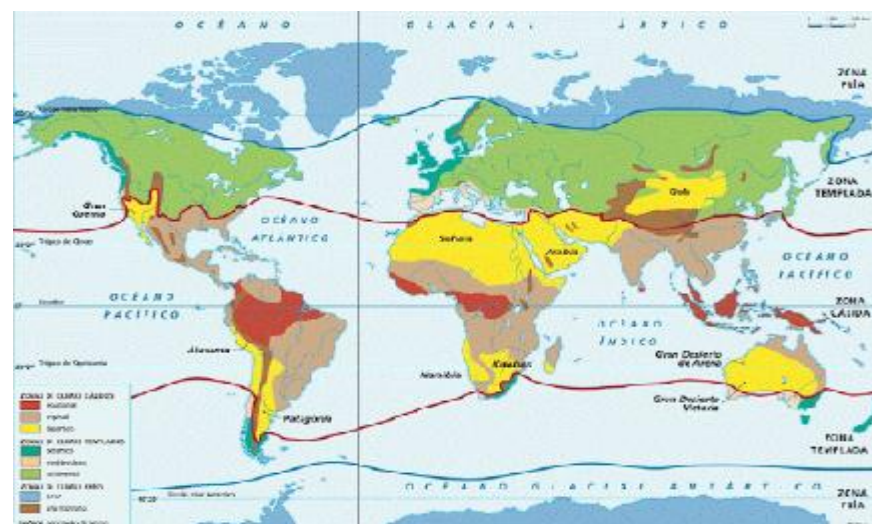


Imagen 2. 01

Fuente: <http://juanbascon.blogspot.com>

El clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo representativo: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones.

Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica,



durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más.<sup>4</sup>

Por lo tanto el clima es el resultado conjunto de factores como la temperatura, humedad, presión, que dependiendo de su ubicación geográfica como: valles, mares, desiertos bosques, etc., determinan el clima para cada zona de la Tierra.

Nuestro planeta cuenta con tres zonas climáticas:

## 1. ZONAS DE CLIMA CÁLIDO

También conocida como Zona Intertropical, denominada así por su ubicación entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, recibe la mayor cantidad de luz solar, razón por la cual presenta elevadas temperaturas y no hay invierno, su temperatura es superior a los 18°C.

Se diferencian tres climas: ecuatorial, tropical y desértico.

### 1.1 Clima Ecuatorial



Imagen 2. 02

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Se caracteriza por sus altas temperaturas, la temperatura media anual es superior a los 25°C, y por sus regulares y abundantes precipitaciones que oscilan entre 1500 y 2000 mm por año.

Se localiza en zonas cercanas al ecuador y en latitudes bajas como: la cuenca del Amazonas (América del Sur), parte de América Central, cuenca del Congo y costa del Golfo de Guinea (África) y sureste de Asia, gracias al clima ecuatorial la flora y fauna son muy diversas y cuenta con la mayor biodiversidad del planeta.

<sup>4</sup> F. J. Monkhouse. *Diccionario de términos geográficos*. Barcelona: oikos-tau, s. a. - ediciones, 1978, p.94.



## 1.2 Clima Tropical

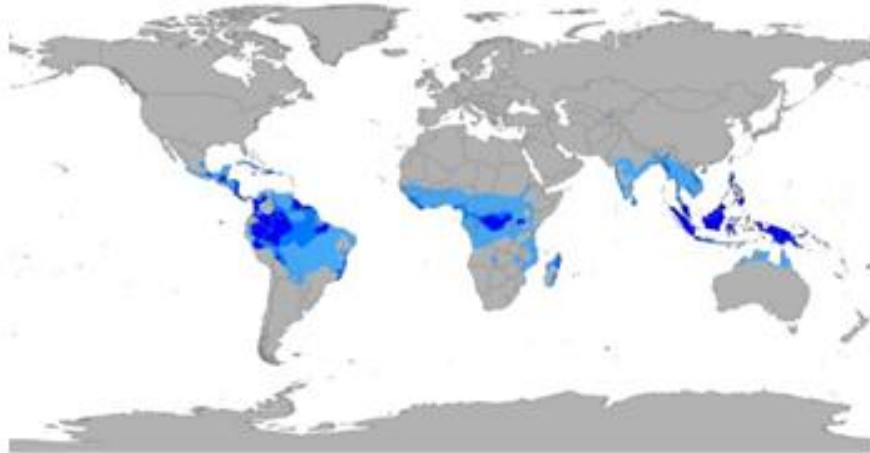


Imagen 2. 03

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Mantiene temperaturas medias anuales superiores a los 18°C, esto se debe que en estas regiones los rayos solares son casi perpendiculares y jamás se producen heladas.

Existe clima tropical lluvioso con un promedio de 2000mm por año, se caracteriza por una marcada estación húmeda en los meses de verano, con precipitaciones torrenciales, con bosques muy densos y el clima tropical seco con lluvias escasa con un promedio de 250mm anuales, es conocido como sabana con árboles diseminados de gran altura y resistentes a la falta de agua.

## 1.3 Clima Desértico

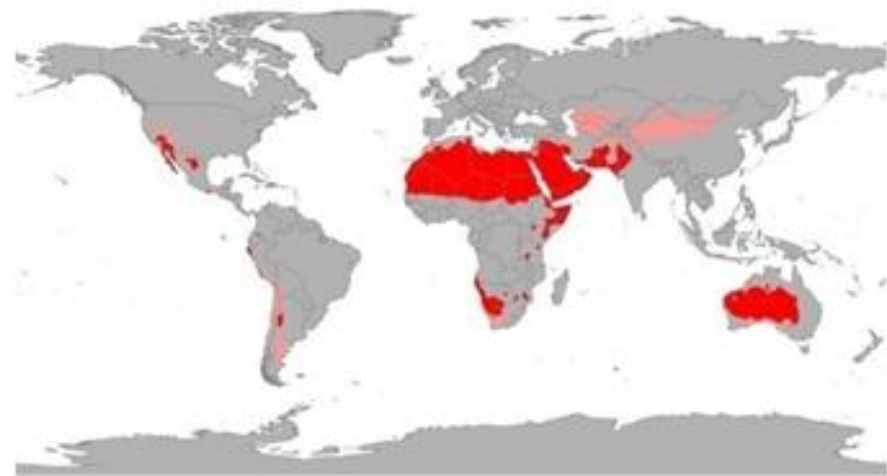


Imagen 2. 04

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

En estas zonas las precipitaciones anuales son escasas e inferiores a 250 mm, se debe a diferentes causas por ejemplo la geografía, corrientes marinas frías que evitan o eliminan la humedad y como consecuencia la falta de lluvia dando cabida a los desiertos costeros. La temperatura es superior a los 18°C, pero puede llegar a variar drásticamente entre el día y la noche.

Existe clima desértico cálido en el que los días están despejados durante todo el año y hay corrientes descendentes de aire estables y anticiclones permanentes, se caracterizan por sus

elevadas temperaturas que pueden alcanzar los 45°C y clima desértico frío que se encuentra situado en zonas templadas, que sufren una sombra orográfica, que impiden la lluvia sobre dicha superficie, caracteriza es por tener temporadas excepcionalmente frías, con inviernos secos, y temperaturas por debajo de cero continuamente.

## 2. ZONAS DE CLIMA TEMPLADO

Se encuentra entre trópicos y polos, su temperatura oscila entre 0 – 18 °C.

Dependiendo de la latitud y altitud, presenta climas variados: oceánico, mediterráneo y continental.

Esta zona cuenta con las cuatro estaciones: invierno, verano, primavera y otoño.

### 2.1 Clima Oceánico



Imagen 2. 05

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

También conocido como clima atlántico, están situadas en las franjas costeras y se ven afectadas por vientos del Oeste, que al pasar sobre los océanos evaporan mucha agua y al entrar en contacto con la tierra se forman lluvias suaves y persistentes. Una de las características es su agradable temperatura a lo largo del año que puede variar entre 10 °C en invierno y 18 °C en verano, es decir cuenta con inviernos suaves y veranos frescos. Las lluvias son constantes, aunque menos frecuentes en verano, estas características se deben a su cercanía con el océano y puede alcanzar hasta los 1000 mm por año.

## 2.2 Clima Mediterráneo



Imagen 2. 06

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Su nombre se debe a que la mayor superficie de esta zona se encuentra sobre el Mar Mediterráneo. Este clima se caracteriza por inviernos templados, veranos secos y calurosos, otoños y primaveras variables en temperatura y precipitaciones. Las lluvias no son muy abundantes, sin embargo hay lugares donde llegan a alcanzar los 1000 mm anuales, y en verano no hay precipitaciones, lo cual genera épocas de sequía. La temperatura oscila entre los 10°C en invierno y los 20°C en verano.

## 2.3 Clima Continental



Imagen 2. 07

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Este tipo de clima se presenta en el Hemisferio norte, se caracteriza porque las estaciones son muy marcadas, fríos extremos en invierno y mucho calor en verano, de la misma manera sucede con el día y la noche, mientras que en primavera y otoño mantienen temperaturas confortables y las precipitaciones anuales varían entre 300 y 800 mm. El clima continental, siempre presenta heladas, que llegan a superar temperaturas bajo 0°C, esto sucede a que se localizan en el interior de los continentes o por lugares aislados por cadenas montañosas que impiden la influencia oceánica.

### 3. ZONAS DE CLIMA FRÍO

Esta zona está comprendida por los polos y las tierras de alta montaña, con una altitud superior a 2500 m, la temperatura de estos lugares es inferior a 0° C, las precipitaciones son escasas y hay presencia de nieve.

#### 3.1 Clima Polar



Imagen 2. 08

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Clima polar o también llamado clima gélido, se encuentra principalmente en los polos y su temperatura es extremadamente baja, inferior a los 0°C. Las precipitaciones son escasas y son en forma de nieve, la humedad es casi nula y los vientos son muy fuertes, lo que lo convierte en un clima hostil para la vida.

Existen dos zonas, una en el hemisferio norte y otra en el hemisferio sur. La primera está en el norte del círculo polar ártico y la segunda al sur del círculo polar antártico. En los polos las temperaturas son muy bajas, debido a que los rayos solares llegan muy inclinados respecto a la superficie terrestre. El clima de las zonas más altas de las principales cordilleras del planeta se asemeja mucho al polar, como las cumbres del Himalaya, de los Andes o de las montañas de Alaska.

#### 3.2 Clima de Alta Montaña



Imagen 2. 09

Fuente: <http://iessonferrerdgh1e07.blogspot.com>

Este clima se presenta en zonas montañosas como los Alpes de Europa, el Himalaya en Asia y los Andes en América, se producen climas de tipo polar, donde la latitud no influye, este clima solo se

ve afectado por la altura que supera los 3000m. La temperatura es muy baja durante todo el año, debido a su altitud, por cada 100m que se sube, la temperatura disminuye entre 0,6 a 0,65 °C.

Las lluvias son abundantes, sin embargo disminuyen conforme las nubes ascienden y en alturas mayores las precipitaciones se presentan en forma de nieve.

## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### TEMPERATURA ATMOSFÉRICA

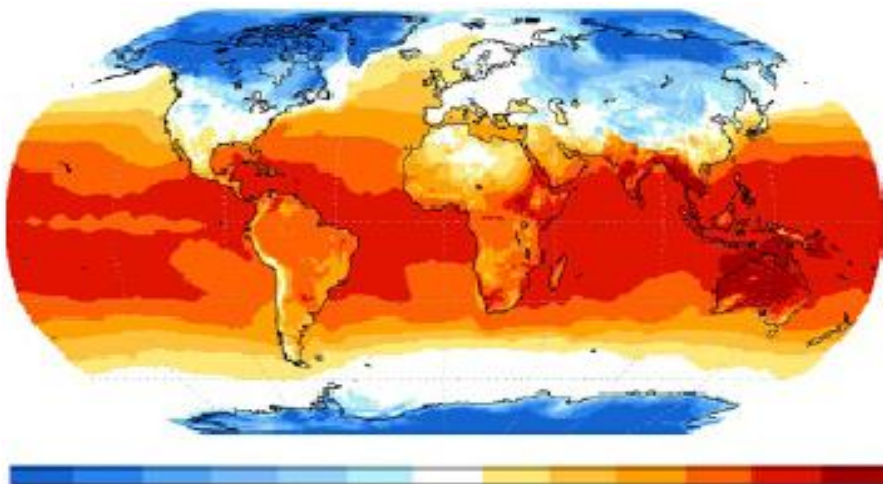


Imagen 2. 10

Fuente: <http://www.temperaturaglobal.com>

Es la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire en un lugar y momento específico. Este tipo de energía es emitida por el sol, y se la conoce como radiación solar. La radiación solar emite rayos de luz y calor en diferentes longitudes de onda: visibles que son los rayos luminosos e invisibles que son rayos ultravioletas e infrarrojos.

Estos rayos se reflejan en la superficie de la tierra y son devueltos al espacio, debido a la presencia de la atmósfera, los rayos solares vuelven a la tierra, permitiendo que el calor se quede durante más tiempo, provocando el efecto invernadero. Este efecto se produce gracias a que el planeta está conformado por gases, como el CO<sub>2</sub>, que mantiene una temperatura idónea para la vida, sin embargo cuando la cantidad de estos gases se incrementa, la atmosfera se vuelve más densa y evita que los rayos del sol sean reflejados al espacio, haciendo que la temperatura de la Tierra aumente, produciendo el calentamiento global.

La temperatura puede variar por diferentes causas, como: inclinación de los rayos solares, tipo de superficie absorbente o reflejante, dirección y fuerza del viento, latitud y altitud, influencia del mar.

El concepto de calor está asociado con una temperatura más alta, mientras que el término frío se asocia con una temperatura más



baja. La temperatura suele medirse en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), y también en grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ).<sup>5</sup>

### **HUMEDAD DEL AIRE**

Es la cantidad de vapor de agua en un volumen de aire.

Este vapor proviene de la evaporación de mares, océanos, ríos, lagos, plantas y seres vivos. La cantidad de vapor que puede ser tomada por el aire depende de la temperatura, a mayor temperatura, mayor humedad.

Existe humedad relativa y absoluta. La humedad relativa es la capacidad que tiene el aire para absorber vapor de agua, para ello requiere energía calorífica, por lo que depende de la temperatura del aire, la humedad relativa se mide en tantos por ciento de agua en el aire, mientras que la humedad absoluta hace referencia a la cantidad de vapor de agua y se expresa en gramos por centímetro cúbico.

La saturación de vapor de agua en el aire, impide que se mantenga en estado gaseoso, se convierte en líquido y se precipite. Para medir la humedad se utiliza un instrumento llamado higrómetro.

### **PRECIPITACIÓN**

<sup>5</sup> “Significados.info”. (2012, 12 de marzo). *Significado de Temperatura*. Tomado de <http://www.significados.info/temperatura>

Es la caída de agua en estado líquido o sólido sobre la superficie terrestre, esto incluye; lluvia, llovizna, granizo, nieve, sin embargo no se considera precipitación a la neblina y el rocío.

Este elemento climático ayuda a mantener el balance atmosférico, puesto que sin precipitaciones el planeta sería desértico.

La cantidad de precipitación sobre un punto terrestre se denomina pluviosidad, y para su medición se utilizan instrumentos llamados pluviómetros y pluviógrafos y se la mide en milímetros, que equivale al espesor de la capa de agua sobre una superficie plana e impermeable, como consecuencia de la precipitación.

### **PRESIÓN ATMOSFÉRICA**

La presión atmosférica es el peso del aire sobre cada unidad de superficie terrestre, la presión normal es 1013 milibares (mb) a nivel del mar, por tal motivo a medida que el aire asciende, la presión disminuye.

Existen dos tipos de presiones: Altas presiones o Anticiclones, con niveles superiores a 1013mb y se clima es estable y seco, mientras que las Bajas presiones o Borrascas, tienen niveles inferiores a 1013 mb y su clima es inestable y lluvioso, llegando a provocar las tormentas tropicales, ciclones.



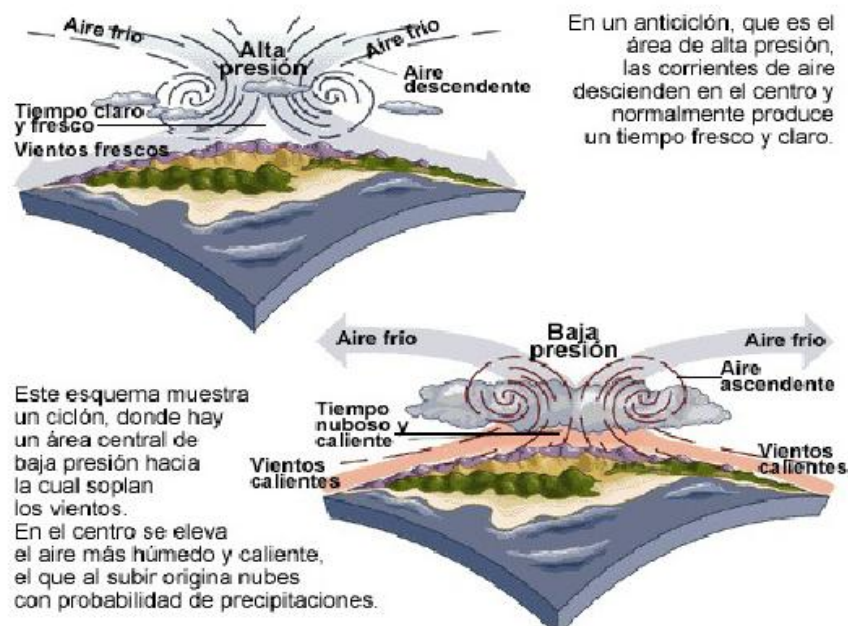


Imagen 2. 11

Fuente: <http://www.temperaturaglobal.com>

Para su medición se utiliza el barómetro y se representa con isobaras, que son líneas que unen puntos con la misma presión.

La presencia de los dos tipos de presiones en diferentes puntos de la tierra hace que el aire se mueva de un lugar a otro en diferentes direcciones dando origen a los vientos.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CLIMA

### LATITUD

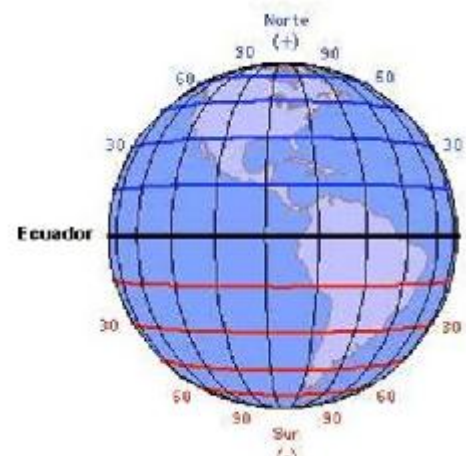


Imagen 2. 12

Fuente:

<http://almez.pntic.mec.es>

La latitud es la distancia angular entre la línea ecuatorial, y un punto determinado de la Tierra, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto.

Según el hemisferio en el que se sitúe el punto, puede ser latitud norte o sur.<sup>6</sup>

Las líneas de latitud son imaginarias y ayudan a localizar puntos sobre la Tierra, se dibujan paralelas a la línea del ecuador y se

<sup>6</sup> "Wikipedia.org". (2012, 09 de mayo). *Latitud Geográfica*. Tomado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Latitud\\_geográfica](http://es.wikipedia.org/wiki/Latitud_geográfica)

expresan en grados sexagesimales, entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . La latitud de la línea ecuatorial es  $0^\circ$ .

El polo norte tiene una latitud  $90^\circ\text{N}$  y el polo sur tiene una latitud  $90^\circ\text{S}$ .

## LONGITUD

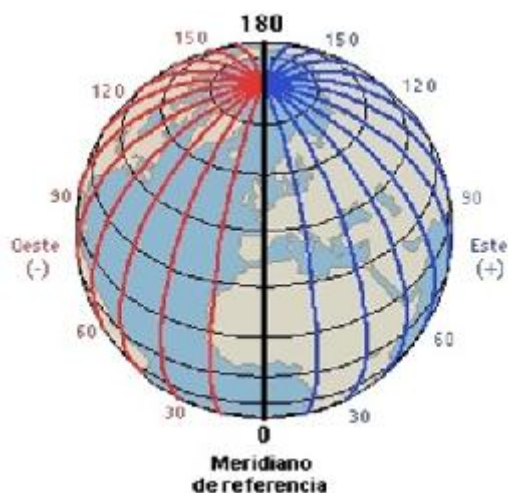


Imagen 2. 13

Fuente:  
<http://almez.pntic.mec.es>

Es la distancia angular medida en grado, minutos y segundos, entre cualquier punto sobre la Tierra y el Meridiano de Greenwich y puede ser este u oeste. Se mide en grados sexagesimales entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ .

Los meridianos son líneas imaginarias que se extienden de polo a polo cruzando la línea del ecuador, el polo norte y sur no tienen longitud.

El meridiano  $0^\circ$  se encuentra en Londres, en el Real Observatorio Astronómico de Greenwich, por razones históricas.

## ALTITUD

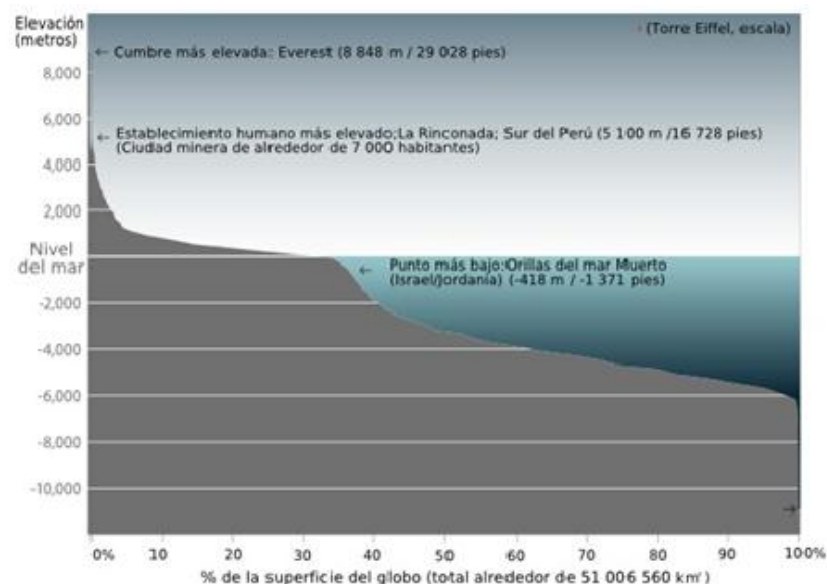


Imagen 2. 14

Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Es la distancia vertical, que existe entre el nivel del mar y un punto de la Tierra. Se mide en metros y se expresa como metros sobre el nivel del mar (msnm), debido a que el nivel del mar no es constante debido a las mareas y situación geográfica, cada país determina su nivel, tomando como referencia un lugar concreto en determinada época del año como referencia.

Estos accidentes geográficos generan una gran diversidad de climas y paisaje.

## CORRIENTES MARINAS

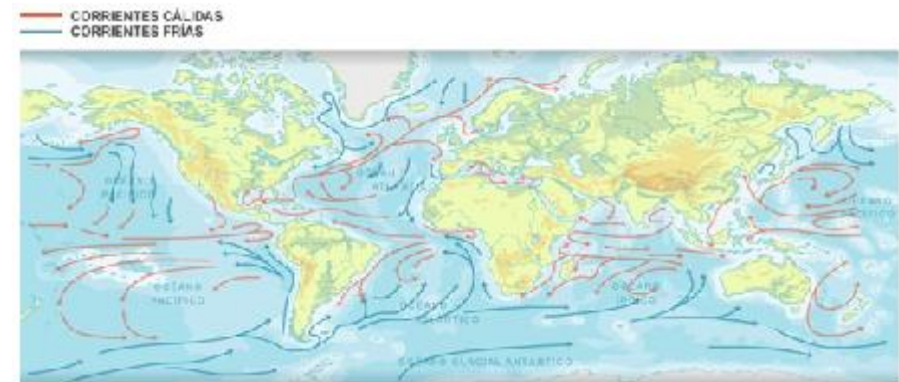


Imagen 2. 16

Es la superficie de la tierra con distintos niveles, unos más elevados que otros, es decir la corteza terrestre o litosfera.

Las corrientes marinas son masas de agua que se desplazan en el océano, a manera de río, en diferentes direcciones y profundidades.

57

**Corrientes Cálidas:** se forman especialmente en el hemisferio norte. Son corrientes de aguas superficiales, originadas en la zona intertropical y en movimiento hacia las costas de América y Asia. Las principales son la Ecuatorial, la de Kuroshio y la del Golfo.

**Corrientes Frías:** se forman en las franjas intertropicales y subtropicales, estas se producen a partir de la combinación del ascenso de aguas frías profundas con los efectos del movimiento de rotación terrestre. Las principales corrientes frías son la de Canarias, la de Benguela, la de Humboldt y la de California

## SOLEAMIENTO

El soleamiento es la necesidad de permitir el ingreso de la luz solar en espacios interiores o exteriores para alcanzar un confort higrotérmico, es decir se encarga de analizar la dirección e incidencia de los rayos solares en diferentes épocas del año. El estudio de soleamiento se lo realiza mediante cartas solares, que ayudan a solucionar problemas de exposición solar y sombras.

En el ámbito de la arquitectura, el soleamiento nos proporciona información que nos permite conocer la inclinación de los rayos del sol sobre un edificio y la evaluación de ganancias térmicas por radiación. El aporte de estos datos en muchos casos ayudará a

mejorar el control del ingreso de la radiación solar, mediante una apropiada protección solar y evitar el sobrecalentamiento en determinados espacios.

Para poder utilizar adecuadamente la energía solar, se deben conocer conceptos como: Movimiento de la Tierra y los efectos que esto generan.

## MOVIMIENTOS DE LA TIERRA

El planeta Tierra, se encuentra sometida a cinco movimientos: Rotación, Traslación, Nutación, Precesión y Bamboleo de Chandler, sin embargo los dos primeros son de importancia para el estudio del soleamiento, debido a que la influencia directa del sol sobre estos movimientos, genera los días y las noches y las estaciones del año.

### MOVIMIENTO DE ROTACIÓN

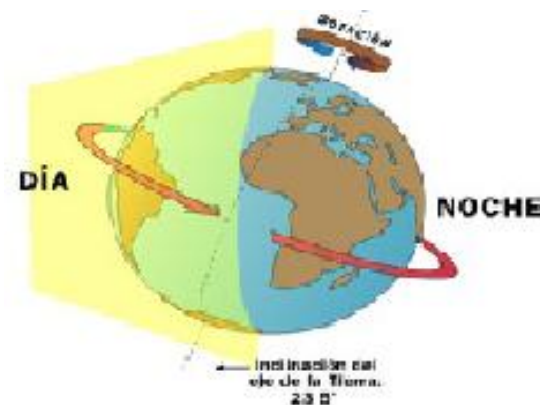


Imagen 2. 17

Fuente:

<http://astronomiachile.wordpress.com>



Es el movimiento que la Tierra realiza sobre su propio eje y como resultado de este existen los días y las noches. Gira sobre un eje imaginario, llamado eje terrestre, que atraviesa los polos. La Tierra gira de oeste a este, si se toma como referencia el Polo Norte la Tierra gira en sentido anti horario.

La rotación completa sobre este eje tiene una duración de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos, a este movimiento se lo llama día sidéreo. No obstante, si consideramos al Sol como referencia del mismo ciclo de rotación el día se llama solar y tiene 24 horas.

El eje terrestre forma un ángulo de unos  $23,5^\circ$  respecto a la normal de la eclíptica, fenómeno denominado oblicuidad de la eclíptica. Esta inclinación, combinada con el movimiento de traslación produce que en los polos existan períodos de 6 meses de luz y 6 meses de oscuridad, y además permite que existan las estaciones del año provocadas por el cambio del ángulo de incidencia de la radiación solar.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> “Astronomiachile.wordpress.com”. (2013, 24 de febrero). Los movimientos de la tierra. Tomado de <http://astronomiachile.wordpress.com/observando-el-cielo>

## MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN

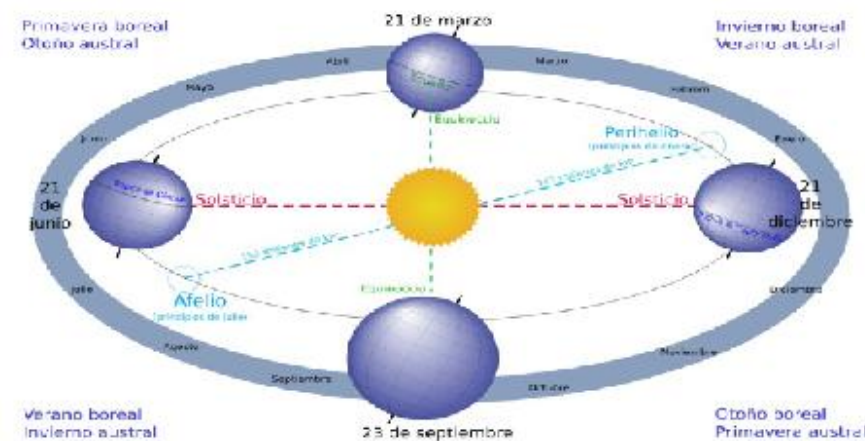


Imagen 2. 18

Fuente: <http://www.mimeteo.com>

Este movimiento hace referencia al recorrido elíptico de 930 millones de kilómetros alrededor del Sol, con una distancia media entre esta estrella y nuestro planeta de 150 millones de km, tiene una duración de 365 días y 6 horas. La diferencia de estas 6 horas se acumulan durante cuatro años hasta sumar las 24 horas de un día, motivo por el cual cada cuatro años hay año bisiesto, que cuenta con 366 días.

Tomando en cuenta que el recorrido de la tierra no es circular, sino elíptico, esto quiere decir que en esta trayectoria no se define en un radio, sino dos ejes, uno mayor que reciben el nombre de Solsticios y otro menor denominado Equinoccios, que dan lugar a las estaciones del año.

## Solsticios



Imagen 2. 19

Fuente: <http://www.gabitos.com>

Astronómicamente, los solsticios son los momentos en los que el Sol alcanza la máxima declinación norte ( $+23^{\circ} 27'$ ) o sur ( $-23^{\circ} 27'$ ) con respecto al ecuador terrestre.<sup>8</sup>

Los solsticios tienen como consecuencia la formación de las estaciones de invierno y verano.

Son los puntos en los que el Sol se aleja más del ecuador celeste. Si este alejamiento es hacia el norte, se produce el solsticio de verano, y si es al sur origina el solsticio de invierno, en el caso de que nos encontremos en el hemisferio norte, y si hablamos del hemisferio sur, sucede al viceversa. En estos dos días del año, se produce el día más largo del año y la noche más corta, solsticio de verano y la noche más larga del año y el día más corto, solsticio de invierno.

<sup>8</sup> “Wikipedia.org”. (2012, 09 de mayo). Solsticio. Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Solsticio>

INICIO	H. NORTE	H. SUR	INCLINACIÓN
21-22 Junio	Verano	Invierno	$23,5^{\circ}$ Norte
21-22 Diciembre	Invierno	Verano	$23,5^{\circ}$ Sur

Cuadro 2. 01

Información de los solsticios

## Equinoccios

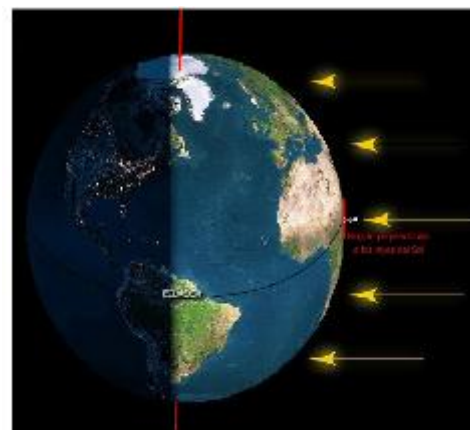


Imagen 2. 20

Fuente:  
<http://www.gabitos.com>

Se denomina así al momento en que el eje de rotación de la Tierra es perpendicular a los rayos del Sol, y como resultado éstos caen perpendicularmente sobre el ecuador, esto hace que la duración de los días y las noches sea la misma, recibiendo igual cantidad de soleamiento y es en estos momentos en que el sol sale exactamente por el este y se oculta por el oeste.



Los equinoccios producen las estaciones de primavera y otoño, con climas agradables.

INICIO	H. NORTE	H. SUR	INCLINACIÓN
20-21 Marzo	Primavera	Otoño	0°
23-24 Septiembre	Otoño	Primavera	0°

Cuadro 2. 02

Información de equinoccios

## CARTAS SOLARES

La carta solar es un modelo gráfico que representa la trayectoria del Sol, durante el periodo de un año, vista desde un plano horizontal. Existe algunos tipos de cartas solares como: carta ortogonal, carta estereográfica, carta cilíndrica, etc. Sin embargo no es necesario el conocimiento de todas ellas, la más importante es la carta estereográfica.

### Carta Solar Estereográfica

Es la representación del recorrido del Sol, basada en una proyección ortogonal y consiste en trasladar la ruta del sol, descrita sobre la bóveda celeste, sobre el plano de horizonte.

Este modelo es una herramienta útil para el estudio de sombras, para el análisis y evaluación de dispositivos de control solar.

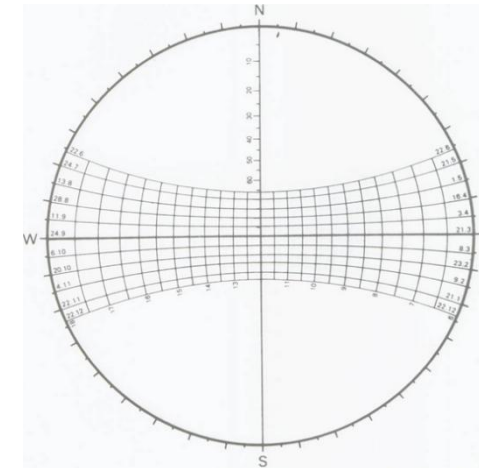


Imagen 2. 21

Fuente: <http://dc131.4shared.com>

## RADIACION SOLAR

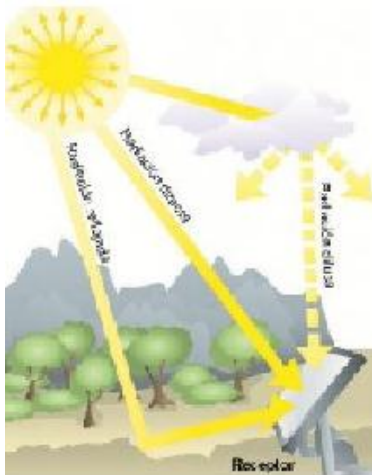


Imagen 2. 22

Fuente: <http://calculationsolar.com>

La radiación solar, es denominada a la energía que el sol genera en su núcleo mediante reacciones nucleares de fusión y llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, con longitudes de onda de diferentes frecuencias que van desde  $0.15 \mu\text{m}$  a  $4 \mu\text{m}$  y se las conoce como luz visible, infrarroja y ultravioleta. La radiación solar se mide con un instrumento nombrado piranómetro.

Según la forma que un objeto recibe la radiación solar se clasifica en:

**Radiación directa:** Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido alguna desviación a través de la atmósfera. Se

determina este tipo de radiaciones, porque proyecta una sombra definida de los objetos que la interceptan.

**Radiación difusa:** Este tipo de radiación recibe su nombre debido a los cambios de dirección, principalmente a la reflexión y difusión en la atmósfera, debido a la presencia de nubes, partículas de polvo, montañas, árboles, edificios. Las superficies horizontales reciben mayor radiación difusa, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

Esta energía puede suponer aproximadamente un 15% de la radiación global en los días soleados, pero en los días nublados, en los cuales la radiación directa es muy baja, la radiación difusa supone un porcentaje mucho mayor.

## TRANSFERENCIA DE CALOR



Imagen 2. 23

Fuente: <http://www.solucionesespeciales.net>

Es la transferencia de energía térmica, de un cuerpo con mayor temperatura a otro de baja temperatura. La transferencia de calor, se encarga del equilibrio térmico del trasmisor de calor hacia un cuerpo y su entorno.

Es importante conocer los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el calor está en un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:

### Conducción

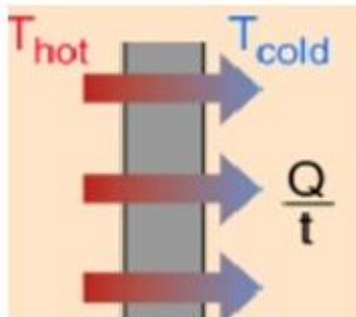


Imagen 2. 24

Fuente:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>

El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo por medio de la agitación molecular en el interior del material, sin ningún tipo de movimiento entre los objetos. La facilidad con que el calor viaja a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de aislantes, los plásticos, maderas, aire.

Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, lo que se puede reducir colocando un material

$$\frac{Q}{t} = \frac{KA(T\uparrow - T\downarrow)}{d}$$

Q= calor transferido en el tiempo = t

K= conductividad térmica del material de la barrera

A= área

T↑= temperatura mayor

T↓= temperatura menor

d= grosor de la barrera

### Convección

Este tipo de transferencia se determina por el movimiento que se produce a través de un fluido, puede ser líquido o gaseoso, es decir, transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas, por ejemplo, el aire caliente sube, mientras el aire frío baja, la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno como un ventilador, el viento, la convección es forzada.

## Radiación

Es la energía radiante, que emiten un cuerpo continuamente desde su superficie, debido a su temperatura, sin contacto entre cuerpos, ni fluidos que transporten el calor.

Esta energía se denomina energía radiante y es transportada por ondas electromagnéticas, por este motivo, la energía radiante puede transmitirse aún en el vacío.

## INERCIA TÉRMICA

La inercia térmica es la propiedad que tiene un cuerpo de conservar calor y la velocidad con la que lo cede o absorbe al entorno.

Esta capacidad de los materiales para almacenar energía depende de: su masa, su densidad, coeficiente de conductividad térmica y calor específico.

La inercia térmica es un factor clave en las construcciones sustentables, puesto que esta capacidad de acumular calor en elementos arquitectónicos, ayuda a conseguir niveles de confort óptimos y conlleva a dos fenómenos: uno de ellos es el de la amortiguación en la variación de las temperaturas y otro es el retardo de la temperatura interior respecto a la exterior.

Entonces, la inercia térmica en una vivienda lleva aparejado dos fenómenos: el de retardo de la temperatura interior respecto a la

temperatura exterior y el de amortiguación la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior.

## EFECTO CLIMÁTICO DEL SUELO

El suelo tiene mucha inercia térmica, lo que amortigua y retarda las variaciones de temperatura, entre el día y la noche, e incluso entre estaciones.

La amortiguación de temperatura que se produce depende de la profundidad y del tipo de suelo. Para amortiguar las variaciones día - noche el espesor debe ser de 20 - 30 cm, para amortiguar las variaciones entre días de distintas temperaturas, espesor de 80 a 200 cm, y para amortiguar variaciones invierno - verano, espesores de 6 - 12 m.

Aunque en la práctica no sea factible grandes profundidades en enterramientos de viviendas, si que han surgido proyectos de viviendas semienterradas para tratar de aprovechar esta capacidad de amortiguamiento del suelo.

## AISLAMIENTO Y MASA TÉRMICA

La masa térmica provoca un desfase entre los aportes de calor y el incremento de la temperatura.

Funciona a distintos niveles:

- **En ciclo diario**, durante el invierno, la masa térmica estratégicamente colocada almacena el calor solar durante el día para liberarlo por la noche, y durante el verano, realiza la misma función, sólo que el calor que almacena durante el día es el de la casa, manteniéndola, por tanto, fresca, y lo libera por la noche, evacuándose mediante la ventilación.
- **En ciclo interdiario**, la masa térmica es capaz de mantener determinadas condiciones térmicas durante algunos días una vez que estas han cesado, por ejemplo, es capaz de guardar el calor de días soleados de invierno durante algunos días nublados venideros.
- **En ciclo anual**, se guarda el calor del verano para el invierno y el fresco del invierno para el verano, sólo una enorme masa térmica como el suelo es capaz de realizar algo así.

La vivienda con elevada masa térmica se comporta manteniendo una temperatura sin variaciones bruscas, relativamente estable frente a las condiciones externas. El objetivo es conseguir que, mediante un buen diseño bioclimático, esta temperatura sea agradable

En general, materiales de construcción pesados pueden actuar como una eficaz masa térmica: los muros, suelos o techos gruesos, de piedra, hormigón o ladrillo, son buenos en este sentido. Colocados estratégicamente para recibir la radiación solar tras un cristal, funcionan fundamentalmente en ciclo diario, pero repartidos adecuadamente por toda la casa, funcionan en

ciclo interdiario. Si la casa está enterrada o semienterrada, la masa térmica del suelo ayudará también a la amortiguación de oscilaciones térmicas, en un ciclo largo.

El aislamiento térmico dificulta el paso de calor por conducción del interior al exterior de la vivienda y viceversa. Por ello es eficaz tanto en invierno como en verano. Una forma de conseguirlo es utilizar recubrimientos de materiales muy aislantes, como espumas y plásticos. No conviene exagerar con este tipo de aislamiento, puesto que existe otra importante causa de pérdida de calor: las infiltraciones. De nada serviría tener una casa muy aislada si no se ha cuidado este otro factor. De todas maneras, aunque se quieran reducir al máximo las infiltraciones, siempre es necesario un mínimo de ventilación por cuestiones higiénicas, lo que supone un mínimo de pérdidas caloríficas a tener en cuenta. Para hacer eficaz el aislamiento, también es necesario reducir al máximo los puentes térmicos.

En cuanto a la colocación del aislamiento, lo ideal es hacerlo por fuera de la masa térmica, es decir, como recubrimiento exterior de los muros, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como acumulador eficaz en el interior, y bien aislado del exterior.

También es importante aislar los acristalamientos. Durante el día actúan eficazmente en la captación de la radiación solar para obtener luz y calor, pero por las noches se convierten en sumideros de calor hacia el exterior por conducción y convección (no por radiación, pues el cristal es opaco al infrarrojo). Un doble



acristalado reduce las pérdidas de calor, aunque también reduce algo la transparencia frente a la radiación solar durante el día. De cualquier manera, nada tan eficaz como aislamientos móviles (contraventanas, persianas, paneles, cortinas) que se coloquen durante la noche y se quiten durante el día. En verano, estos elementos pueden impedir durante el día la penetración de la radiación solar.

## CONFORT TÉRMICO

El confort térmico es la sensación de equilibrio entre una persona y un ambiente determinado, es decir, es un estado psico fisiológico bajo el cual la mayoría de los usuarios de un espacio manifiestan satisfacción con el medio ambiente que les rodea.

El confort térmico depende de ciertos parámetros externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo.

Para llegar a la sensación de confort, el balance de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo, conservando de esta forma nuestra temperatura normal.

## VIENTO

El viento es aire en movimiento, que se genera por las diferencias de temperatura y presión atmosférica causadas por el calentamiento no uniforme de la superficie terrestre, ya que mientras el sol calienta una parte de la tierra, el otro lado es enfriado por la radiación nocturna hacia el espacio, es decir que el viento es una forma de energía solar.

El calentamiento de forma desigual de la atmosfera, origina movimientos compensatorios que tienden a reducir la diferencia horizontal de temperatura y por lo tanto las diferencias de densidad y presión.

El desigual calentamiento de la tierra combinado con la rotación dan como resultado los patrones de circulación. El movimiento del aire, la velocidad y dirección están regidos por cuatro fuerzas básicas:

**Fuerza Gradiente de Presión:** el aire siempre se mueve de una presión alta hacia una presión baja.

**Fuerza Coriolis:** la dirección del viento sufre una deflexión debido a la rotación de la tierra (Ley de Farrel). Cualquier objeto o fluido que se mueve libre y horizontalmente en el hemisferio norte tiende a ser desviado a la derecha, mientras que en el hemisferio

sur, la deflexión será hacia la izquierda, este efecto es ausente en el ecuador y aumenta en los polos.

**Fuerza Centrífuga:** el aire se mueve en un patrón curvo. En el hemisferio norte, la dirección del flujo es en sentido de las manecillas del reloj en las zonas de alta presión y en sentido inverso en las zonas de baja presión.

**Fuerza de Fricción:** la velocidad y dirección del viento se ve alterada cerca de la superficie de la tierra, dependiendo del grado de rugosidad superficial.

Por la acción de estas cuatro fuerzas, el patrón general del viento a escala global se muestra en la siguiente figura.

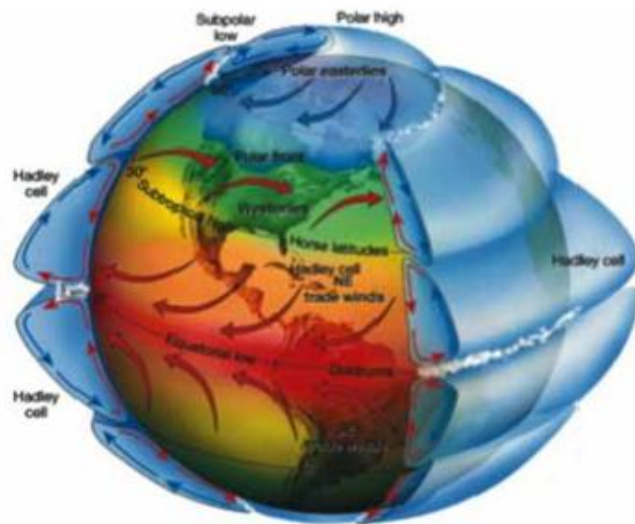


Imagen 2. 25

Fuente: Atlas Climático IDEAM

El aire que es calentado en el ecuador sube y se desplaza hacia el polo norte bajando aproximadamente en la latitud 30° N y regresa hacia el ecuador con una dirección NE debido al efecto Coriolis, estos vientos son denominados Vientos Alisios. Entre la latitud 30° N Y 55° N se presentan los Viento de Oeste, mientras que los Vientos Polares son en dirección NE.

## VIENTOS LOCALES

Los vientos generales o de gran escala son los que dominan, sin embargo estos pueden ser alterados o modificados por los vientos locales o convectivos. Los principales vientos locales son:

### Los Vientos de Valle y Montaña



Imagen 2. 26

Fuente: <http://www.artinaid.com>

Durante el día poco antes de la salida del sol y hasta la puesta sopla un viento ascendente o anabático, dando lugar al viento de valle.

Así mismo entre la media noche y la salida del sol, sopla un viento que desciende por la ladera o catabático, dando lugar al viento de montaña, tienen importancia porque hacen penetrar en el valle aire frío, dando lugar a temperaturas nocturnas inferiores a las de la montaña.

Los vientos de valle – montaña son más intensos durante los días claros de verano en que los vientos predominantes son flojos y mientras el aire de las laderas asciende durante el día y desciende durante la noche. Con frecuencia ese aire asciende y en expansión forma cúmulos en las cumbres dando lugar a lluvias.

### Las Brisas de Mar – Tierra

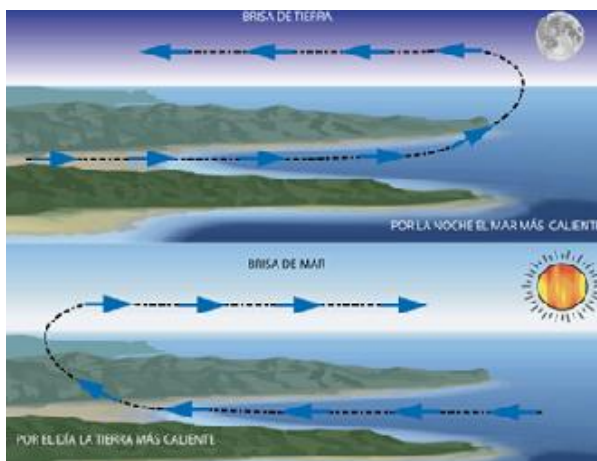


Imagen 2. 27  
Fuente: <http://www.pasionporvolar.com>

El océano es calentado más lentamente que la tierra adyacente, debido a que el agua tiene una gran capacidad calorífica, así mismo el océano se enfriaría más lentamente que la tierra. Estas diferencias de calentamiento y enfriamiento tienen como consecuencia grandes movimientos de aire, durante el día, la tierra calentada provocará una corriente ascendente en el aire, el cual será reemplazado por la brisa de aire fresco del mar, mientras que en la noche, la tierra se enfría con mayor rapidez que el agua, lo que origina que el flujo de aire se invierta, circulando el aire de la tierra al mar.

### EL AIRE COMO NECESIDAD

En términos de necesidad humana y de la vida de plantas y animales, el aire es el primer requerimiento, mediante un adecuado abastecimiento de oxígeno a través de aire fresco.

La cantidad de aire que necesita una persona dependerá básicamente del tipo de actividad que esté desarrollando y de la calidad del aire disponible.

El aire puro contiene aproximadamente una proporción de 0.03% de CO<sub>2</sub>, pero en áreas urbanas esta concentración puede elevarse hasta 0.07 o 0.1 %, los efectos nocivos se empezarán a evidenciar al rebasar esta última cifra.

La renovación de aire es de vital importancia, sin embargo en términos de confort, los cambios de aire ayudan muy poco. El confort se logra cuando el flujo de aire pega directamente sobre el cuerpo de los usuarios.

El conocimiento, análisis y manejo apropiado de las formas espaciales y aberturas de un edificio, pueden controlar favorablemente los flujos externos de aire así como la ventilación interior inducida sobre la zona habitable.

## VIENTO Y ARQUITECTURA

El viento es uno de los parámetros ambientales importantes a manejar en la arquitectura, ya sea para captarlo, evitarlo o controlarlo, es un elemento de climatización pasiva que ha sido muy utilizado en la arquitectura de todos los tiempos y lugares.

La ventilación es la principal estrategia de climatización en climas cálidos, secos y húmedos, de igual manera en los climas fríos, ya que es necesario protegerse del viento y controlar las infiltraciones.

Con el fin de lograr una ventilación adecuada dentro de la arquitectura, es necesario conocer cómo se comporta el viento y de qué manera puede aprovecharse los patrones que siguen en su recorrido a través de las edificaciones para poder utilizarlo como sistema de climatización pasiva.

- Comportamiento del viento alrededor de una construcción: cuando el viento golpea contra un edificio se crea zonas de alta presión en la cara frontal, el viento rodea al edificio y crea zonas de baja presión en las caras laterales y en la cara posterior, naturalmente el aire entra por las zonas de alta presión y sale por las zonas de baja presión.

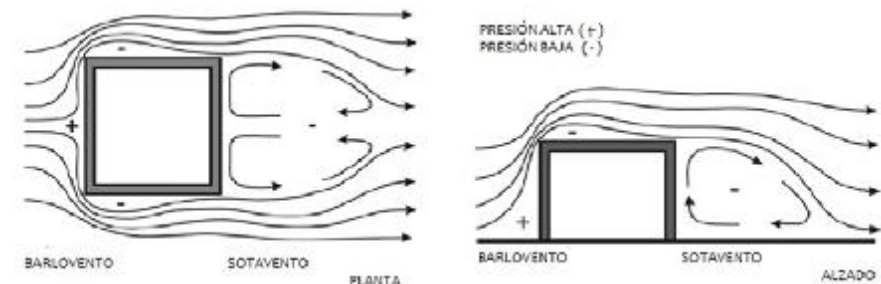


Imagen 2. 28

Fuente: <http://www.artinaid.com>

- Comportamiento del viento dentro del edificio: la ubicación y tipo de apertura de entrada determina el patrón del flujo de aire a través de un edificio. Si las aberturas están alineadas, la velocidad del aire es mayor, sin embargo, cuando las aberturas se encuentran en diagonal, el aire circula más lentamente por el cambio de dirección, disminuyendo su velocidad.

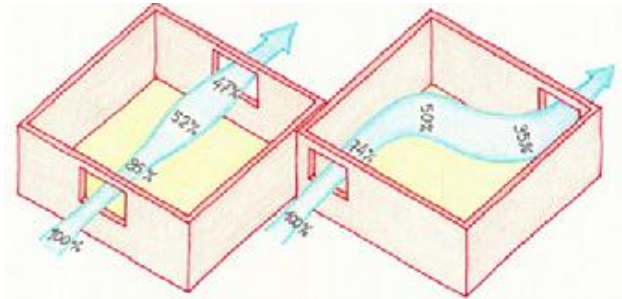


Imagen 2. 29

Fuente: <http://abioclimatica.com>

- Relación entrada – salida: cuando la abertura de entrada es más pequeña que la de salida, se incrementa la velocidad del flujo interno.
- La cantidad de aire que pasa por una abertura, depende directamente del área de la abertura, la velocidad del viento, la dirección del viento con respecto al plano de la abertura y la relación entre el área de la abertura y el área de abertura de salida de la habitación.

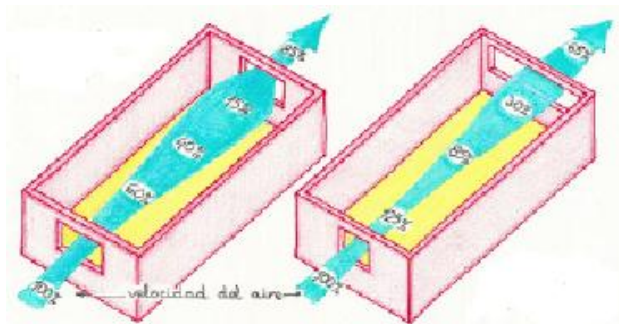


Imagen 2. 27

Fuente: <http://abioclimatica.com>

Divisiones dentro de la habitación: el aire pierde gran parte de su energía cinética cada vez que es desviado alrededor o sobre un obstáculo. Las paredes o muebles dentro de una habitación pueden detener una corriente de aire, por ello debemos evitar poner muros que obstaculicen el flujo de aire y procurar ponerlos en el sentido que lleva el viento.



Imagen 2. 30

Fuente: <http://www.fau.ucv.ve>

## PROTECCIÓN FRENTE AL VIENTO

Las pérdidas de calor a través de superficies en contacto con el exterior, se pueden reducir disminuyendo el área que se encuentra expuesta, esto se logra colocando elementos de control como barreras vegetales, terraplén, los mismos que protegen a la vivienda de pérdidas de calor excesivas.

Otra opción, es el diseño de la cubierta, orientada correctamente para que los vientos resbalen por ella.





Imagen 2. 31

Fuente: <http://abioclimatica.com>

## EFFECTO DE LA VEGETACIÓN

La vegetación es parte de la rugosidad y por lo tanto de la fricción superficial, la cual determina el flujo y velocidad del viento cerca

de la superficie, grandes áreas arboladas pueden tener un efecto marcado en el flujo del viento.

Los elementos vegetales como: plantas, árboles, arbustos, setos, mediante un buen diseño, pueden crear zonas de alta o baja presión alrededor de una vivienda y con respecto a sus aberturas podemos provocar corrientes de aire dentro del edificio. Este criterio es útil sobre todo en edificaciones ya construidas que tienen una orientación desfavorable con respecto al viento.

Para los periodos de sobrecalentamiento, debemos diseñar la vegetación a fin de inducir el flujo de aire al interior del edificio y principalmente sobre la zona habitable, creando movimientos directos y acelerados, mientras que durante los periodos de bajo calentamiento podemos utilizar la vegetación como barrera natural contra el frío.

Los patrones de flujo de aire pueden variar considerablemente con el solo hecho de acercar o alejar un árbol a la abertura de entrada de aire.

Una buena combinación de árboles y arbustos, provocan más patrones de viento de los cuales podemos sacar ventaja para nuestros proyectos arquitectónicos y traducirlos en términos de confort para los usuarios.

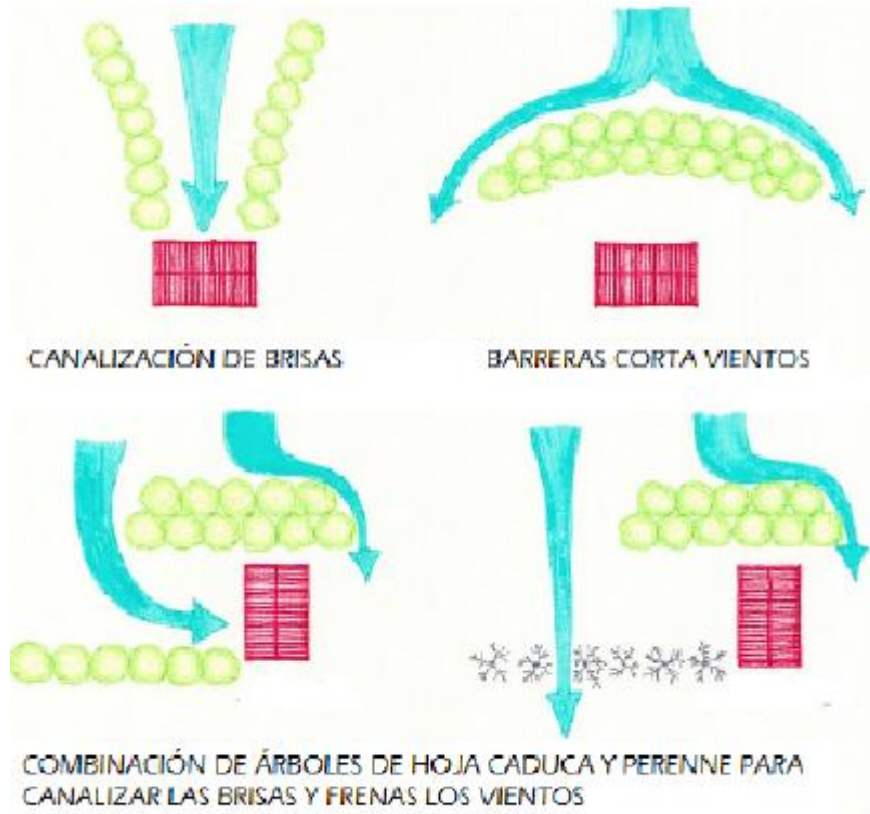


Imagen 2. 32

Fuente: <http://abioclimatica.com>

## UTILIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA VEGETACIÓN

Como regulador de la radiación solar



Imagen 2. 33

Fuente: <http://abioclimatica.com>

Como barrera frente al viento

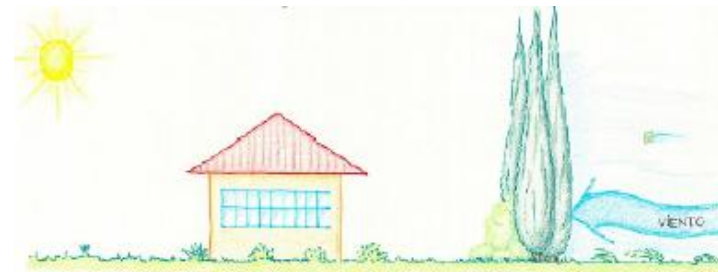


Imagen 2. 34

Fuente: <http://abioclimatica.com>

Como barrera acústica

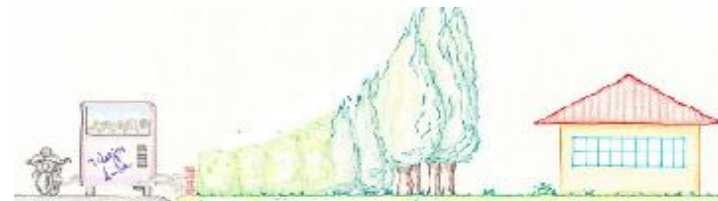


Imagen 2. 35

Fuente: <http://abioclimatica.com>

## CUENCA Y SU CLIMA

La ciudad de Cuenca, capital de la provincia del Azuay, se encuentra ubicada al sur del valle interandino de la sierra ecuatoriana, específicamente en la Hoya de Cuenca.

El Cantón Cuenca está ubicado geográficamente entre las coordenadas 2°39' a 3°00' de latitud sur y 78°54' a 79°26' de longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar que varía de 100 a 4560 m. El área urbana se encuentra a una altitud de 2560 msnm aproximadamente.

Limita al norte con la Provincia del Cañar, al sur con los Cantones Camilo Ponce Enríquez, San Fernando, Santa Isabel y Girón, al oeste con las Provincias del Guayas y hacia el este con los Cantones Paute, Gualaceo y Sígig.

Tomando como referencia el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca 2011 (PDOT-CC-2011), el territorio se divide y clasifica en cuatro zonas con características similares en función de su geomorfología, y se dividen por su clima y vegetación, que a su vez son condicionadas por la altitud y la ubicación del cantón dentro de la cordillera de los andes:

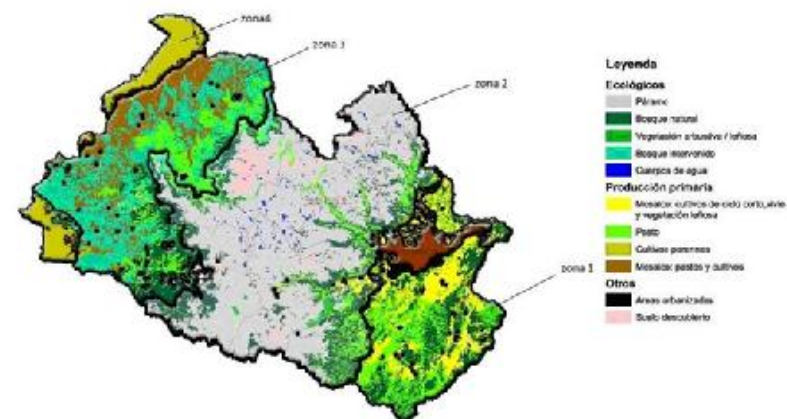


Imagen 2. 36

Fuente: PDOT-CC-2011

**Zona1:** Valle interandino con una altura entre 2300 msnm a 2900 msnm. La temperatura promedio varía entre 13° y 19° C. y una superficie de 20.7% del Cantón.

**Zona2:** Cima Fría de la Cordillera Occidental con altitudes entre 2900 msnm y 4560 msnm. La temperatura varía entre 7° a 13° C. comprende una superficie el 46.4% del área del Cantón.

**Zona3:** Vertiente Externa de la Cordillera Occidental con altitud entre 320 msnm y 2,900 msnm. La temperatura oscila entre 13° y 25° C. ocupando el 27.6% de la superficie del Cantón.

**Zona4:** Pie de monte altitudes entre 20 msnm y 320 msnm con temperaturas entre 23° a 26° C. y representa el 5.3% de la superficie del Cantón.

## DATOS CLIMATOLÓGICOS DE CUENCA

Los datos del clima de la ciudad se basan en observaciones reales de la estación meteorológica Mariscal Lamar de Cuenca.

Datos reportados por la estación meteorológica: 842390 (SECU)

Latitud: -2.88 | Longitud: -78.98 | Altitud: 2530

### TEMPERATURA

T= Temperatura media (°C)

TM= Temperatura máxima (°C)

Tm= Temperatura mínima (°C)

	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
T	17,4	16,8	17,4	17,2	17	15,9	15,1	15,4	16	16,7	17	17,5
TM	23,1	23	23,7	22,9	23,1	21,1	20,3	20,8	22	23,4	24,3	23,7
Tm.	12,3	12,1	12	11	12,1	10,8	10,3	10,1	9,4	11,1	10,1	11,8

Cuadro 2. 03

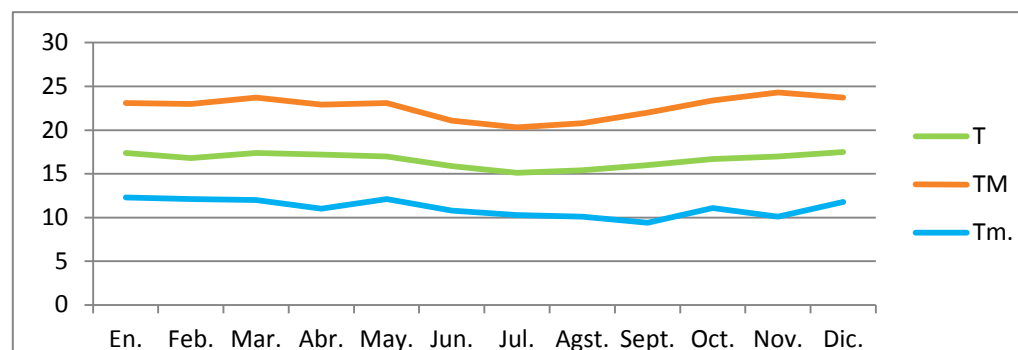
TEMPERATURA ANUAL

*Temperatura promedio anual*

**T= 16.61 °C**

**TM= 22.61° C**

**Tm= 11.91° C**



Cuadro 2. 04

GRÁFICO DE VARIACIÓN DE TEMPERATURA

## HUMEDAD

H = Humedad relativa media (%)

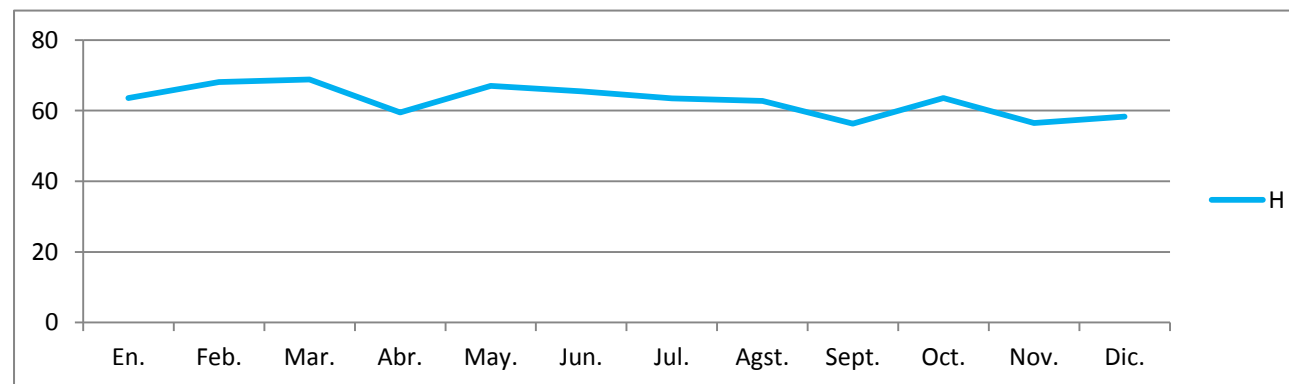
	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
H	63,6	68,1	68,8	59,5	67	65,5	63,5	62,7	56,3	63,6	56,5	58,3

Cuadro 2. 05

HUMEDAD ANUAL

*Humedad relativa promedio anual*

**H = 62.78 %**



Cuadro 2. 06

GRÁFICO DE VARIACIÓN DE HUMEDAD



## PRECIPITACIÓN

PP =Precipitación total de lluvia (mm)

	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
PP	78,68	60,72	39,8	17,78	134,85	111,36	43,42	25,14	15,23	95,24	8,89	27,67

Cuadro 2. 07

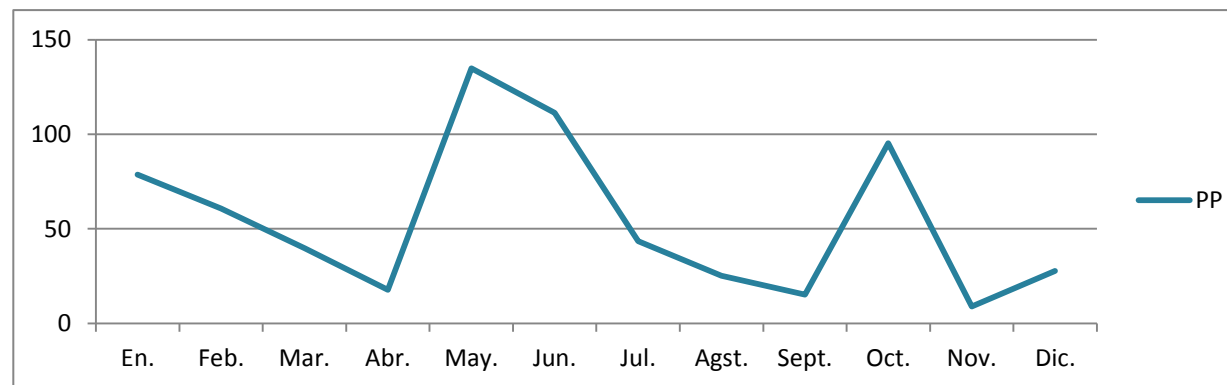
PRECIPITACIÓN ANUAL

*Precipitación total de lluvia anual*

**PP = 659 mm**

*Precipitación promedio de lluvia*

**PP = 54.9 mm**



Cuadro 2. 08

GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL DE LLUVIA

## VELOCIDAD DEL VIENTO

V = Velocidad media del viento (Km/h)

VM = Velocidad máxima sostenida del viento (Km/h)

	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
V	7,9	6,7	6,9	6,3	6,2	8	9	7,3	8,3	8,5	7,8	9,1
VM	18,8	16,5	17,5	13,5	12,9	15,2	16,1	14	16,4	16,5	16,5	17,8

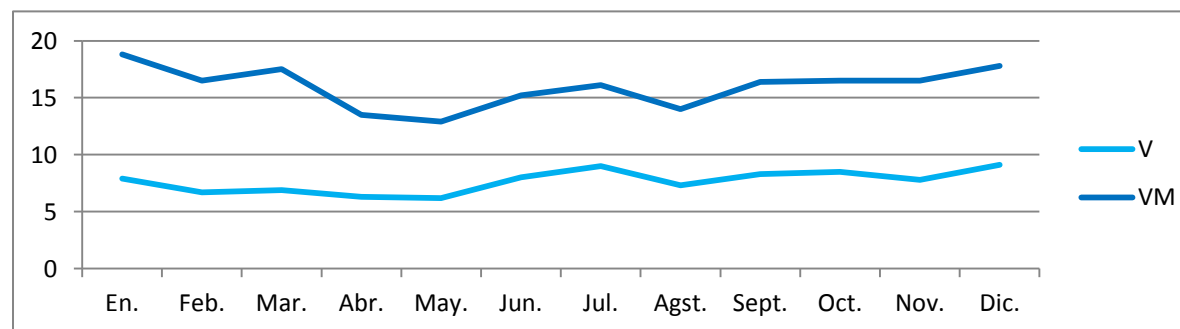
Cuadro 2. 09

VELOCIDAD DEL VIENTO

Velocidad del viento promedio anual

**V = 7.6 km/h**

**VM = 15.97 km/h**



Cuadro 2. 10

GRÁFICO DE VELOCIDAD DEL VIENTO

## DIRECCIÓN DEL VIENTO

DVP= Dirección predominante del viento

TMA= Temperatura media del aire (°C)

	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
DPV	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
TMA	19	18	19	18	17	17	16	16	17	17	19	17

Cuadro 2. 11

GRÁFICO DE DIRECCIÓN DEL VIENTO

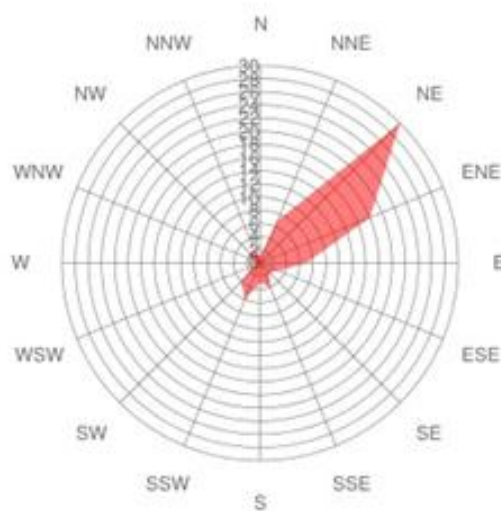
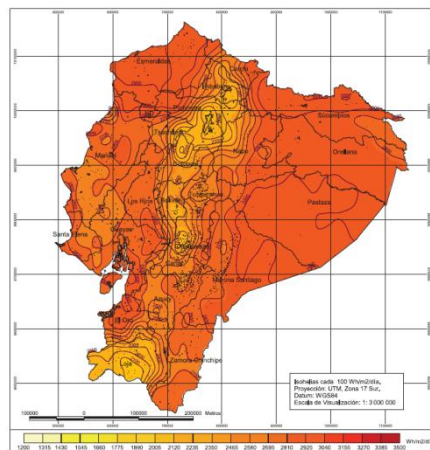


Imagen 2. 37

Fuente: Estación Meteorológica Mariscal Lamar

## INSOLACIÓN

### Insolación difusa promedio anual



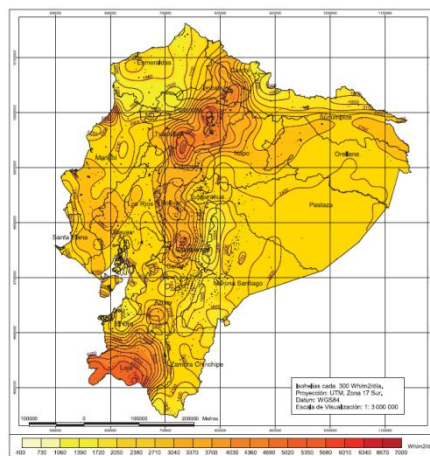
**Valor máximo:** 3105 Wh/m²/día  
**Valor mínimo:** 2032 Wh/m²/día  
**Valor promedio:** 2737.05 Wh/m²/día  
**Desviación estándar:** 196.8432 Wh/m²/día

Cuenca 2800 – 2500 Wh/m²/día

Imagen 2. 38

Fuente: Atlas Solar del Ecuador. CONELEC

### Insolación directa promedio anual



**Valor máximo:** 5119 Wh/m²/día  
**Valor mínimo:** 1147 Wh/m²/día  
**Valor promedio:** 2543.01 Wh/m²/día  
**Desviación estándar:** 643.1827 Wh/m²/día

Cuenca 1800 – 2700 Wh/m²/día

Imagen 2. 39

Fuente: Atlas Solar del Ecuador. CONELEC

### INSOLACIÓN GLOBAL PROMEDIO

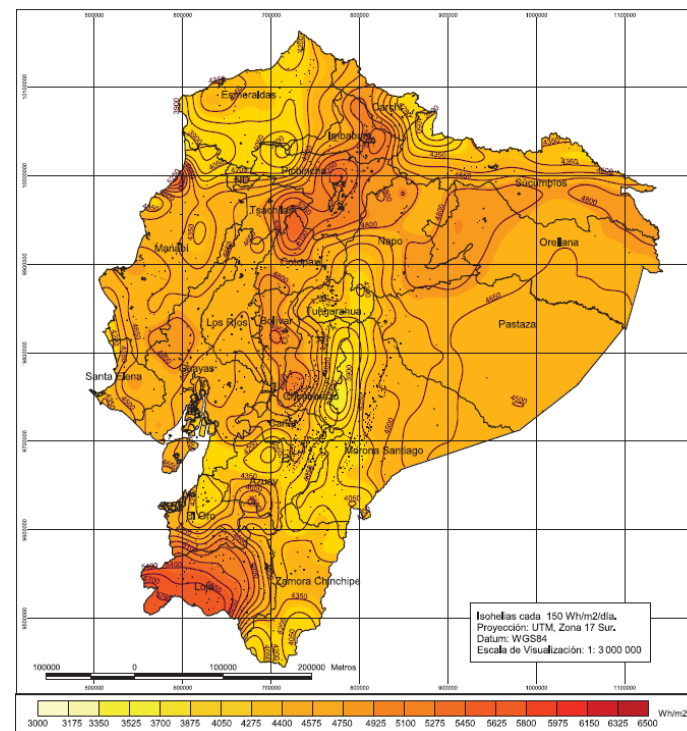


Imagen 2. 40

Fuente: Atlas Solar del Ecuador. CONELEC

**Valor máximo:** 5748 Wh/m²/día  
**Valor mínimo:** 3634 Wh/m²/día  
**Valor promedio:** 4574.99 Wh/m²/día  
**Desviación estándar:** 301.4093 Wh/m²/día

Cuenca 4200 - 4350 Wh/m²/día

## ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO DE CUENCA

La ciudad de Cuenca cuenta con un clima privilegiado debido a su ubicación geográfica, se puede decir que goza de un clima primaveral todo el año.

Las temperaturas son relativamente estables, por la ausencia de estaciones bien definidas. Sin embargo, la amplitud térmica o diferencia de temperatura entre el día y la noche, es muy alta. El día es agradable y puede alcanzar una temperatura promedio de 17 °C, mientras que las noches son frías y la temperatura puede bajar a 5 - 7 ° C. La temperatura del aire tiene un promedio de 17°C.

El valor promedio de la humedad relativa es de 62%.

La precipitación no se presenta específicamente en una época, existen precipitaciones en todos los meses del año, por lo que no se puede afirmar que haya estaciones bien definidas, sin embargo, la lluvia se concentra en los meses de mayo, junio, octubre

Los vientos predominantes mantienen una dirección N-E y con variaciones en su velocidad media entre 6 y 9 Km/h.

Los datos climatológicos anteriormente especificados servirán para aprovechar al máximo las condiciones que el clima ofrece y de esta manera establecer criterios de confort.



## Capítulo 3

# SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, SISTEMAS ENERGÉTICOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

*La arquitectura se está convirtiendo de nuevo en parte integral de nuestra existencia en algo dinámico y no estático. Vive, cambia, expresa lo intangible a través de lo tangible. Da vida a materiales inertes al relacionarlos con el ser humano.*

*Concebida así, su creación es un acto de amor.*

**Walter Gropius**

## SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Los sistemas constructivos, que se tomarán en consideración deben estar enfocados en los parámetros de la sustentabilidad, cumpliendo de manera eficaz su ciclo de vida, que va desde el diseño del proyecto, construcción, uso, derribo y reutilización de los elementos constructivos.

Es muy importante elegir sistemas constructivos, que por sus características tengan un buen comportamiento hacia el medio ambiente desde la etapa de extracción hasta convertirse en residuo, que su consumo energético sea bajo, que su nivel de contaminación sea escaso y además brinde un ambiente confortable y saludable para sus ocupantes.

A continuación, algunas características que se debe considerar para que los sistemas constructivos sean sostenibles, y se pueda lograr una disminución de costos ambientales y de energía:

**Materiales renovables:** la materia prima que será utilizada para conformar los diferentes sistemas constructivos deberá ser regenerada en ciclos más o menos cortos y este proceso debe ser predecible y controlado, para cumplir con nuestra demanda de recursos, sin comprometer las necesidades del futuro.

**Durabilidad:** la utilización de materiales de vida corta, hacen que el proceso constructivo se vuelva insostenible, puesto que la temprana reposición de elementos constructivos hace que se genere un nuevo ciclo de producción y con esto un gasto adicional no solo económico sino también energético. Por tal razón, se debe priorizar el uso de materiales perdurables y de calidad, haciendo que su ciclo de vida sea prolongado y con esto reducir los impactos de fabricación que estos requieren.

**Industrialización:** esto sugiere que se optimicen los gastos de producción de los sistemas de construcción, puesto que piezas con defectos pueden ser nuevamente incluidas en el proceso de fabricación, además se mejora la calidad de los productos mediante un control íntegro en todas las fases de producción y se aprovecha al máximo los recursos, evitando desperdicios innecesarios.

**Modulación:** permite que la puesta en obra sea mucho más rápida, y de la misma forma el desmontaje y colocación de los elementos constructivos en otra construcción es muy fácil. En un sistema modular los desperdicios son muy bajos o nulos, reduciendo de manera importante la contaminación ambiental, además el módulo permite una expansión ordenada y un buen

ensamblaje con diferentes elementos, dotando de flexibilidad a la propuesta.

**Flexibilidad:** esta cualidad la presenta sobre todo los sistemas modulados, los mismos que permiten un crecimiento ordenado y en caso de requerirse una remodelación, las intervenciones serían de menor impacto puesto que los mismos elementos se lo pueden reutilizar en la misma obra, generando mínimos desperdicios y evitando operaciones complicadas.

**Registrabilidad de las instalaciones:** es importante este aspecto, tomando en cuenta que es necesario el mantenimiento periódico de las instalaciones y llegado su ciclo de vida se las debe cambiar, motivo por el cual este trazado debe estar controlado desde el proyecto para que haya una fácil manipulación y su reposición simplifique el tiempo de las operaciones de desmontaje.

**Reducción de residuos:** una edificación que ha cumplido su ciclo de vida genera residuos, sin embargo el tipo de técnica constructiva que se emplee puede reducir la cantidad de desperdicios, mediante: el reciclaje para la elaboración de nuevos componentes y la reutilización en distintas obras, disminuyendo el uso de materias primas para la fabricación y reduce la cantidad de desperdicios.

## CONSTRUCCIÓN EN SECO

Es un conjunto de técnicas constructivas empleadas en cualquier tipo de construcción, que tiene como objetivo sustituir con elementos prefabricados o secos, los diferentes componentes de la construcción húmeda tradicional, como el hormigón armado, mampostería, morteros, permitiendo que se disminuya el tiempo de construcción y la cantidad de desperdicios es mínima.

Otra de las ventajas que presentan estos sistemas es al momento del desmontaje, se lo puede reutilizar mediante un proceso fácil de desarmado de los componentes que lo integran y por lo tanto su rápida integración en otra obra con un mínimo de reparaciones.

## SISTEMA STEEL FRAME

El término Steel Frame, significa esqueleto o estructura de acero, cuyo propósito es reemplazar de forma total o parcial la construcción tradicional, por una estructura conformada por perfiles de acero galvanizado unidos entre sí, que trabajan en conjunto para brindar mayor resistencia a las cargas propias de la estructura y de la construcción.



Imagen 3. 01

Fuente: <http://pronabi.com>

Es un sistema constructivo de concepción racional, cuya principal característica es una estructura constituida por perfiles formados en frío de acero galvanizado que son utilizados para la composición de paneles estructurales y no estructurales, vigas secundarias, vigas de piso, cabios del techo y otros componentes. Por ser un sistema industrializado, posibilita una construcción en seco de gran rapidez de ejecución. Gracias a estas características, el sistema Steel Frame también es conocido como Sistema Auto portante de Construcción en Seco.<sup>9</sup>

#### Características Principales:

- Puede ser aplicado a cualquier diseño arquitectónico, sin limitación alguna.
- El porcentaje de construcción húmeda es minimizada, llegando a necesitar de esta solo para los cimientos y losa de piso.
- Es de fácil montaje y la colocación de las diferentes instalaciones es rápida y segura.
- Las cargas por peso propio de la estructura son mínimas, ofreciendo una excelente relación resistencia – peso de acero.
- Debido a la conformación de su estructura soporta satisfactoriamente las cargas sísmicas.
- La instalación del sistema en es rápida, disminuyendo considerablemente el tiempo de ejecución de obra.
- Facilidad en los procesos de control de calidad: tanto en taller como en obra, debido a las metodologías de armado y montaje.
- Excelente comportamiento térmico y acústico, esta característica permite un ahorro energético, para el acondicionamiento de los espacios.
- Steel Frame, es un sistema que tiene una vida útil de larga duración, principalmente por ser anti corrosivo y su mantenimiento es mínimo
- No es atacado por temitas ni por otros animales.
- Presenta gran resistencia al fuego y es incombustible.
- Es un sistema 100% reciclable y puede ser reutilizado con un mínimo de reparaciones.

<sup>9</sup> Sarmanho. A., Moraes De Crasto. R. (2006). *Steel Framing Arquitectura* [archivo PDF]. Disponible en [http://steelframing.eu/cariboot\\_files/Steel\\_Framing\\_Arquitectura.pdf](http://steelframing.eu/cariboot_files/Steel_Framing_Arquitectura.pdf)

En nuestro medio contamos con esta tecnología gracias a la Empresa Tugalt, que ofrece su Sistema Estructural Liviano SEL, que ha sido creado bajo la Norma Argentina IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación), que garantiza que se cumplan todos los requisitos y exigencias del sistema llamado Steel Frame y la empresa Eternit con su Sistema en Seco.

Este sistema presenta grandes ventajas, que a continuación se presentan, las mismas han sido tomadas del catálogo de Tugalt:

### **Limpio**

Lo mejor es utilizarlo dentro de un proceso de construcción en seco (Steel Framing), el cual genera poca basura, por lo que es un material limpio. Sus uniones son a base de tornillos que evita la suciedad y daños que sí los causa la soldadura. Además permite realizar remodelaciones o ampliaciones sin deshabitar el espacio a cambiar.

### **Rápido**

La velocidad de ejecución de la obra con perfiles livianos es la más rápida del mercado. Disminuye el tiempo al producir elementos en serie como paneles y cabriadas (estructura que incluya cubierta y cielo raso). Después del montaje de los elementos del esqueleto del edificio, los revestimientos, aislamientos, y acabados avanzan sin contratiempos según lo planificado.

### **Ecológico**

El estilo de construcción de esta tecnología, lleva una ventaja, no usa materiales de la construcción tradicional como madera de encofrado y/o estructuras (deforestación), arenas de río (impactos ambientales), agua (necesidad vital), etc. La madera que usa en el caso del Steel Framing es el tablero OSB, compuesto por viruta gruesa de madera de Pino reciclada. Además debemos considerar que el acero es un 100% reutilizable en su presentación o para fundirlo y generar nuevos elementos.

### **Sismo resistente**

Las características de fluencia de los elementos de acero y en especial de los perfiles estructurales livianos con menos masa, en igual geometría que el pesado, lo hace que las estructuras armadas con estos, trabajan mejor ante los esfuerzos provocados por el movimiento telúrico y resisten una adversidad superior sin llegar al colapso total del edificio. Las uniones con tornillos articulan las uniones y no se dan posibles roturas como en el caso de la soldadura.

### **Térmico**

Las terminaciones a usarcé están compuestas por placas de yeso y/o fibrocemento, Siding PVC, etc. Estos productos generan los espacios interiores necesarios para importar entre los perfiles: lana de vidrio o roca, poliestireno expandido u otro tipo de aislamiento Termo acústico sin tener que romper o sobreponer como en la construcción húmeda con resultados prolongados y costosos. El Steel Framing para darle mayor confort al interior de



la edificación recomienda membranas (barreras) de agua-viento y de vapor.

### Económico

El rendimiento del sistema de construcción al utilizar acero TUGALT, optimiza el uso del material produciéndose ahorro en el mismo y por facilidad y rapidez de uso y armado ahorra en tiempo y obreros.

### Duradero

Al construir con acero TUGALT, está garantizada su inversión pues fabricamos nuestros productos con normas de calidad internacionales y debido a que el acero tiene una vida útil superior a los materiales de construcción convencionales.<sup>10</sup>

En el siguiente cuadro se presentan las ventajas de Sistema Estructural Liviano, que presenta frente al sistema tradicional de mampostería.

	SEL (Sistema Estructural Liviano)	Sistemas con Mampostería
Rapidez de Obra	✓ 50% de ahorro en tiempos de ejecución.	✗ 30 % mayor por utilizar materiales húmedos. ✗ Retrasos por el clima.
Maquinaria y Equipos de Construcción	✓ No se utilizan maquinarias pesadas. Herramientas neumáticas de fácil uso.	✗ Requiere maquinaria pesada, materiales requieren estructuras y grúas especiales.
Ergonomía para el trabajador	✓ Sistema Liviano no genera problemas a la salud del trabajador.	✗ Sistema Pesado, afecta a la larga salud corporal.
Resistencia a fuertes Vientos	✓ Sin problemas.	✗ Sin problemas.
Resistencia estructural	✓ Conocida y existen tablas de cálculo. Se rige bajo normas internacionales.	✗ Conocida y existen tablas de cálculo. Se rige bajo normas CIRSOC.
Limpieza de Obra	✓ Obra Limpia y rápida.	✗ Obra sucia mucho desperdicios.
Aislación Térmica	✓ Excelente comportamiento. 30% ahorro energético.	✗ Grandes pérdidas de calor y puentes térmicos.
Facilidad para remodelación y/o ampliaciones	✓ Rápidas y limpias.	✗ Complicadas, molestas y sucias.
Resistencia a los incendios	✓ Resistencia Alta.	✗ Resistencia media.
Resistencia Antisísmica	✓ Ideal para zonas sísmicas.	✗ Se tiene que reforzar la estructura. Altos costos.
Protección del material	✓ Baño Galvanizado. Evita corrosión. Mayor Durabilidad.	✗ Materiales Hidrófugos. Altos costos.
Mantenimiento	✓ Menor mantenimiento.	✗ Mayor mantenimiento.

Cuadro 3. 01

Fuente: <http://www.tugalt.com>

<sup>10</sup> Catálogo de productos Tugalt. (2010). *Tugalt, el futuro se construye con acero*. [archivo PDF]. pág., 28 – 29. Disponible en <http://www.tugalt.com>

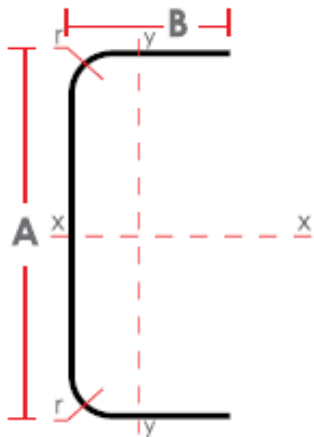
## Componentes para ensamblaje.

### Estructura:

El sub-sistema de la estructura metálica se encuentra compuesto por:

- Perfil Cappa C

Imagen 3. 02



El cual tiene la medida nominal del perfil al interior del mismo, es el que recibe al perfil Crucero (G). Su uso en el Steel Framing no se limita solo como solera o complemento que encuadra a los montantes, también se lo ocupa como Cenefa de entrepisos y Aleros, Solares de Vanos y como refuerzo de secciones compuestas.

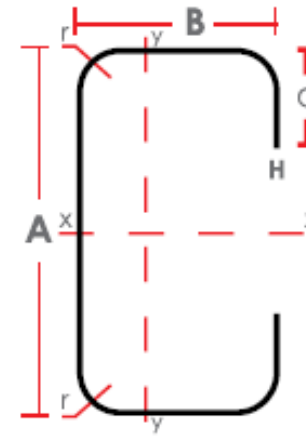
Las partes del perfil son: Alma: lado (A) más largo de la sección del perfil, Ala: lado (B) corto de la sección del perfil, y

Fuente: <http://www.tugalt.com> Espesor (e) su nombre identifica el grosor de la lámina de acero que forma el perfil.<sup>11</sup>

<sup>11</sup>Ibid. pág. 25

- Crucero G

Imagen 3. 03



Con la medida normal al exterior del perfil, lo que ayuda que ingrese dentro del perfil CAPPa (C); además de servir como crucero, se lo utiliza como King o Cripple de Panel, Cordón, Pendolón o Diagonal de Cabriada y como viga simple o compuesta de entre piso dentro del sistema “Steel Framing”.

Las partes del perfil CRUCERO (G) son, Alma: lado (A) más largo de la sección del perfil, Ala: lado (B) corto de la sección del perfil, Labio: lado (C) pequeño paralelo al Alma y separado por la distancia del Ala, y Espesor (e) su nombre identifica el grosor de la lámina de acero que forma el perfil.<sup>12</sup>

<sup>12</sup>Ibid. pág. 25

## Especificaciones Perfil Cappa C

Dimensiones													
Denominación	Altura del Alma A MM	Espesor S/ recubrim. E MM	Espesor galvanizado E MM	Ancho de ALA B MM	Ancho C	Radio de acuerdo R MM	Área sección nominal S cm <sup>2</sup>	Masa P/M Nominal G Kg/M	Centro de gravedad XG cm	Momento de Inercia IX cm <sup>4</sup>	Momento de Inercia IY cm <sup>4</sup>	Módulo resistente WX cm <sup>3</sup>	Módulo resistente WY cm <sup>3</sup>
90 x 0,90	92,00	0,89	0,93	35	-	1,40	1,41	1,13	0,80	18,08	1,65	3,93	0,61
90 x 1,25	93,00	1,24	1,28	35	-	1,92	1,96	1,55	0,82	25,35	2,27	5,45	0,84
90 x 1,60	94,00	1,60	1,64	35	-	2,46	2,53	1,99	0,83	32,90	2,88	7,00	1,08
100 x 0,90	102,00	0,89	0,93	35	-	1,40	1,50	1,20	0,76	23,02	1,70	4,51	0,62
100 x 1,25	103,00	1,24	1,28	35	-	2,46	2,09	1,65	0,77	32,25	2,33	6,26	0,85
100 x 1,50	104,00	1,60	1,64	35	-	1,40	2,69	2,12	0,79	41,81	2,96	8,04	1,09
150 x 0,90	152,00	0,89	0,93	35	-	0,93	1,95	1,52	0,59	59,84	1,87	7,88	0,64
150 x 1,25	153,00	1,24	1,28	35	-	1,92	2,71	2,10	0,61	83,64	2,57	10,93	0,89
150 x 1,60	154,00	1,60	1,64	35	-	2,46	3,49	2,70	0,63	108,10	3,27	14,04	1,14
200 x 1,25	203,00	1,24	1,28	35	-	1,92	3,33	2,60	0,51	168,86	2,72	16,64	0,91
200 x 1,60	204,00	1,60	1,64	35	-	2,46	4,29	3,34	0,52	218,00	3,46	21,37	1,16

## Especificaciones Perfil Crucero G

Dimensiones													
Denominación	Altura del Alma A MM	Espesor S/ recubrim. E MM	Espesor galvanizado E MM	Ancho de ALA B MM	Ancho C	Radio de acuerdo R MM	Área sección nominal S cm <sup>2</sup>	Masa P/M Nominal G Kg/M	Centro de gravedad XG cm	Momento de Inercia IX cm <sup>4</sup>	Momento de Inercia IY cm <sup>4</sup>	Módulo resistente WX cm <sup>3</sup>	Módulo resistente WY cm <sup>3</sup>
90 x 0,90	90	0,89	0,93	40	15	1,40	1,75	1,38	1,45	22,45	4,40	4,99	1,72
90 x 1,25	90	1,24	1,28	40	15	1,92	2,41	1,90	1,45	30,48	5,90	6,77	2,32
90 x 1,60	90	1,60	1,64	40	15	2,46	3,07	2,44	1,45	38,30	7,33	8,51	2,88
100 x 0,90	100	0,89	0,93	40	15	1,40	1,84	1,45	1,38	28,71	4,56	5,74	1,74
100 x 1,25	100	1,24	1,28	40	15	1,92	2,54	2,00	1,38	39,03	6,13	7,81	2,34
100 x 1,50	100	1,60	1,64	40	15	2,46	3,23	2,57	1,38	49,01	7,61	9,82	2,91
150 x 0,90	150	0,89	0,93	40	15	1,40	2,29	1,89	1,12	74,72	5,20	9,96	1,81
150 x 1,25	150	1,24	1,28	40	15	1,92	3,16	2,60	1,12	102,06	6,99	13,61	2,43
150 x 1,60	150	1,60	1,64	40	15	2,46	4,03	3,34	1,13	128,99	8,68	17,20	3,02
200 x 1,25	200	1,24	1,28	40	15	1,92	3,87	3,00	1,07	214,36	9,49	21,44	2,85
200 x 1,60	200	1,60	1,64	40	15	2,46	4,96	3,85	1,07	271,87	11,82	27,19	3,55

Cuadro 3. 02

Fuente: <http://www.tugalt.com>

### - Tornillos con punta de broca (cabeza plana y hexagonal)

Son los elementos más usuales en la fijación de los paneles a la estructura de la edificación. Se recomienda el uso de elementos protegidos contra la corrosión.

#### Anclajes:

Para obtener una correcta instalación, se debe anclar la estructura mediante: Pernos de expansión, Varillas Roscadas, Clavos de disparo Automática (pistola de fijación directa)

#### Anclaje inferior a concreto

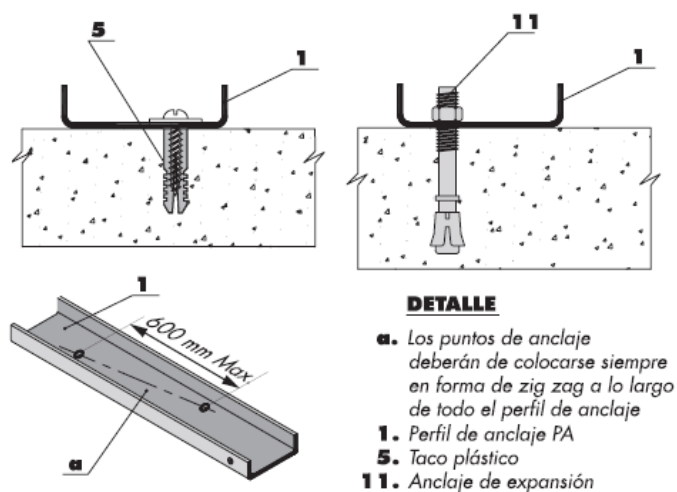


Imagen 3. 04

Fuente: <http://www.plycem.com>

#### Anclaje superior a concreto

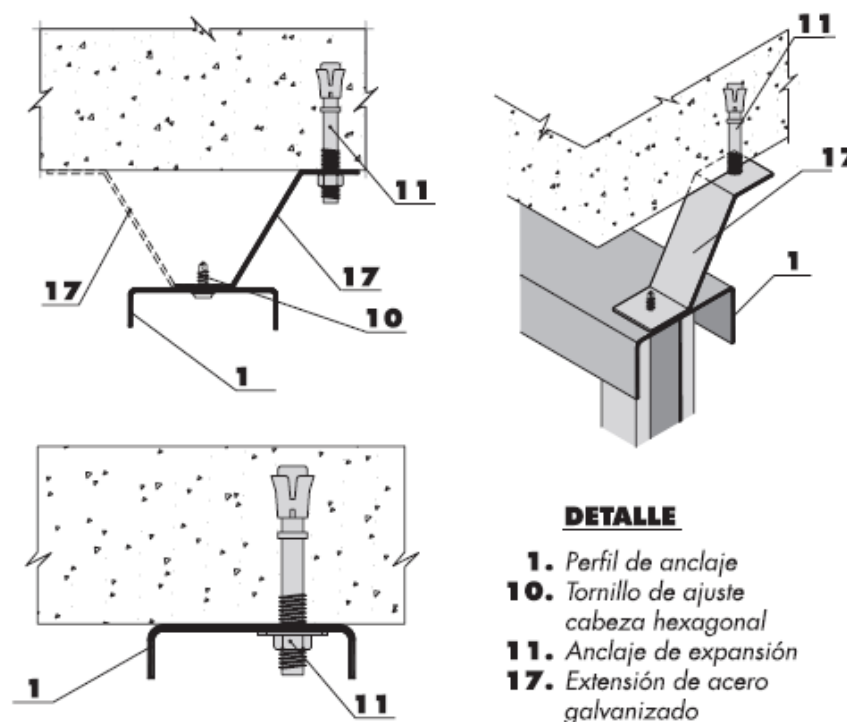


Imagen 3. 05

Fuente: <http://www.plycem.com>

### Esquema de entrepiso

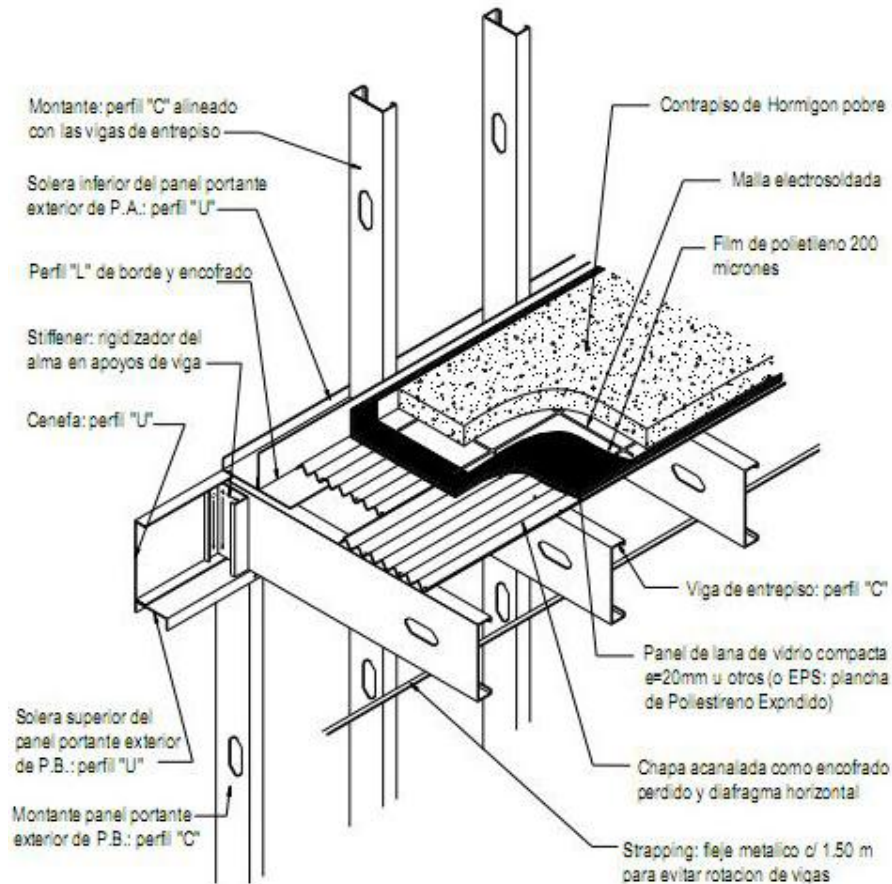


Imagen 3. 06

Fuente: <http://www.adinteriores.com.ar>

### Aislamientos:

Para el aislamiento termo acústico se puede emplear lana de roca mineral, lana de vidrio, poliestireno expandido, Barreras de agua y viento, así como barreras de vapor de agua.

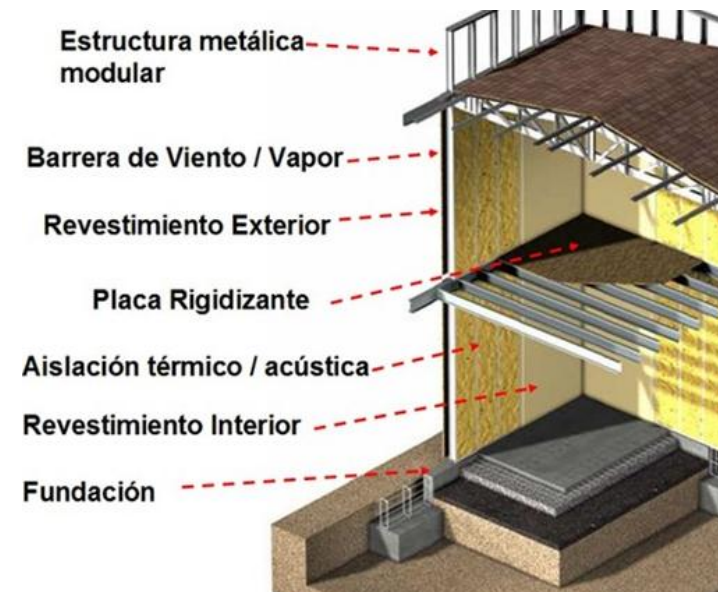


Imagen 3. 07

Fuente: <http://www.domussteel.com.ar>

### Selladores:

Para la fase de terminación de las paredes, se requiere efectuar el tratamiento de juntas entre láminas y proceder a dar el



tratamiento final a la superficie, esto se logra mediante el uso de silicones, poliuretano, bandas y pinturas asfálticas

### Revestimientos:

Los tipos de revestimiento que se emplean en este sistema pueden depender del uso del espacio, pueden ser para paredes húmedas, secas, paredes interiores o exteriores y se puede colocar: yeso, fibrocemento, PVC, siding, ladrillo, madera.

### Características estructurales

Este sistema constructivo puede ser autoportante o solo un elemento divisorio. Estructuralmente su comportamiento permite la transmisión de las cargas a su base de forma uniforme.

En el siguiente gráfico, se puede apreciar la distribución de cargas de un sistema aporticado tradicional y de un sistema alivianado.

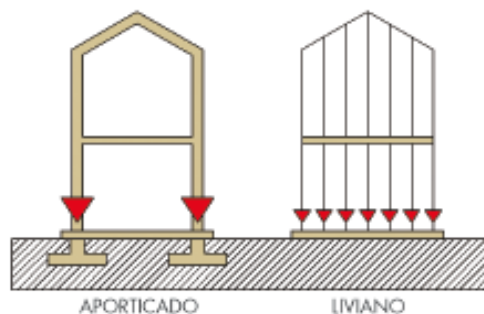


Imagen 3. 08

Fuente: <http://www.eternit.com.ec>

Cada elemento hace parte integral del sistema y tiene una función determinada; los parales trabajan a compresión y las canales a flexión, se debe considerar, además, la colocación de otros elementos adicionales como riostras, contravientos, cruz de San Andrés, rigidizadores etc., para contrarrestar esfuerzos como la elevada presión de vientos, movimientos sísmicos, vibración persistente y otros que causen fuertes deflexiones, volcamientos o descuadres.<sup>13</sup>

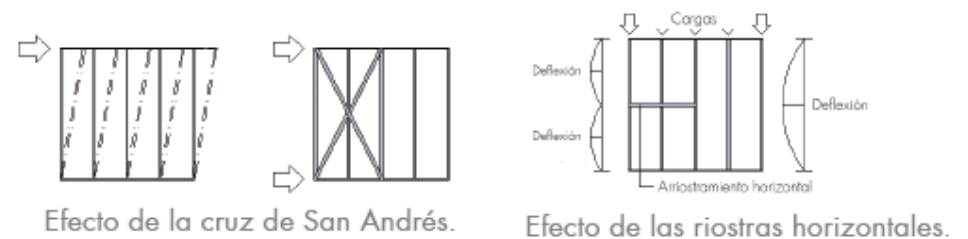


Imagen 3. 09

Fuente: <http://www.eternit.com.ec>

<sup>13</sup>Ibid. pág. 14

## Modulaciones

El tipo de modulación depende de las solicitudes estructurales y la manera de colocación de las placas. Las más usadas son:

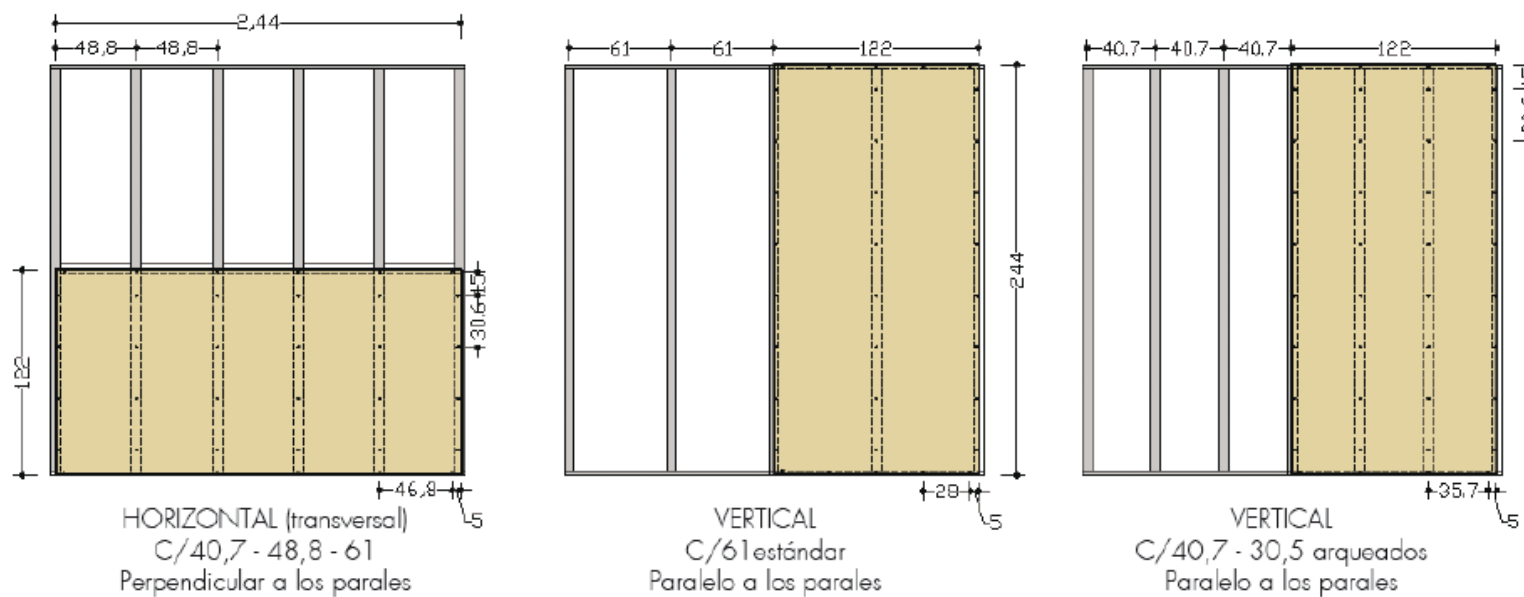


Imagen 3.10

Fuente: <http://www.eternit.com.ec>

## Proceso Constructivo

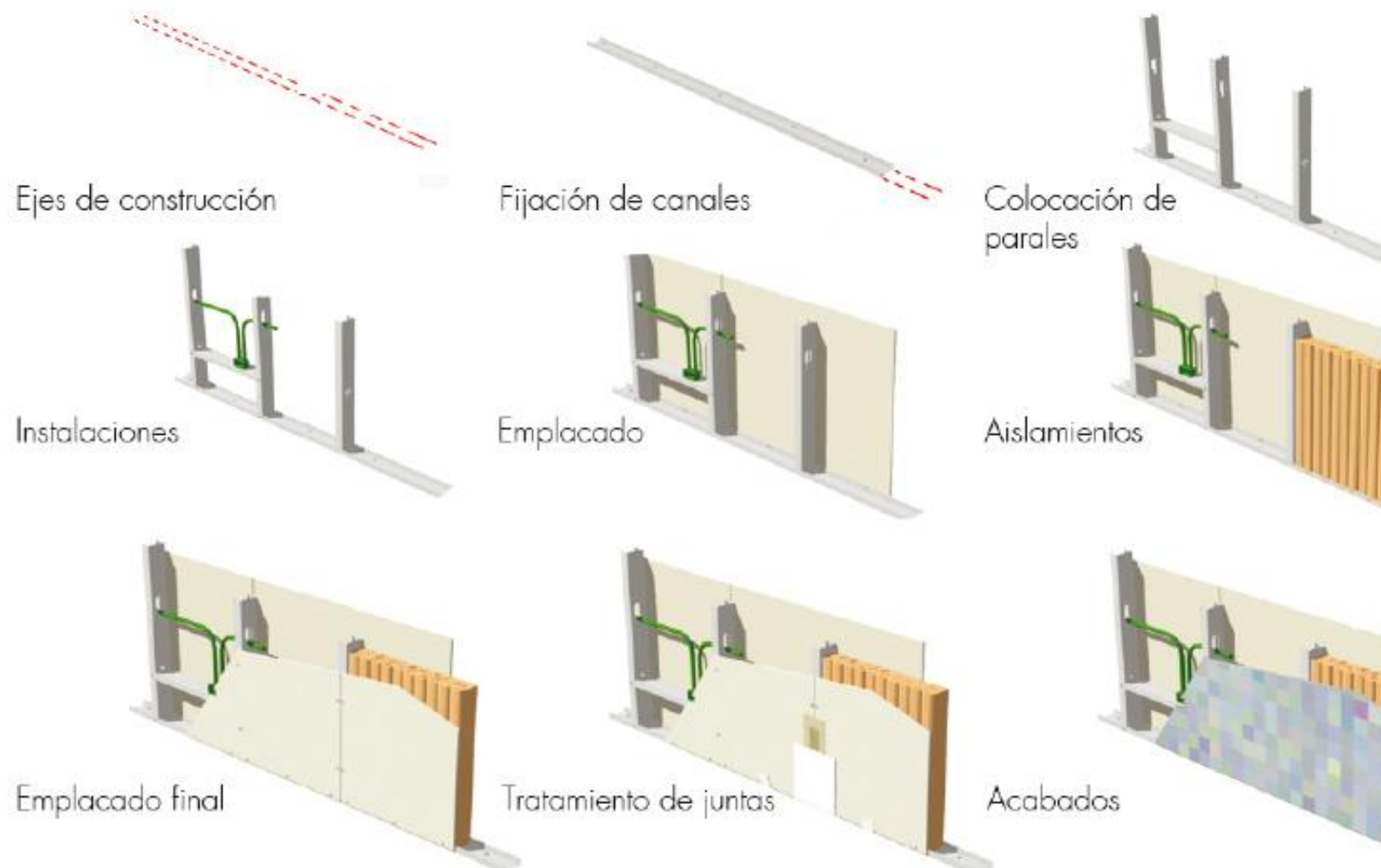


Imagen 3.11

Fuente: <http://www.eternit.com.ec>

## SISTEMA DE MICRO HORMIGÓN VIBRO PRENSADO EN ENCOFRADO SINTÉTICO

Los muros prefabricados de hormigón son aquellos fabricados mediante elementos de hormigón, en un proceso industrial.

El principio básico es la combinación del Poliestireno expandido y un micro hormigón vibro prensado simple o reforzado en el que se utilizan materiales pétreos y otros muy comunes en el mercado, dosificados con un estricto control de calidad de áridos, cemento, fibra, agua, mallas metálicas, que se procesan en condiciones de alta densidad por la acción mecánica incorporada a la mezcla, y complementada con la utilización de formaletas sintéticas para la obtención de superficies con cualquier textura o acabado.

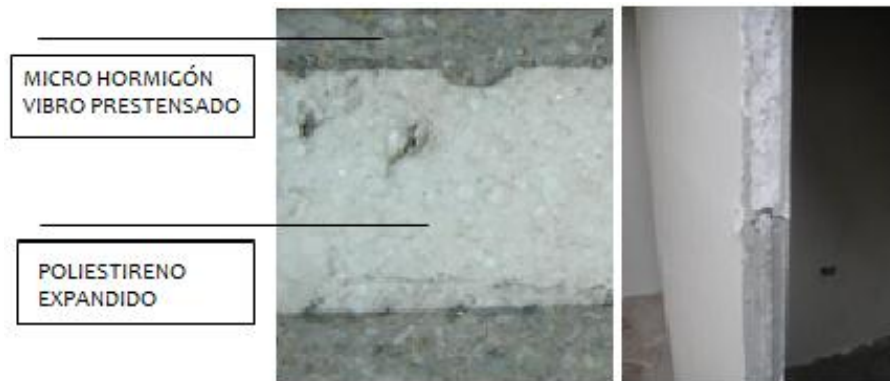


Imagen 3. 12

Fuente: <http://www.hormypol.com>

### DESCRIPCIÓN:

Constituidos por dos láminas externas de 12 mm de espesor de micro hormigón vibro prensado y una lámina central de 50 mm de poliestireno expandido, embebida en cada una de las capas externas de micro hormigón se encuentra una malla hexagonal de acero de 0.5 mm de diámetro.

En los paneles en los que se solicita o requiere armadura de refuerzo, se incluye también dentro del micro hormigón en una o en ambas caras una malla de acero electro soldado de 4.5 a 5 mm de diámetro y con un paso de 150 mm en ambos sentidos.



Imagen 3. 13

Fuente: <http://www.hormypol.com>



Imagen 3. 14

Fuente: <http://www.hormypol.com>

### Dimensiones disponibles

$b = 1,00 \text{ m}$

$h = 1,30 \text{ y de } 1,37 \text{ m}$

$e = 74 \text{ mm}$

$W = 68,75 \text{ Kg/m}^2$

$Wt \text{ panel } 1 \times 1,30 = 89,37 \text{ Kg/m}^2$

### Dimensión de sus componentes

- Espesor de caras de micro hormigón: 12 mm
- Espesor de poliestireno interno: 50 mm
- Paso de malla hexagonal de impacto: 15 mm
- Ø malla electro soldada en paneles armados. 3 – 5,5 mm

### Ventajas

- El poliestireno EPS es no degradable, no toxico y químicamente es inerte
- Posee grandes propiedades termo acústicas
- El EPS es auto extingible al fuego (se contrae)
- El poliestireno es resistente al agua salada, jabones, lejías, ácidos diluidos, metanol, etanol, soluciones alcalinas, y se contrae a la acción de ácidos concentrados, disolventes orgánicos, y carburantes.
- Este sistema plantea la oportunidad de reducir el área ocupada hasta un 50 %.
- No permite el paso de humedad al que puede estar expuesto, por mantener altas densidades del hormigón e impermeabilidad en el poliestireno.
- Los desperdicios ocasionados en su instalación casi llegan a cero.
- La relación de tiempos en ejecución llega fácilmente a una relación de cinco a uno, lo que implica grandes beneficios.



- Las infiltraciones de las paredes, es totalmente nulo con este sistema por las propiedades que mantienen tanto el micro hormigón como el poliestireno.
- Requiere un mínimo de agua, ya que solo se requiere hidratar las áreas que recibirán al mortero y una cantidad adicional para conformar la mezcla del mismo, estos elementos pre fabricados no absorben agua aún si son sometidos a hidratación prolongada ya que todos sus componentes son básicamente impermeables.

### Disposición de los paneles en la construcción de paredes

Este sistema de construcción de paredes se basa en el armado de tabiquería por medio de paneles de gran dimensión dispuestos de su lado más largo o del más corto procurando que entre ellos provoquen una traba, como si se tratara de una mampostería de bloques o ladrillos de gran tamaño.



Imagen 3. 15

Fuente: <http://www.hormypol.com>

### Como losas prefabricadas de entrepiso

Por su gran resistencia a los esfuerzos de flexión, también se utilizan los paneles para construir losas de entrepiso ubicándolos directamente sobre una estructura metálica o fundido sobre nervios de hormigón armado.



Imagen 3. 16



Fuente: <http://www.hormypol.com>

## TIPOS DE PANELES POR CUANTÍA DE ACERO

### Panel simple

Los paneles simples tienen esta denominación porque en su interior no mantiene ningún tipo de acero de refuerzo, sino una malla hexagonal de alambre muy fino (N° 22), en cada cara, que cumple la función de evitar fisurados por contracción, así como absorber cierto impacto, sin embargo su estabilidad y resistencia a los agentes atmosféricos es buena.

### Panel armado

Estos se diferencian porque en una o en ambas caras a más de la malla de impacto, mantiene una malla de acero electro soldada, embebida en el micro hormigón, produciendo un efecto de blindaje frente a posibles intentos de atravesarla, o de ser destruida por golpes muy fuertes.

### Panel de losa de entrepiso

Este elemento de entrepiso sobrepasa con un factor de seguridad mayor a los requerimientos de una sollicitación normal, ya que mantiene una malla de acero electro soldada en la cara inferior, y una malla de alambre de 0.5 mm en la superior e inferior.

## SISTEMAS ENERGÉTICOS

Los tipos de sistemas energéticos se clasifican según la forma como se los obtiene:

- Energía convencional o no renovable, son recursos que provienen de fuentes limitadas, como petróleo, gas natural, carbón, uranio.
- Energía renovable o alternativa, este tipo de energía es también conocida como energías limpias, provienen de fuentes inagotables, como el sol, el mar, el viento, entre otras.

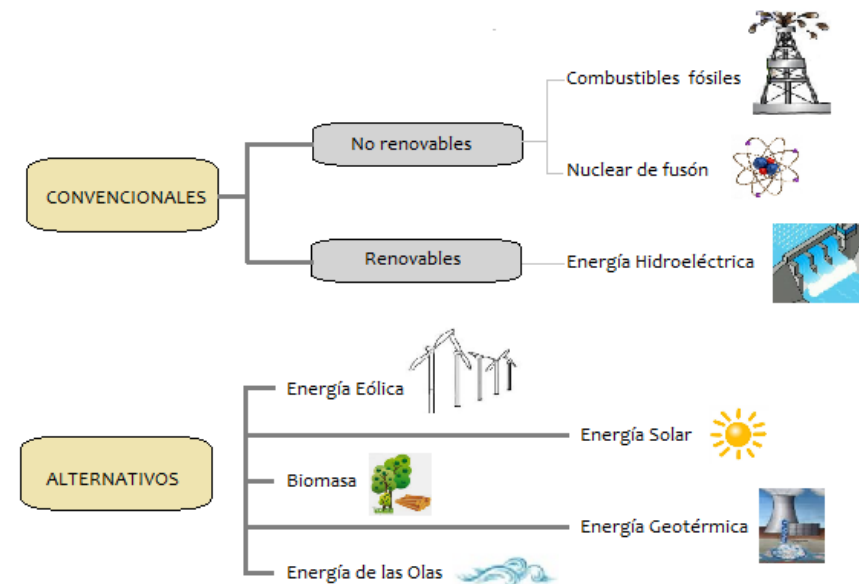


Imagen 3.17

Sistemas Energéticos

## SISTEMAS ENERGÉTICOS RENOVABLES O ALTERNATIVOS

Son aquellos de los que se puede obtener energía siendo su carácter ilimitado una de sus principales características, ya que conforman un sistema en el que sólo hay entradas por síntesis, puesto que las salidas por consumo resultan despreciables en comparación con la ingente magnitud de las entradas. El origen de todos estos recursos renovables se encuentra en el sol la principal fuente de energía de todo el sistema solar que a su vez activa en la tierra la dinámica atmosférica, por tanto siendo éste el responsable de recursos renovables como el viento el agua que transita por los ríos y los mares. Otras de estas son: Biomasa; bosques y madera, productos de la agricultura, agua, energía hidráulica (puede ser hidroeléctrica), radiación solar, viento, olas, energía geotérmica.<sup>14</sup>

### Ventajas en el uso de Energías Renovables

- Impacto ambiental mínimo.
- Son nativas, por lo que no se necesita de importación o traslado.
- Los residuos generados son de fácil tratamiento, y no producen gases contaminantes.

<sup>14</sup> "Wikipedia.org". (2012). *Recurso Energético*. Tomado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Recurso\\_energetico](http://es.wikipedia.org/wiki/Recurso_energetico)

- Los impactos que producen son mínimos.
- Los recursos que se utilizan para generar estas energías son inagotables.
- Reduce la dependencia energética convencional.
- Generan trabajo para su explotación, construcción y mantenimiento.
- Generan un desarrollo de tecnología nacional.

## ENERGÍA EÓLICA

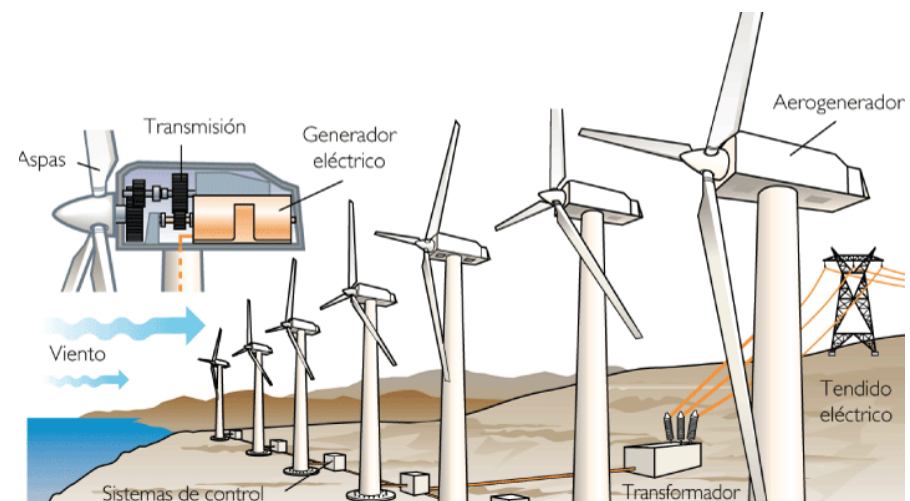


Imagen 3.18

Fuente: <http://1.bp.blogspot.com>

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de

aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas.

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir electricidad mediante aerogeneradores, conectados a las grandes redes de distribución de energía eléctrica.<sup>15</sup>

### Ventajas de la energía eólica

- Esta energía es completamente amigable con el ambiente, no produce emisiones de CO<sub>2</sub> ni residuos contaminantes.
- Se la considera una fuente de energía barata, en comparación con energías tradicionales como centrales de carbón e incluso con la energía nuclear, si se toma en cuenta los costos de reparación del medio ambiente.
- La energía eólica no contamina, es inagotable y frena el consumo de combustibles fósiles.
- Este tipo de energía, no genera daños sobre el lugar que se emplaza, porque no genera residuos y para su colocación no genera grandes movimientos de tierra.
- Cada Kwh. de electricidad generada por energía eólica en lugar de carbón, evita:  
0,60 Kg. de CO<sub>2</sub>, dióxido de carbono.

1,33 gr. de SO<sub>2</sub>, dióxido de azufre.

1,67 gr. de NO<sub>x</sub>, óxido de nitrógeno

- Pueden ser colocados en lugares no aptos para otros fines, como desiertos, montañas etc.
- Puede compartir el uso de suelo con otras actividades como ganaderas y agrícolas.
- Los aerogeneradores actuales son de baja rotación, lo que reduce el problema de choque con aves.
- Genera empleo en los lugares donde se los coloca.
- Su instalación es rápida en comparación a la construcción otro tipo de centrales de energía.
- Su utilización puede ser combinada preferentemente con energía solar.

<sup>15</sup> "Wikipedia.org". (2012). Recurso Energético. Tomado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Energía\\_eólica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_eólica)

## SISTEMA EÓLICO DE BAJA POTENCIA

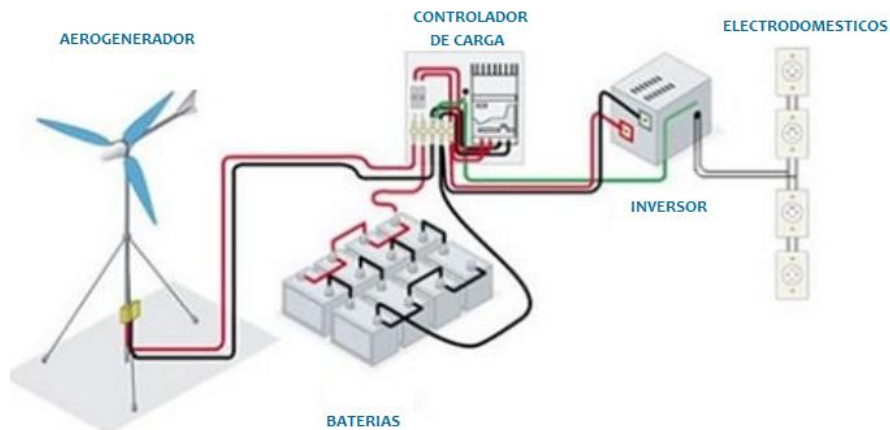


Imagen 3. 19

Fuente: <http://2.bp.blogspot.com>

Se los conoce también como aerogeneradores y su principal uso es el doméstico, su funcionamiento consiste en aprovechar el empuje del viento mediante la rotación de las aspas, para encender el generador, este que dependiendo de la velocidad del viento y la fuerza que ejerzan las aspas sobre su eje, se producirá electricidad, que llegarán al controlador y al inversor, estos componentes del sistema cumplen con la función de transformar la corriente en continua si se requiere de baterías, o en alterna para el uso de energía eléctrica en la vivienda.

El uso de aerogeneradores domésticos de baja potencia es una alternativa de proveer de electricidad a una vivienda, que por

distancia no pueda acceder al este servicio o simplemente por querer contribuir al medio ambiente, generando energía limpia.

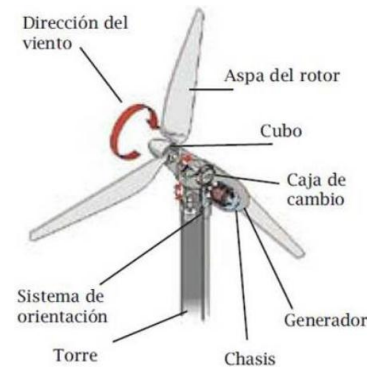


Imagen 3. 20

Fuente: <http://ahorrodeenergiaeficaz.files.wordpress.com>

Las partes del aerogenerador, están fabricadas de acero inoxidable, aluminio y las aspas o palas y demás componentes de cobre, plásticos, resinas y fibra de vidrio. Estos elementos se encuentran completamente sellados para evitar el paso de polvo y agua, y para resistir a la corrosión incluso en ambientes salinos. A este sistema se lo puede instalar sobre un mástil, que instalado en una ubicación adecuada puede generar entre 2.5 KW a 10 WK, y también se lo puede instalar sobre las cubiertas de las edificaciones y generalmente producen entre 1 KW Y 5KW.

Existen dos tipos de turbinas eólicas de baja potencia.



**Turbinas eólicas de Eje Horizontal TEEH**, tienen el árbol principal del rotor y el generador eléctrico en la parte superior de la torre, y se lo orientan hacia el viento a través de una simple cola. Las TEEH de baja potencia también se pueden instalar en techos.

**Turbinas eólicas de Eje Vertical TEEV**, tienen el árbol principal del rotor dispuesto de forma vertical. La ventaja principal de esta disposición es que la turbina no necesita estar orientada hacia el viento y por esta razón puede captar viento de diferentes posiciones. Este tipo de turbinas se pueden colocar en alturas bajas, en techo y áreas urbanas.



Turbinas eólicas de eje vertical (TEEV)



Turbinas eólicas de eje horizontal (TEEH)

Sistema eólico de baja potencia

Imagen 3. 21

Es una excelente idea recurrir al viento como recurso para generar electricidad, en lugares desprovistos de esta energía, sin embargo en Ecuador, son pocos los lugares donde el viento presenta las condiciones de estabilidad a lo largo del año, por esta razón es importante tener presente este factor antes adquirir este sistema. También, se debe tomar en cuenta que no

existan obstáculos entre el aerogenerador y el viento, para evitar pérdidas de velocidad, como árboles, edificios.

Otro factor a considerar es el económico, hay que tener en cuenta el tiempo de retorno de la inversión, tomando en cuenta la cantidad de consumo energético, si el consumo es elevado el costo de instalación será mayor. Además es importante destacar que en nuestro país, los costos por consumo eléctrico son relativamente baratos, y en muchos casos no es aconsejable este sistema.

En la ciudad de Cuenca la velocidad media anual de viento es de 7.6 km/h, que es igual a 0.001 312 metros/segundo, debido a la baja capacidad para generar energía no es conveniente la instalación de este sistema en la ciudad.






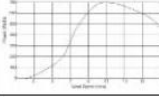
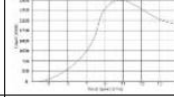
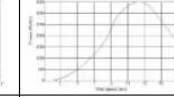




Es importante conocer el promedio de consumo de los artefactos, para poder calcular el tipo de aerogenerador que se requerirá.

Artefacto	Potencia	Uso Promedio	Energía Mensual
Iluminación	(Watts)	Diario (h)	Consumida (kWh)
10 Lámparas incandescentes de 60 W	600	8	144
10 Lámparas Fluorescente Compacta de 20 W	200	8	48
<b>Grandes artefactos</b>			
Heladera c/Freezer (360 l)	200	24	64,8
Horno Microondas	800	1	19,2
Lavarropas Automático Carga 5 kg. con calentamiento de agua	2500	1	26,25
<b>Climatización</b>			
Aire Acondicionado de 2200 frigorías (2200 kcal/h)	1350	2	60,75
Ventilador Portátil	90	2	5,4
Ventilador de Techo	60	6	10,8
Turbo calefactor (2000 kcal/h)	2400	4	288
<b>Pequeños artefactos</b>			
Lustradora/Aspiradora	800	1	21,6
Cafetera	900	1	21,6
Plancha	1000	1	30
<b>Equipos electrónicos</b>			
Computadora Personal	150	4	18
Impresora	50	0,5	0,75
Impresora Láser	400	0,5	6
Monitor	250	4	30
Televisor Color	100	4	12
Equipo de Audio	80	2	4,8

Cuadro 3. 03

Potencia requerida de Artefactos Eléctricos

A continuación información técnica de aerogeneradores, que se comercializan en el medio.

				
Potencia Nominal	500W	1500W	2000W	3000W
Diámetro del Hélice	2,5m	3,2m	3,6m	4m
Velocidad de arranque	4,0m/s	3,0m/s	4,0m/s	4,0m/s
Velocidad potencia nominal	9m/s	9m/s	10m/s	12m/s
Rotación @potencia nom.	450 rpm	380 rpm	400 rpm	350 rpm
Controlador	Controlador electrónico externo con tecnología PWM (Pulse Wide Modulation) que mejora la eficiencia de la recarga, con disipación de energía aparte. 			
Voltaje de salida	12V	24V	48V	48V
Tipo de recarga	PWM Banco de Baterías Mínimo 200Ah	PWM Banco de Baterías Mínimo 800Ah	PWM Banco de Baterías Mínimo 1600Ah	PWM Banco de Baterías Mínimo 2400Ah
Protección sobre velocidad	Electrónica	Electrónica/side furling	Electrónica/side furling	Electrónica/side furling
Curva de potencia				
Material	Aspas: Fibra de vidrio Veleta: Acero Inoxidable Cuerpo: Aluminio 	Aspas: Fibra de vidrio Cuerpo: Aluminio Imanes cromatizados de alta eficiencia(NdFeB) y reemplazables 	Aspas: Fibra de vidrio Cuerpo: Aluminio Imanes cromatizados de alta eficiencia(NdFeB) y reemplazables 	Aspas: Fibra de vidrio Cuerpo: Aluminio Imanes cromatizados de alta eficiencia(NdFeB) y reemplazables 
Peso	46Kg	56Kg	68Kg	85Kg
Precio	890 USD	1690 USD	1990 USD	3200 USD

Cuadro 3. 04

Catálogo de Productos PROVIENTOS

## ENERGÍA BIOMASA



Imagen 3. 22

Fuente: <http://3.bp.blogspot.com>

La bioenergía o energía de biomasa es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente es sacada de los residuos de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros), o sus restos y residuos. El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente (por ejemplo, por combustión), o por

transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde como combustibles o alimentos<sup>16</sup>

La biomasa como fuente para la producción de energía renovable puede clasificarse en:

- **Biomasa natural:** Se produce de forma espontánea en la naturaleza, sin intervención humana. Por ejemplo, las podas naturales de los bosques.
- **Biomasa residual seca:** Proviene de recursos generados en las actividades agrícolas, forestales. También se produce este tipo de biomasa en procesos de la industria agroalimentaria y de la industria de transformación de la madera. Dentro de este tipo de biomasa, se puede diferenciar la de origen forestal y la de origen agrícola.
- **Biomasa residual húmeda:** Proviene de vertidos biodegradables formados por aguas residuales urbanas e industriales y también de los residuos ganaderos.
- **Cultivos energéticos:** Aquellos cultivos realizados tanto en terrenos agrícolas como forestales y que están dedicados a la producción de biomasa con fines no alimentarios.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> "Wikipedia.org". (2012). *Bioenergía*. Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Bioenergía>.

<sup>17</sup> "Construmatica.com". (2012). *Biomasa en la construcción*. Tomado de [http://www.construmatica.com/construpedia/Biomasa\\_en\\_la\\_Construcion](http://www.construmatica.com/construpedia/Biomasa_en_la_Construcion).

Mediante la biomasa se puede generar energía térmica, energía eléctrica y mecánica.

### BIODIGESTORES

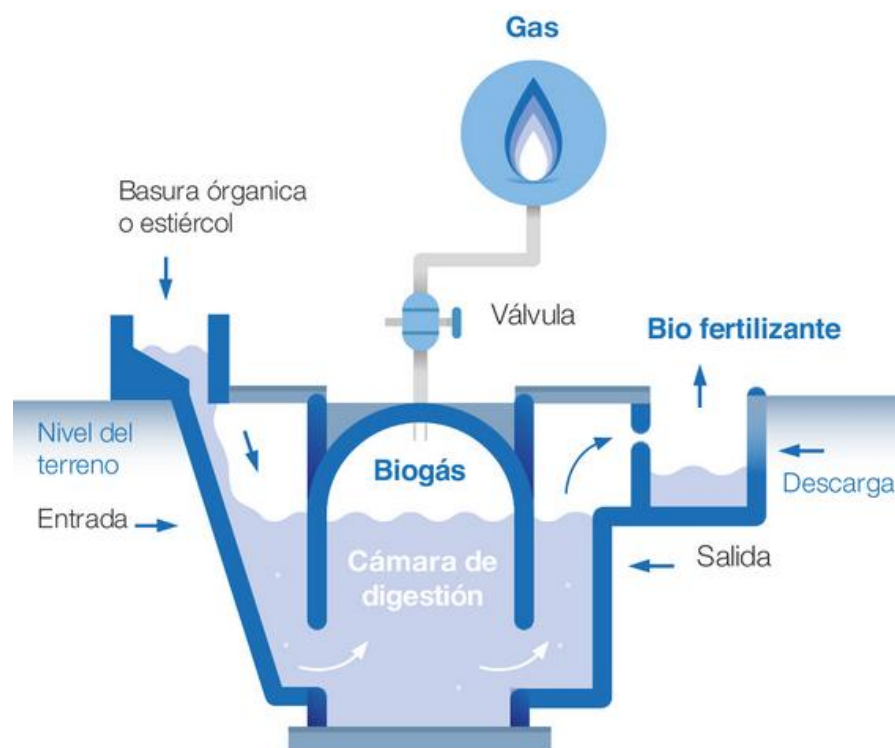


Imagen 3. 23

Fuente:<http://twenergy.com>

Un digester de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material

orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican-, etcétera) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.<sup>18</sup>

### ENERGÍA SOLAR

La energía solar es una fuente de energía de origen renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol.<sup>19</sup>

Actualmente, la luz y el calor que provienen del sol, son aprovechadas por medio de colectores como células fotovoltaicas, para generar electricidad y captadores térmicos para el calentamiento del agua, convirtiéndose en energías limpias o renovable que no contaminan el medio ambiente.

<sup>18</sup> "Wikipedia.org". (2012). Biodigestor. Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Biodigestor>.  
<sup>19</sup> "Wikipedia.org". (2012). Energía Solar. Tomado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Energía\\_solar](http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_solar)

## ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Consiste en aprovechar la energía solar para generar calor que puede utilizarse para la obtención de agua caliente destinada a diversos usos domésticos, calefacción por suelo radiante, para la producción de energía mecánica y a partir de ella, energía eléctrica. Este proceso se hace por medio de colectores expuestos a la radiación solar, que permiten absorber el calor y transmitirlo a un fluido. Los colectores se clasifican en tres tipos, dependiendo de la temperatura alcanzada por la superficie captadora:

**Baja temperatura,** captación directa, la temperatura del fluido es menor al punto de ebullición. Por lo general son placas planas para calentar agua, principalmente para uso doméstico.

**Media temperatura,** captación de bajo índice de concentración, la temperatura del fluido es superior a los 100°C. Son calentar agua o aire para usos residenciales o comerciales.

**Alta temperatura,** captación de alto índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 300°C.

Estos captan la energía mediante espejos o lentes y son usados principalmente para la generación de energía eléctrica.

El aprovechamiento de esta energía renovable tiene muchas ventajas, entre las más destacables tenemos:

- Disminución de la dependencia de combustibles fósiles, permitiendo su sustitución por energías no contaminantes.
- La inversión se recupera en poco tiempo.
- Fácil instalación y el mantenimiento que requiere es mínimo.
- Su vida útil es de 15 a 25 años y resiste las inclemencias del tiempo.
- Mejora la calidad de vida, de forma segura.
- No emite CO<sub>2</sub>.
- No produce residuos, ni gases perjudiciales para la salud.



## COLECTOR DE AGUA SOLAR - HEAT PIPE



Imagen 3. 24

Fuente: <http://es.juncoop.com>

Los colectores solares heat pipe, son un sistema de tubos al vacío, que por a su forma aprovechan al máximo la radiación del sol para calentar agua, y poseen un alto rendimiento debido a que la pérdida de calor es mínima o nula, característica que ofrece los tubos al vacío.

Los calentadores de agua, con este sistema, pueden calentar agua las 24 horas del día, sin preocuparse por el consumo de gas o electricidad, incluso en climas fríos y lluvia constante, el agua se mantendrá caliente, sin pérdida de calor por su capa de aislamiento interior de espuma.

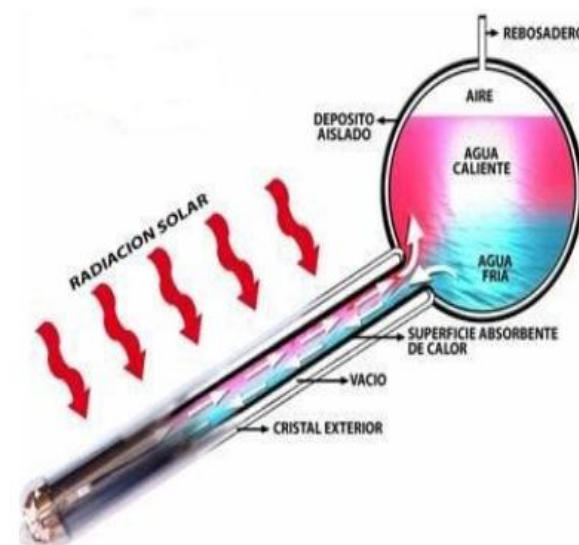


Imagen 3. 25

Fuente: <http://es.juncoop.com>

Dependiendo de la cantidad de personas que harán uso de este sistema, se debe calcular el tamaño y número de tubos.

De 1 a 5 personas se necesita un promedio de 200 litros.

De 5 a 7 personas se necesita un promedio de 240 litros.

De 7 a 9 personas se necesita un promedio de 300 litros.



Tubos de vacío			Área de absorción (m <sup>2</sup> )	Capacidad del tanque
Cantidad	Dimension (mm)	Recubrimiento		
18	ø58x1800	Cu-S/S-Al-N Heat Pipe	2,26	180L
20	ø58x1800		2,72	200L
24	ø58x1800		3,27	240L
30	ø58x1800		3,91	300L

Cuadro 3. 05

Fuente: <http://es.juncoop.com>

### Características de Heat Pipe

<b>Material del absorbedor</b>	Cobre y aluminio
<b>Aislamiento</b>	Poliuretano 50mm
<b>Material del tanque</b>	Aluminio galvanizado y SUS304
<b>Material vidrio</b>	Vidrio de boro silicato 3.3
<b>Grosor tanque interior</b>	2mm-2,5mm
<b>Grosor tanque exterior</b>	0,5mm
<b>Material Heat pipe</b>	Cobre
<b>Temperatura de trabajo</b>	99°C
<b>Presión de Trabajo</b>	0.6MPa (6 bars)
<b>Vida Útil</b>	>15 años
<b>Certificados</b>	CE, ISO

Para una captación total de la radiación solar, el colector debería estar en posición horizontal, pero se tendría dificultad con el efecto termosifón, que nos permite la circulación Natural dentro del colector. El Angulo correcto para una mejor captación y para poder mejorar el efecto termosifón, determinado mediante pruebas, es de 15 a 20 grados, con respecto a la horizontal, pero tomando en cuenta la corrección por la latitud de ubicación, es decir, se debe sumar el ángulo de latitud.<sup>20</sup>

### Dimensiones

CAPACIDAD (Lts)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	PESO CON AGUA (kg)
180	168	145	215	205	110	280
200	191	160	215	205	110	310
240	230	192	215	205	110	375
300	270	240	215	205	110	470

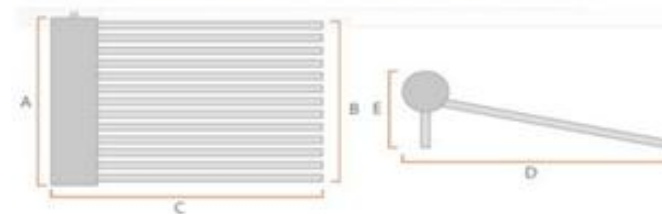


Imagen 3. 26

Fuente: <http://www.bonsolar.com>

<sup>20</sup>Documento del seminario “Las aplicaciones productivas y sustentables de la energía solar”. Laboratorio de Energía Solar. Departamento de Física. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica.

La ciudad de Cuenca se encuentra a una latitud de  $2^{\circ} 53' 57''$  sur, por lo tanto, el colector debe estar orientado hacia el norte y su ángulo de inclinación con respecto a la horizontal debe ser de  $20^{\circ}$  (tomando el valor de  $17,5^{\circ}$  como referencia en función del efecto termosifón)<sup>21</sup>

### PISO RADIANTE

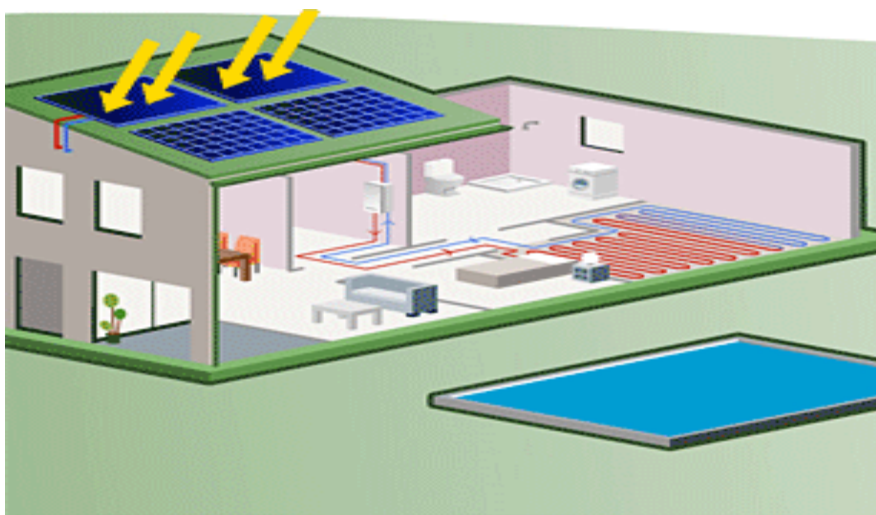


Imagen 3. 2

Fuente :<http://renov-arte.es>

Este sistema aprovecha la energía solar para calefaccionar, está

<sup>21</sup>Revista de Ciencia y Tecnología INGENIUS. (2001). *Agua caliente sanitaria de uso doméstico con Energía Solar, una alternativa para la ciudad de Cuenca*. Tomado de <http://ingenius.ups.edu.ec/documents/2497096/2497482/Art.6.pdf>

conformado básicamente por una serie de tuberías, que circulan bajo el piso, lo que hace que se caliente la vivienda y presenta mejores ventajas frente al sistema de radiadores.

Las principales ventajas que brinda este sistema, están relacionadas con ahorro energético y confort.

**Ahorro energético:** El suelo radiante cubre todo el suelo, al ser la superficie de emisión más elevada, no es necesario que se caliente tanto, y a al estar en contacto directo con los usuarios no necesita que se caliente todo el volumen, lo que favorece a un ahorro energético, frente al consumo de los radiadores convencionales, que para llegar a un nivel óptimo deben calefaccionar todo el volumen, lo que hace que se incremente su uso y su gasto energético es muy elevado.

**Confort:** el piso radiante, tiene la ventaja de calentar de manera rápida los espacios, en un tiempo aproximado de 15 minutos, lo cual genera un ambiente confortable de manera eficaz, además su ubicación por debajo del piso, lo hace invisible y permite mayor flexibilidad en el uso de espacios.

Los suelos radiantes, pueden ser eléctricos o con tuberías de agua caliente.

**Los eléctricos,** tienen la ventaja, de precisar un menor grosor de suelo, el calentamiento es mucho más rápido, y cada espacio se controla de forma independiente. Además el costo de instalación

es menor que los de agua, no requiere reparaciones, sin embargo los costos por consumo son altos.

**Los de tubos de agua caliente**, para la instalación se requieren mayor grosor del piso, su instalación es muy costosa, además necesita para su funcionamiento una caldera de baja temperatura o una bomba de calor. Debido a su mayor inercia térmica, la calefacción es lenta. A menudo se colocan placas de tubo de vacío en estas instalaciones, por su mayor eficiencia energética.

El funcionamiento del sistema de piso radiante, mediante tubos de agua caliente.

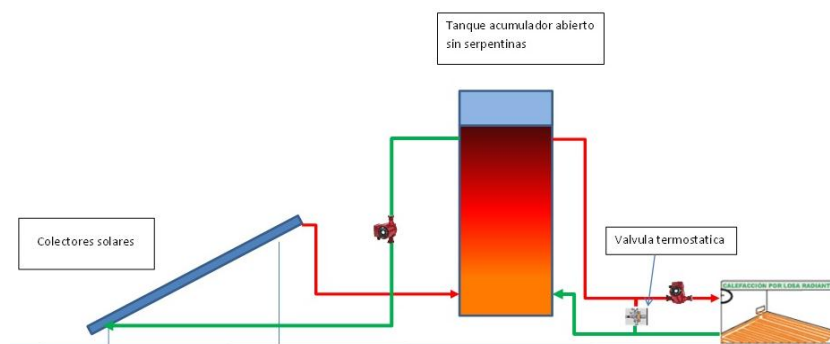


Imagen 3. 28

Fuente: <http://www.solarweb.net>

El colector solar recibe los rayos del sol y los convierte en calor. A través del colector el agua fría se calienta, esta sale a un calentador de apoyo y la reparte a las tuberías del piso para

calefaccionar.

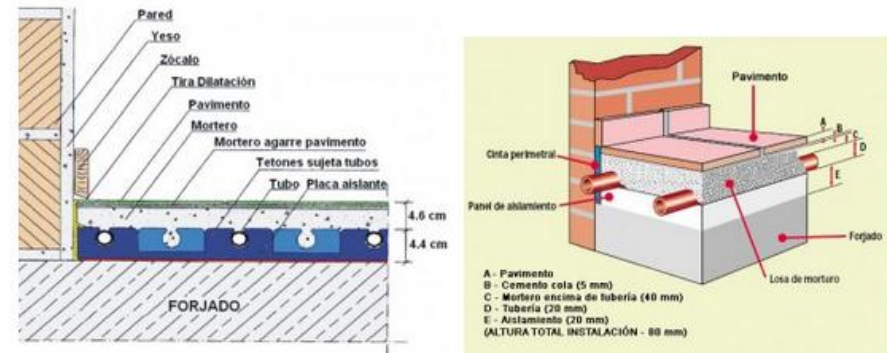


Imagen 3. 29

Fuente: <http://www.solarweb.net>

### Tipos de instalación de piso radiante:

- Distribución espiral
- Distribución de doble serpentín
- Distribución en serpentín

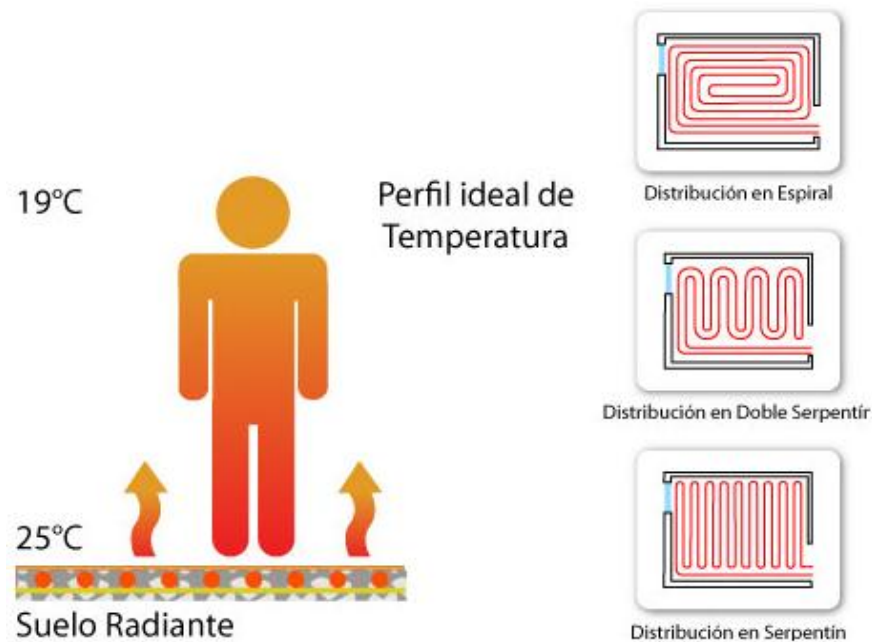


Imagen 3. 30

Fuente: <http://solarproargentina.com>

## ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Este tipo de energía se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica procedente del sol en energía eléctrica.

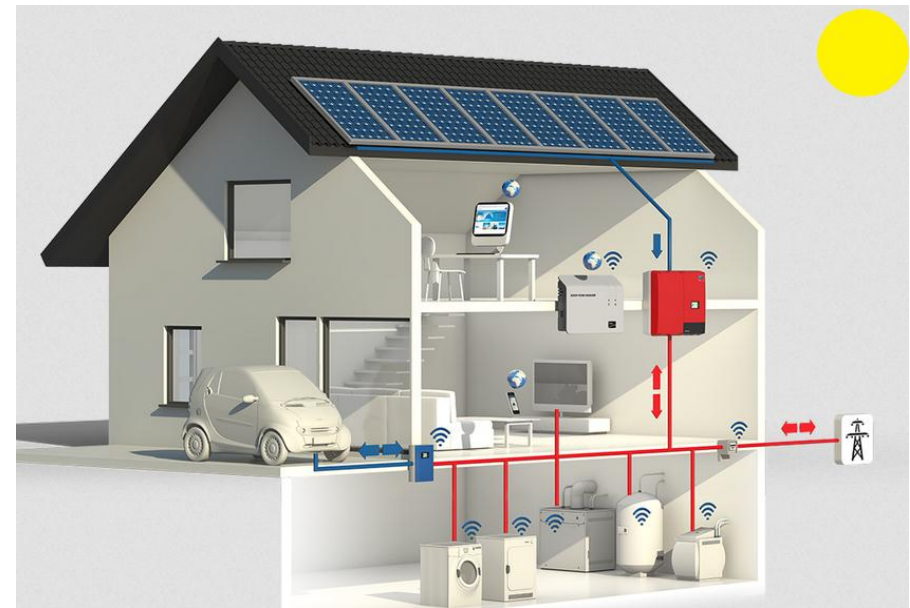


Imagen 3. 31

Fuente: <http://http://en.sma-sunny.com>

Los paneles fotovoltaicos, están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad, estas celdas también son llamadas células fotovoltaicas.

Las celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

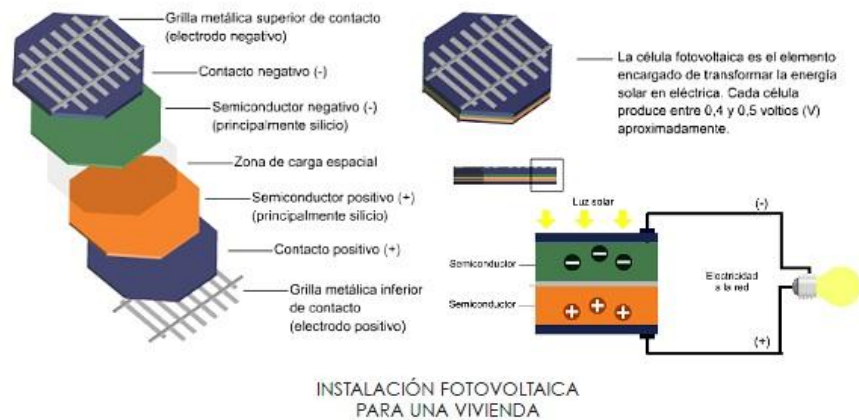


Imagen 3. 32

Fuente: [http:// www.consumer.es](http://www.consumer.es)

Los materiales típicos son silicio cristalino y arseniuro de galio para celdas solares. Los cristales de arseniuro de galio son creados especialmente para uso fotovoltaico, mientras que los cristales de silicio están disponibles en lingotes estándar más baratos producidos principalmente para el consumo de la industria microelectrónica. El silicio poli cristalino tiene una menor eficacia de conversión y menor costo, mientras que el arseniuro de galio es más eficaz que el silicio, pero es más

costoso.

Entre las principales ventajas que presenta este sistema tenemos:

- Reduce la contaminación, creando conciencia ecológica y un planeta más limpio y sostenible.
- No emite ningún gas, por tal razón no es contaminante.
- Proviene del Sol, que es una fuente inagotable de energía.
- Es un sistema sencillo y de fácil instalación, se pueden colocar en casi cualquier lugar y su tamaño es variable dependiendo de las necesidades.
- El mantenimiento es mínimo y soporta las condiciones climáticas.
- Es la solución perfecta en lugares donde no llega el tendido eléctrico.

El sistema consta de los siguientes elementos:



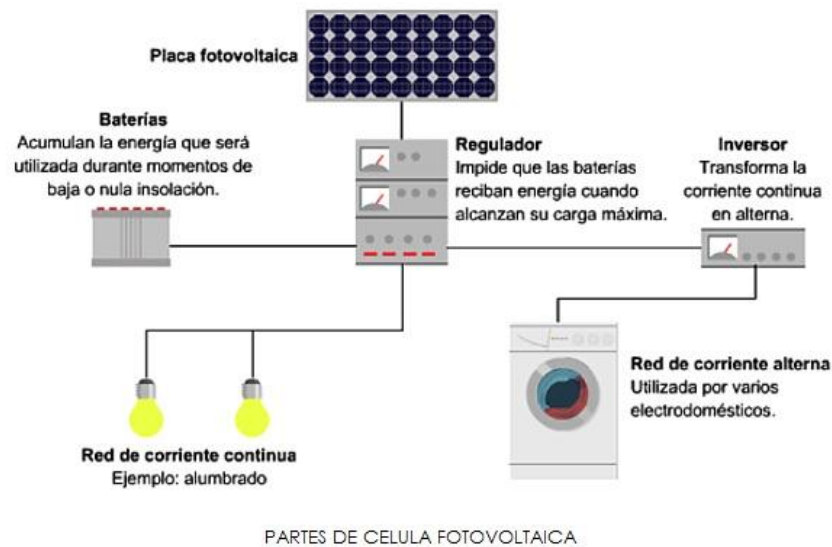


Imagen 3.33

Fuente: <http://www.consumer.es>

**Generador solar o módulo:** compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la radiación luminosa procedente del sol y la convierten en corriente continua a baja tensión de 12 ó 24 V.

**Batería o acumulador:** que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.

**Regulador de carga,** la función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le podrían provocar daños irreversibles y asegura que el sistema trabaje con mayor eficiencia

**Inversor:** es opcional, y transforma la corriente continua almacenada en la batería a corriente alterna de 110 V.

Entonces, los paneles están formados por varias células fotovoltaicas conectadas entre sí y alojadas en un mismo marco, por lo general son de color negro o azul oscuro, se conectan en serie, paralelo o semiparalelo, en función de las necesidades, formando los módulos fotovoltaicos.

La electricidad producida por un panel fotovoltaico, es de corriente continua y los parámetros característicos varían con la radiación solar que incide sobre las células y con la temperatura del ambiente.

La electricidad generada puede ser transformada en corriente alterna, con las mismas características que la electricidad de la red convencional, utilizando inversores.



## Sistemas solares fotovoltaicos para iluminación doméstica

### Corriente Directa

Esta aplicación incorpora como equipos básicos: paneles solares fotovoltaicos, regulador, batería y equipos de consumo en 12Vdc, como son luminarias, televisiones, radios y cualquier equipo que requiera 12Vdc o 24VDC.

### Corriente Alterna

Esta aplicación incorpora como equipos básicos: paneles solares fotovoltaicos, regulador, batería, inversor y equipos de consumo tanto en 110Vac como en 12Vdc

Sistemas básicos para uso doméstico que utilizan luminarias o equipos que funcionan en 110 o 220 VAC, con frecuencias de 50 o 60 Hz. Se incorpora al sistema un inversor de corriente. Es preferible que la iluminación continúe en 12Vdc y se utilice el menor número de equipos en 110Vac.

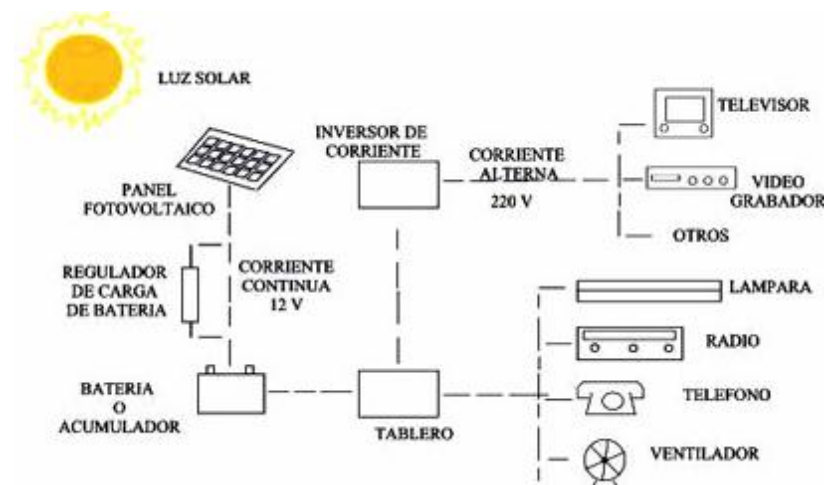


Imagen 3.34

Fuente: <http://www.tecnoficio.com>

Los paneles fotovoltaicos están compuestos por células fotovoltaicas de silicio monocristalino o policristalino.

La diferencia está en los métodos de fabricación, las células fotovoltaicas **Monocristalinas**, se obtienen a partir de un silicio muy puro, que se funde en un crisol con una porción mínima de boro, al momento que estos materiales están en estado líquido se introduce una varilla con un cristal germen de silicio, que se va haciendo recrecer con nuevos átomos procedentes del líquido, dando como resultado una estructura de cristal, luego se las introduce en hornos con pequeñas cantidades de fósforo, de esta manera se obtiene las células monocristalinas. Estas son de color negro, y debido a este color tiene más poder de

absorción de la energía solar.

En las células **Policristalinas**, en lugar de partir de un monocristal, se deja solidificar lentamente sobre un molde la pasta de silicio, con lo cual se obtiene un sólido formado por muchos pequeños cristales de silicio, que pueden cortarse luego en finas obleas policristalinas, como resultado de este procedimiento las placas solares son de color azul.

#### DATOS

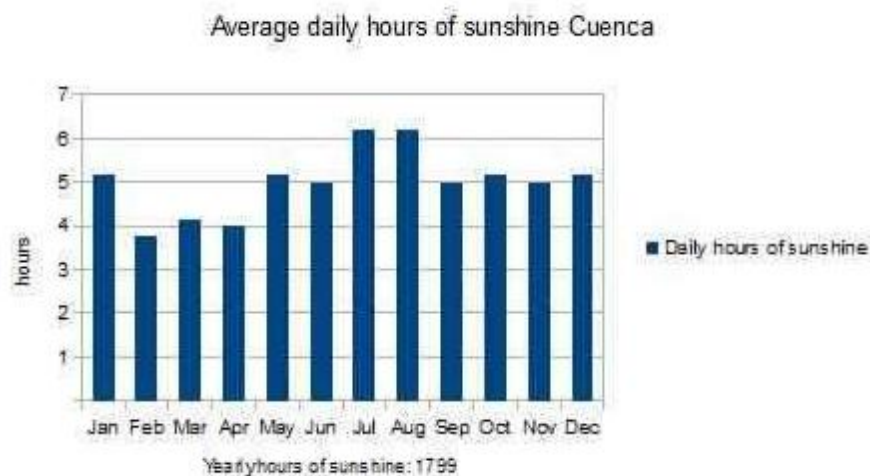


Imagen 3. 35

Fuente: <http://www.cuyabenolodge.com>

Promedio de horas sol en Cuenca: 5 h.

Consumo promedio anual de una familia: 1089 kWh

Consumo promedio mensual de una familia: 90.75 kWh

Consumo promedio diario de una familia: 3.025kWh

Panel solar potencia: 150 W

#### ENERGÍA CONSUMIDA POR CLIENTE [kWh/CLIENTE/AÑO]

AÑO	Residencial	Comercial	Industrial	Otros	Total	Var. Anual
2002	1.038	3.712	24.938	19.821	1.937	-6,32%
2003	1.077	3.689	21.134	19.049	1.898	-2,03%
2004	1.107	3.763	18.938	20.003	1.904	0,31%
2005	1.091	4.023	18.073	20.951	1.910	0,33%
2006	1.116	4.232	18.571	21.573	1.972	3,24%
2007	1.065	4.187	19.354	22.296	1.945	-1,36%
2008	1.132	4.455	25.844	20.962	2.176	11,86%
2009	1.095	4.401	36.746	20.731	2.364	8,65%
2010	1.089	4.472	37.575	21.810	2.402	1,58%
2011	1.089	4.539	39.852	23.155	2.495	3,91%

Cuadro 3. 36

Fuente: <http://centrosur.com.ec>

## SISTEMAS ENERGÉTICOS PASIVOS

El diseño pasivo, tiene como objetivo aportar soluciones arquitectónicas y constructivas acordes al clima y emplazamiento, para lograr un confort interior durante todo el año, disminuyendo al máximo el consumo de energía.

La climatización pasiva se basa en conceptos básicos de la Termodinámica, cuyas leyes explican el modo natural de fluir del calor.

Una buena climatización pasiva, mejora el comportamiento térmico de las edificaciones. Influyen sobre la temperatura, aprovechan la radiación, minimizan el movimiento del aire, logrando un mayor bienestar.

Potenciar los sistemas pasivos, es aportar al cuidado del medio ambiente.

### CALEFACCION SOLAR POR APORTES PASIVOS

Estos sistemas se encuentran integrados en el edificio, formando parte él, un muro de ladrillo, un cerramiento de vidrio, una cubierta, a los que además de cumplir sus funciones habituales: estructurales, constructivas, estéticas, se les exige algo más, que capten la radiación solar y la trasmitan al interior del edificio.

En el informe de European Passive Solar Hadbook se hace una clasificación de éstos sistemas de captación pasiva, dividiéndolos en:

**Captación directa:** ganancia directa de energía a través de vidrios.

**Captación indirecta:** a través de muros acumuladores térmicos.

**Captación aislada:** a través de invernadero acumulador adosado.

Son muchas las ventajas que tienen estos sistemas pasivos frente a los denominados activos.

Las más destacables son:

- Son elementos de un cierto valor arquitectónico, dada su integración dentro de la solución constructiva del edificio.
- Se trata de una solución económica, ya que no representan un sobre costo frente a una construcción convencional.
- Tienen un ciclo de vida muy largo, semejante al del conjunto de la edificación, al no tratarse de mecanismos complicados que puedan estropearse.

## CAPTACIÓN DIRECTA

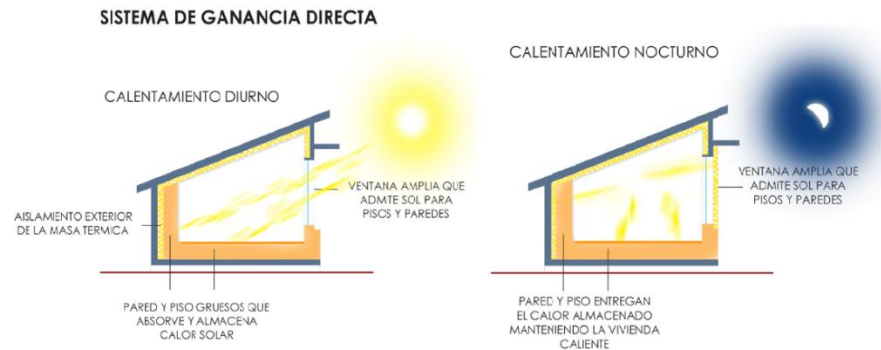


Imagen 3. 37

Permiten el aprovechamiento energético directo de la radiación solar a través de elementos huecos transparentes de las fachadas como ventanas, ventanales, claraboyas, lucernarios y demás elementos translúcidos.

Estas aportaciones directas a través de los vidrios se fundamentan en una aplicación del denominado efecto invernadero: la longitud de onda de la radiación solar que llega a la tierra se encuentra comprendida generalmente entre  $0,3 \mu\text{m}$  y  $3,5 \mu\text{m}$ .

La mayor parte de los vidrios son permeables a estas longitudes de onda corta, lo que hace que aproximadamente un 80% de la radiación incidente sobre el vidrio lo atraviese, mientras que el otro 20% se refleja o lo absorbe el propio vidrio.

Esta radiación que ha atravesado el vidrio calienta las paredes, el suelo, y en general todas las superficies contra las cuales incide, de forma que estos cuerpos, al calentarse, re-irradian al ambiente una energía que, en esta ocasión es de onda larga (del orden de los  $11 \mu\text{m}$ ) frente a la cual el vidrio se comporta como un cuerpo opaco.

De esta forma, el vidrio se comporta como la compuerta de una trampa de calor, de forma que permite la entrada de la energía pero no su salida, calentando el ambiente interior.

La eficiencia energética asociada a la utilización de la ganancia directa a través de huecos acristalados como estrategia de acondicionamiento térmico está directamente relacionada con los siguientes factores:

- Características del hueco: orientación adecuada para el aprovechamiento de la radiación solar; dimensiones; forma y posición
- Características energéticas del vidrio: dentro del mercado existente, hay diversas opciones de selección de vidrios con diferentes ajustes en sus mecanismos de transferencia energética.
- Características de las carpinterías: algunos de los factores más determinantes en la elección de materiales para carpinterías que potencien su eficiencia energética son: conductividad térmica, grado de estanqueidad,

resistencia a agentes atmosféricos, mantenimiento, coste energético de su ciclo de vida, ciclo de vida útil, reciclabilidad.

Este sistema de captación a través del vidrio tiene, que cumplir otros requisitos indispensables: aislamiento térmico y control solar.

Para mejorar el balance térmico del conjunto es fundamental reducir las pérdidas que se producen a través de las ventanas por conducción, convección, radiación de onda larga e infiltraciones. Hay que conseguir que haya grandes ganancias energéticas, pero pocas pérdidas. Para esto es necesario disponer de un buen aislamiento nocturno.

Por otra parte, el hueco necesita contar con una protección solar para limitar las ganancias solares en los períodos sobrecalentados. En este punto es especialmente interesante la utilización de voladizos que arroje sombra sobre la superficie acristalada.

### CAPTACIÓN INDIRECTA

En estos sistemas existe un periodo prolongado entre el momento en el que se recibe la energía y el momento en que ésta se aprovecha como consecuencia de una acumulación previa.

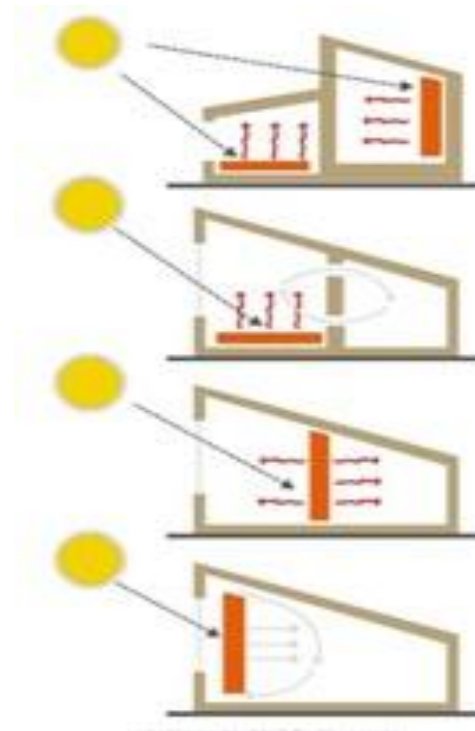


Imagen 3. 38

Fuente: <http://ocw.unia.es>

Se caracterizan por la potenciación de estrategias de aprovechamiento energético de la radiación solar en un espacio intermedio entre el exterior y el espacio que se desea acondicionar.

Los espacios, tiene una gran entrada de radiación directa a través de superficies acristaladas, tanto horizontales como verticales.

Desde este elemento el calor es cedido al interior por convección y conducción, por lo que genera, debido a la inercia térmica del terreno, un retardo en la transmisión y un amortiguamiento en la oscilación de temperaturas.

### **MURO TROMBE**

Uno de los sistemas solares de captación pasiva más utilizado es el llamado Muro Trombe, desarrollado en Francia por Félix Trombe.

Este sistema, que es básicamente un diminuto invernadero: consta de un vidrio exterior, una cámara de aire y un muro.

Éste es un muro de gran espesor y densidad, frecuentemente de hormigón, aunque también puede ser de fábrica de ladrillo.

Los muros Trombe cumplen con tres funciones: la captación directa de la radiación solar a través del vidrio, su acumulación en el muro y la distribución del aire caliente generado con esa energía a través de los huecos dispuestos en el muro.

A continuación se exponen brevemente algunos de los aspectos a tener en cuenta para el diseño de este tipo de muros:

- Se colocarán aproximadamente entre 0,3 y 0,8 m<sup>2</sup> de muro por cada m<sup>2</sup> de superficie interior a calefaccionar.
- La superficie del muro másico debe presentar un color oscuro y una textura rugosa para facilitar la captación de la radiación solar y evitar las pérdidas por reflexión.
- El espesor del muro puede variar entre 15 – 40 cm, construido con un material de elevada masa térmica, como por ejemplo: tierra, ladrillo concreto
- El espesor de la cámara de aire deber ir entre 5 – 15 cm.
- Se deben diseñar protecciones solares para estos muros.

El funcionamiento del muro Trombe es el siguiente:



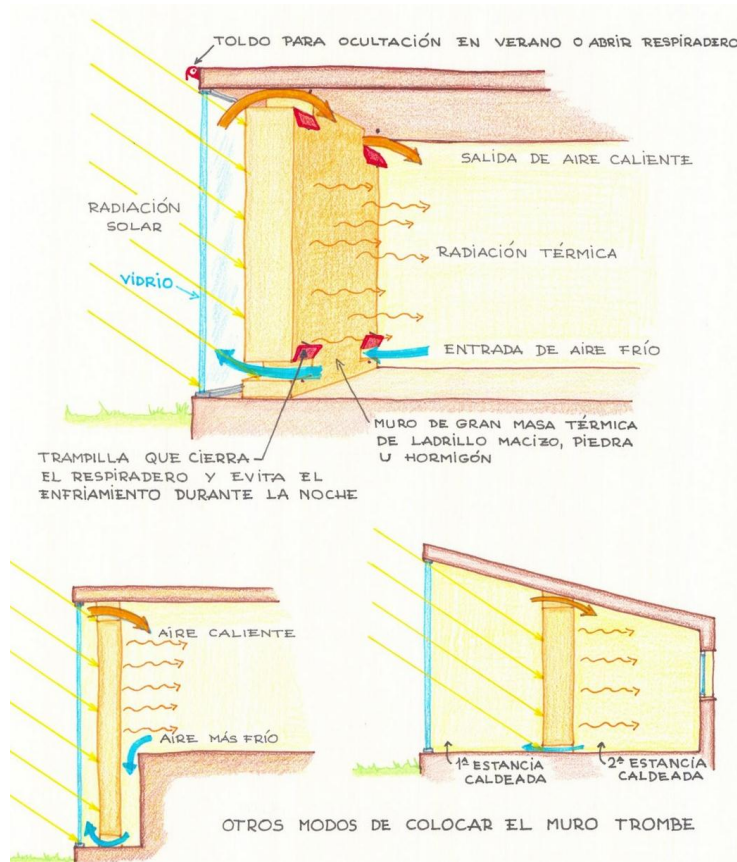


Imagen 3. 39

Fuente: <http://abioclimatica.com>

La radiación solar de onda corta atraviesa el vidrio y calienta al muro, produciéndose un efecto invernadero cuando la radiación de onda larga emitida por el muro no puede atravesar otra vez el vidrio y calienta el aire que hay en la cámara. En el muro existen

dos conjuntos de orificios, uno en la parte superior y otro en la inferior, de forma que cuando el aire de la cámara se calienta, asciende por convección natural y, atravesando el muro por los orificios superiores, pasa al interior del local. El vacío que se crea en la cámara de aire succiona, a través de los orificios inferiores del muro, el aire frío del interior del local, que se encuentra estratificado por su temperatura. De esta forma se crea el llamado lazo convectivo que hace circular el aire frío de la estancia a la cámara de aire, se calienta, y vuelve a entrar al interior del local.

El efecto directo del muro Trombe coincide con los momentos de incidencia de la radiación solar, es decir, la circulación del aire estancia-cámara-estancia cesa en el momento en el que la radiación deja de calentar el aire en el interior de la cámara. Es en este momento cuando cobra importancia la inercia térmica del muro. Mientras recibe la radiación solar, el muro va acumulando energía que luego, al cabo de un cierto tiempo, acaba atravesando el muro y aparecerá en la cara interior, calentando la habitación por convección y transmisión. Para optimizar este doble funcionamiento del muro Trombe conviene dimensionar el muro de forma que este segundo fenómeno comience precisamente al concluir el primero, esto es, cuando se haga de noche. Dicho de otro modo, dado que la energía comienza a atravesar el muro en el momento en que comienza a recibir radiación solar, el desfase de la onda térmica, es decir, el número de horas que tarda el calor en atravesar el muro, debe coincidir

con el número de horas de asoleamiento del muro.

Para dimensionar de una forma aproximada este sistema, hay que tener en cuenta los cuatro elementos que intervienen en él, esto es, el muro (espesor y material), la superficie de vidrio, el número y dimensiones de los orificios, y el espesor de la cámara de aire.

El gran problema de este sistema, es que precisa de un muro ciego en la fachada norte o sur del edificio, por lo que se pierde tanto la entrada de luz como las posibles vistas que pudiera tener esa habitación.

### CAPTACIÓN AISLADA

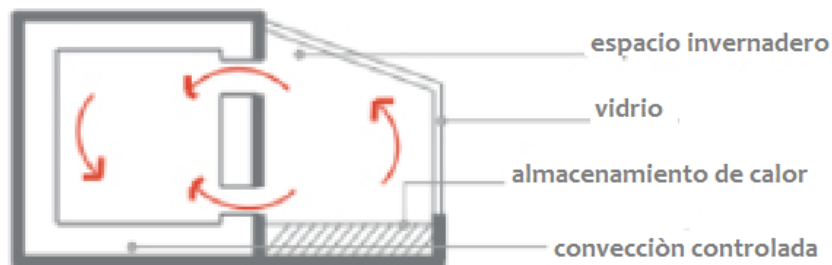


Imagen 3. 40

Fuente: <http://bibliocad.com>

Consiste en una galería acristalada, separada de las estancias interiores por un muro másico de color oscuro. La radiación recibida incrementa la temperatura en esta galería,

acumulándose en el muro másico y penetrando en los espacios interiores con el retraso correspondiente. Algunos de los criterios de diseño que se deben tener en cuenta para este tipo de sistema son:

- Se colocarán entre 0,1 y 0,5 m<sup>2</sup> de acristalamiento por cada m<sup>2</sup> de superficie a calefaccionar, habiendo además entre 0,6 y 1,6 m<sup>2</sup> de superficie acristalada por cada m<sup>2</sup> de suelo del invernadero.
- La superficie del muro másico presenta un color oscuro y una textura rugosa para facilitar la captación de la radiación solar.
- El muro másico presenta un espesor entre 20 y 25 cm.
- Se deben diseñar protecciones solares para este tipo de sistemas

### SISTEMA DE VENTILACIÓN PASIVA

Diseñar un edificio sostenible, que brinde confort térmico en las diferentes variaciones del clima es complicado. La razón es que no existe una fuente de refrigeración natural y gratuita de la que poder aprovecharnos, tal y como hacemos con el sol cuando necesitamos captar energía.

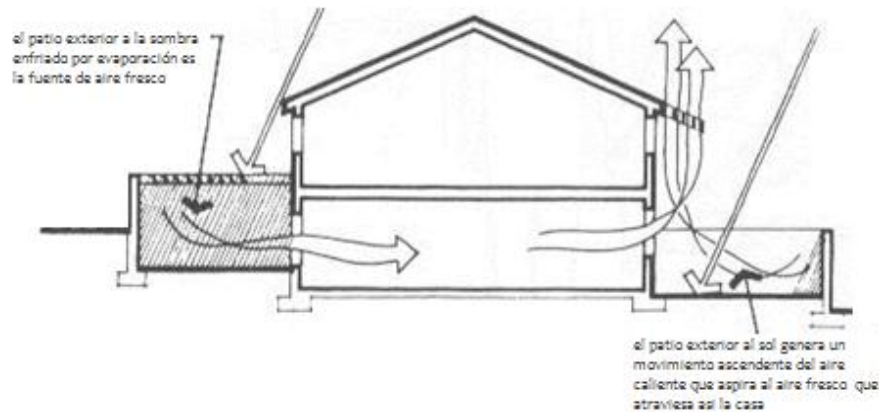


Imagen 3. 41

Fuente: <http://clgchalets.com>

En climas cálidos es complicado encontrar una aportación de energía frigorífica, por lo que las estrategias bioclimáticas consisten en eliminar el exceso de calor interior, o sobrecalentamiento.

El sobrecalentamiento es un fenómeno que se produce al transformarse, en un espacio cerrado, la energía solar incidente, en energía térmica.

Este fenómeno provoca que en los edificios expuestos a la radiación solar se alcancen en su interior temperaturas bastante más elevadas que la temperatura exterior.

En una edificación, la ventilación es importante, y tiene varios usos:

- Renovación del aire, para mantener las condiciones higiénicas. Un mínimo de ventilación es siempre necesario.
- Incrementar el confort térmico, puesto que el movimiento del aire acelera la disipación de calor del cuerpo humano
- Climatización, el aire en movimiento puede llevarse el calor acumulado en muros, techos y suelos por el fenómeno de convección.

## FORMAS DE VENTILAR

**Ventilación natural:** es la que tiene lugar cuando el viento crea corrientes de aire en la casa, al abrir las ventanas.

Para que la ventilación sea lo más eficaz posible, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas, sin obstáculos entre ellas, y en fachadas que sean transversales a la dirección de los vientos dominantes.

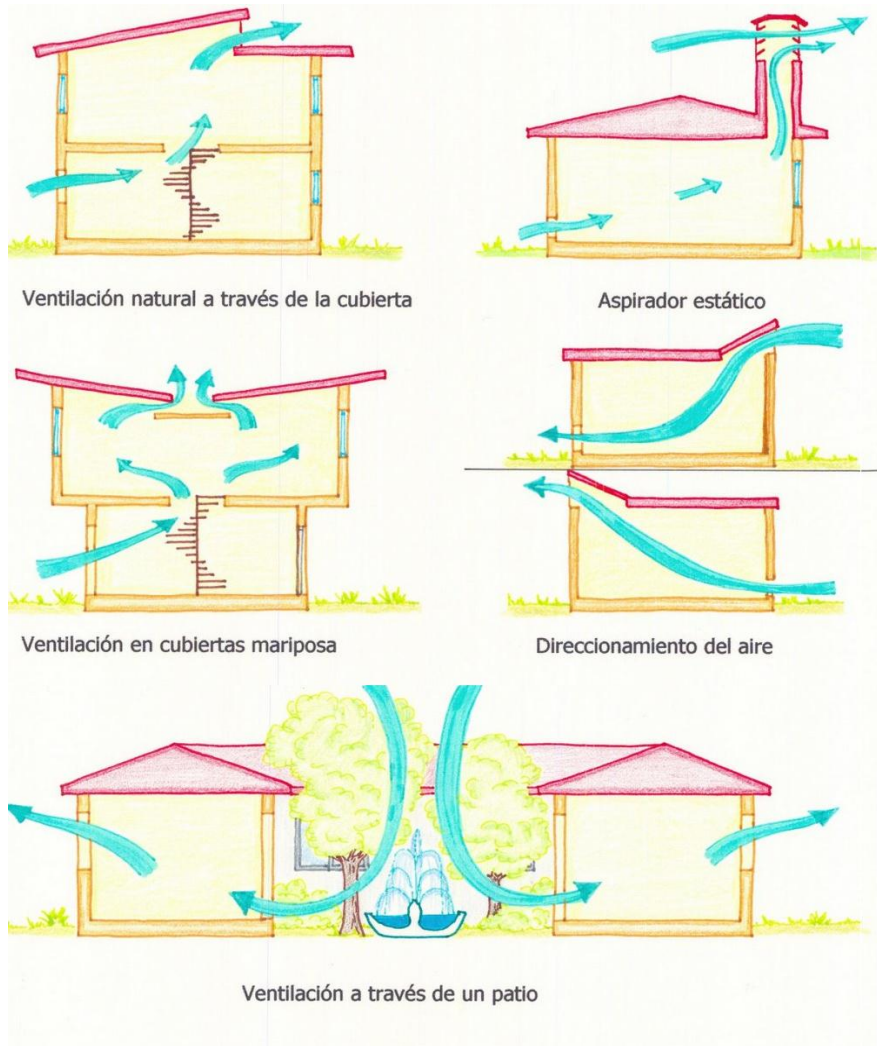


Imagen 3. 42

Fuente: <http://abioclimatica.com>

## VENTILACIÓN CONVECTIVA

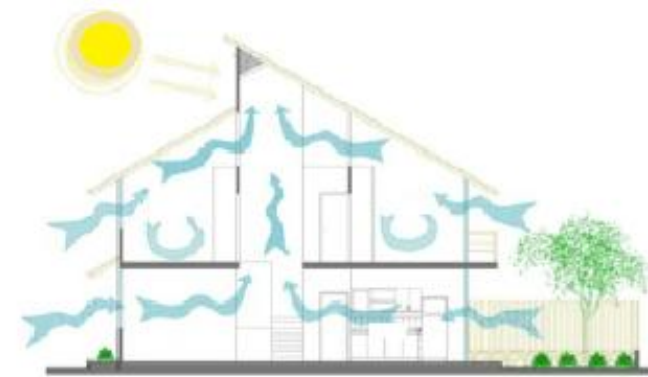


Imagen 3. 43

Fuente: <http://abioclimatica.com>

Tiene lugar cuando el aire caliente asciende, siendo reemplazado por aire más frío.

Durante el día, en una vivienda, se pueden crear corrientes de aire aunque no haya viento provocando aperturas en las partes altas de la casa, por donde pueda salir el aire caliente. Si en estas partes altas se coloca algún dispositivo que caliente el aire de forma adicional mediante radiación solar, el aire saldrá aún con más fuerza. Es importante proveer de donde provendrá el aire de sustitución y a qué ritmo debe ventilarse.

Una ventilación convectiva que introduzca como aire renovado aire caliente del exterior será poco eficaz. Por eso, el aire de renovación puede provenir, por ejemplo, de un patio fresco, de un sótano, o de tubos enterrados en el suelo.

## PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN

Se debe reducir al mínimo las pérdidas de calor por infiltraciones. Estas serán importantes especialmente en los días ventosos.

Sin embargo, un mínimo de ventilación es necesaria para la higiene de la vivienda, especialmente en ciertos espacios. En la cocina, por ejemplo, es necesaria una salida de humos. En el baño también es necesario ventilar por los malos olores. La pérdida de calor se verifica porque el aire viciado que sale es caliente, y el puro que entra es frío. Ciertas estrategias pueden servir para disminuir estas pérdidas, como colocar los espacios necesitados de ventilación en la periferia de la casa.

## FACHADA VENTILADA

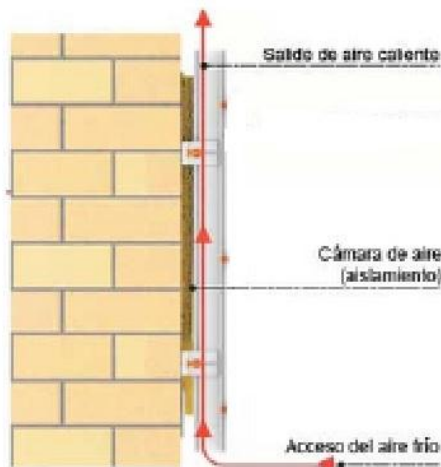


Imagen 3. 44

Fuente: <http://www.petrecal.com>

En ella existe una delgada cámara de aire abierta en ambos extremos, separada del exterior por una lámina de material.

Cuando el sol calienta la lámina exterior, esta calienta a su vez el aire del interior, provocando un movimiento convectivo ascendente que ventila la fachada previniendo un calentamiento excesivo. En invierno, esta cámara de aire, aunque abierta, también ayuda en el aislamiento térmico del edificio.

## ACTUACIONES CONTRA EL SOBRECALENTAMIENTO

Lo primero que deberíamos es minimizar la radiación solar sobre el edificio utilizando medidas preventivas y diseñar todos los elementos constructivos: cubierta, cerramiento, vidrios, color de las fachadas, pensando en sus implicaciones energéticas. Es más fácil impedir el sobrecalentamiento que intentar eliminarlo una vez dentro de nuestro edificio.

**Los huecos acristalados o ventanas:** son los elementos más delicados del edificio en este sentido, porque a través de ellos incide la radiación solar sin apenas obstáculos.

La orientación de las ventanas, es fundamental para controlar la radiación incidente. Las orientaciones este y oeste son las peores, ya que tienen sobrecalentamientos importantes.

**Los vidrios:** estos deben responder a las necesidades de la



edificación y dependiendo del uso se puede elegir de acuerdo a sus propiedades, otra opción puede ser el doble acristalamiento para crear una cámara de aire.

**Las protecciones solares:** es otro aspecto fundamental en lo que a medidas preventivas sobre el sobrecalentamiento se refiere, es importante diseñar una protección solar que reduzca la radiación incidente sobre la ventana, pero que permita la captación energética.

Esto se consigue mediante la utilización de dos tipos de protecciones: fijas o móviles.

**Protecciones solares fijas:** Tienen la ventaja de que necesitan poco mantenimiento y, como no necesitan ser manipuladas, no existe la posibilidad de ser mal utilizadas.

**Protecciones solares móviles:** Estas protecciones tienen como principal objetivo la versatilidad, es decir, se pueden cerrar cuando necesitemos protegernos y abrir cuando necesitemos captar radiación solar. Se puede utilizar, persianas, lamas, cortinas.

## SISTEMAS EVAPORATIVOS DE REFRIGERACIÓN

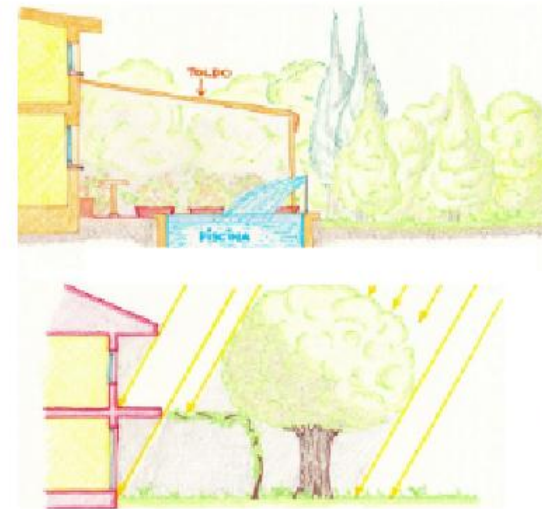


Imagen 3. 45

Fuente: <http://abioclimatica.com>

La evaporación de agua refresca el ambiente, si utilizamos la energía solar para evaporar agua, estaremos utilizando el calor para refrigerar.

Hay que tener en cuenta que la vegetación, durante el día, transpira agua, refrescando también el ambiente. En un patio, una fuente refrescará esta zona que, a su vez, puede refrescar las estancias colindantes, el efecto será mejor si hay vegetación, la existencia de vegetación y pequeños estanques alrededor de la casa, mejorará también el ambiente.

Sin embargo hay que considerar que un exceso de vegetación puede crear un exceso de humedad que, combinado con el calor,



disminuirá la sensación de confort. De cualquier manera, en climas calurosos, suele ser conveniente casi siempre el uso de esta técnica.

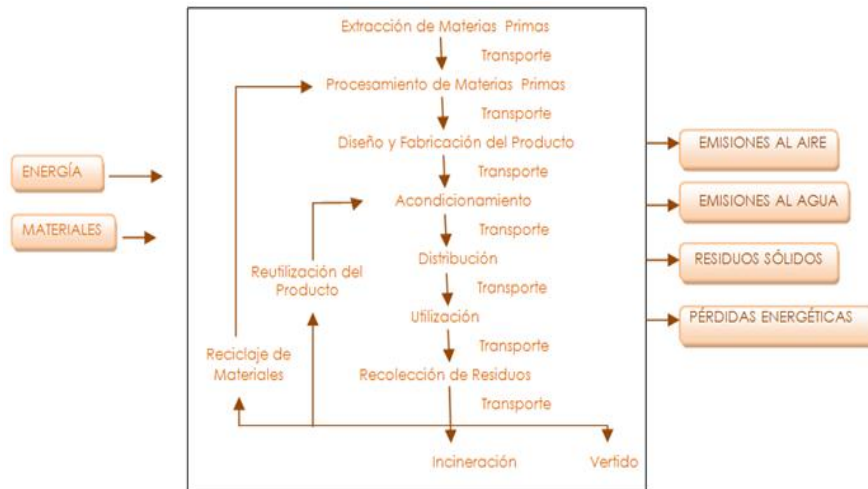
## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En el proceso de construcción es de vital importancia la elección de los materiales, de esta elección depende en gran medida el grado del impacto que provoca un edificio sobre el medio ambiente.

A los materiales se les atribuye un sustancial incremento en los impactos ambientales producidos por las obras arquitectónicas, teniendo en cuenta que muchas veces se hace la elección de los materiales a partir de datos técnicos y de análisis de costos, sin tomar en cuenta una visión ecológica, con parámetros que presten mayor atención al ciclo de vida de los materiales y su relación con el medio ambiente.

Los impactos ambientales que los materiales de construcción provocan, son producidos desde la extracción de sus materias primas, disminuyendo los recursos. La producción, transporte y distribución de los materiales generan emisiones y consumen energía, a su vez, los residuos provocan problemas de contaminación de suelos y aguas.

Durante el ciclo de vida de los materiales utilizados en la construcción, tienen un impacto ambiental de diferentes magnitudes y estos efectos dependen de la naturaleza de los materiales y la manera que estos son utilizados.



La mayor parte de los materiales tienen un ciclo de vida lineal, donde los materiales tienen un ciclo de una sola vez y luego son eliminados. Sin embargo algunos materiales son de ciclos circulares, los que pueden ser reutilizados, re manufacturados y reciclados.

Cerrar los ciclos de los materiales es una estrategia para el ahorro de recursos y de residuos incorporándolos a procesos productivos, convirtiendo los residuos en materia prima.

Esquema del ciclo cerrado de los materiales.



## ESTRATEGÍAS PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES

El objetivo ambiental es disminuir el conjunto de impactos asociados a la extracción, fabricación y reintegración de los materiales que componen el edificio.

Se debe tomar en cuenta, que no existe un material ecológico por excelencia, sino materiales problemáticos y materiales alternativos. La selección responsable de materiales se basa en principios sustentables, los cuales señalan a los materiales como sostenibles a aquellos que reducen al máximo el uso de recursos, tienen bajo impacto ecológico, no representa riesgos para la salud.

Es posible adoptar estrategias para lograr minimizar el impacto ambiental de los materiales, siguiendo criterios que se describen a continuación:

- Uso de materiales extraídos o explotados de manera sostenible.
- Reutilizar materiales, reducir el uso de materiales nuevos.
- Utilización de materiales durables.
- Uso de madera certificada.
- Uso de materiales mínimamente procesados.
- Utilizar materiales y productos con más contenido de reciclaje y productos con potencial de reciclaje.
- Uso de materiales producidos con energía de fuentes renovables.
- Uso de materiales locales.
- Uso de materiales de bajo consumo de agua y de baja contaminación del agua.
- Utilizar materiales que reduzcan el efecto isla de calor urbano.
- Uso de materiales que retienen carbono.
- Preferir los materiales de compañías con intereses sociales, ambientales de tipo sustentable.

## MATERIALES LOCALES

Para poder considerar a los materiales como locales, se debe tener en cuenta que la extracción de materias primas y los procesos de producción, cuando los hay, sean realizados a distancias relativamente cortas del sitio de construcción. El objetivo de utilizar materiales locales, es minimizar al máximo las emisiones de CO<sub>2</sub>, producidas por el transporte de estos.

En caso de utilizar materiales de otros lugares, se debe tener en cuenta otros aspectos de sostenibilidad, que mitiguen los efectos del transporte.

## MATERIALES RENOVABLES

Son los materiales, que son producidos con materias primas cultivables y de crianza animal, como la madera y las fibras animales.

Para el uso de materiales renovables, se debe tener en cuenta: la producción, de tal manera que garantice la renovación, evitando el agotamiento de la tierra y de los recursos hídricos. El ciclo de producción o el tiempo de cultivo es un factor importante en la renovación. La madera, el corcho, caucho natural, guadua, y otros productos vegetales son renovables y son utilizados como materiales de construcción o materias primas para productos de la construcción.

La utilización de estos productos puede provocar la deforestación, por esta razón se recomienda el uso de madera certificada, que es la que se obtiene de boques cultivados para su explotación y que garantiza que no hay deforestación.

### RECICLAJE DE MATERIALES

El uso de este tipo de materiales es una de las principales estrategias para reducir el impacto ambiental causado por la producción de materiales. La extracción de materias primas, el proceso de producción y el transporte al sitio de construcción, son actividades que emiten grandes emisiones de gas de efecto invernadero y en muchos casos daños ambientales en diversos ecosistemas.

Con excepción de algunos productos compuestos, casi todos los materiales son reciclables, desde el asfalto en las vías, el hormigón, así como el vidrio y los metales.

### MATERIALES REUTILIZABLES

Son aquellos elementos que se toma de una construcción y se lo puede colocar en otra, sin hacer mayor intervención, y pueden ser utilizados con un uso similar o diferente al que fueron concebidos.

La práctica es favorable en términos de sostenibilidad, porque se está prolongando la vida útil de los materiales. Una estrategia, es el diseño para el desmantelamiento de las edificaciones, al final

de la vida útil, facilita la reutilización de los componentes y materiales.

### MATERIALES DURABLES

La vida prolongada de los materiales, representa uno de los aspectos importantes para lograr construcciones sustentables, la resistencia a la abrasión, al agua, al sol, al viento, son características que hacen que ciertos materiales sean más durables que otros.

### MATERIALES DE FACIL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es necesario en todos los edificios sin importar el tipo de material con el que esté construido, y consiste básicamente el aseo del edificio y reparaciones menores, lo que representa costes energéticos, consumo de agua, generación de residuos y en algunos casos contaminación.

Para minimizar el impacto ambiental, durante la vida útil de un edificio es importante tomar en cuenta este aspecto desde la fase de diseño, por ejemplo en fachadas el uso de piedra, concreto o ladrillo, que son materiales resistentes a los rayos UV, en lugar de la pintura. Se recomienda materiales que no requieran de gran cantidad de agua para su limpieza y evitar materiales que exigen productos químicos para su mantenimiento.

## TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE MATERIALES

La preocupación ambiental en el sector de la construcción, está creciendo de manera global, por lo que se ha creado la necesidad de elaborar instrumentos para monitorear, controlar y verificar la compatibilidad ambiental de productos y procesos. Entre las técnicas con mayor uso para el análisis del comportamiento se cuentan:

**ACV – Análisis de Ciclo de vida (Life cycle assessment):** es un método de valoración creado para conocer los efectos sobre los distintos componentes ambientales de un producto específico durante su ciclo de vida. Es el conjunto de entradas, salidas y de las actividades de la producción, consumo/uso y el desecho del producto, considerando desde la extracción de la materia prima, hasta su desecho final. Este estudio del ciclo de vida de los materiales, tiene como fin hacer la actividad humana más sostenible, realizando intervenciones de tipo preventivo.

Los edificios, vistos como un bien de consumo, no son la excepción a la valoración, aunque poseen una mayor complejidad por la cantidad de diversos materiales y variables propias de una construcción.

En los análisis de la valoración del ciclo de vida de una edificación, se evalúa el impacto ambiental generado por la producción de todos los materiales utilizados en la construcción.

Se utilizan para el análisis bases de datos que contienen la información estadística, recopilada por diferentes organismos y empresas en diversos países, del impacto ambiental causado durante la fabricación de materiales y productos, desde la extracción de materias primas hasta que estos llegan al consumidor.

Utilizando como herramienta principal *software* especializado, se hace un modelo digital de la edificación a construir con toda la información de materiales propuestos, condiciones climáticas, sistemas de iluminación y ventilación, entre otros, para producir la valoración de construcción hasta su posible demolición en un lapso de tiempo que se estima entre 50 y 75 años.

**Evaluación de la Sostenibilidad:** es un método menos formal y científico que el método ACV, este consiste en una serie de preguntas para la recopilación de datos, sobre los impactos al medio ambiente y a la salud humana. Las preguntas no tienen la intención de producir una respuesta precisa dada la complejidad de los datos recogidos, por el contrario las preguntas son para obtener información de los impactos y los riesgos de cada material pueden provocar, además pretende asistir y guiar en la elección de los materiales.

**Energía incorporada de los materiales:** es la energía total utilizada en todas las fases de la vida de un material. Si un producto, está constituido por más de un material, entonces su energía incorporada incluye todos los insumos de energía de cada uno de sus componentes que lo constituyen y los insumos necesarios para su montaje. A este tipo de energía es muy complicado de cuantificar y las estimaciones de energía incorporada de un material puede variar considerablemente dependiendo de ciertas variables como: condiciones regionales, procesos de fabricación, materiales reciclados, fuentes de energía, por lo tanto las cifras de energía incorporada se debe utilizar con precaución.

**La Huella ecológica o Huella del desarrollo:** este es un indicador que permite cuantificar físicamente la sostenibilidad, en cuanto a los recursos renovables. Es una medida indicadora de la demanda humana que se hace de los ecosistemas del planeta poniéndola en relación con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos, por lo tanto, se entiende como huella ecológica, al área de suelo y de agua biológicamente productivas que son necesarias para mantener una población humana con un nivel de consumo determinado. La huella per cápita, es el coeficiente entre la huella y el número de habitantes, también llamada planetoide personal.

El planetoide personal, está constituido por la superficie: de suelo agrícola para producir alimentos para una persona, de pastos

para los animales que consume, de bosques para madera, papel y absorción del dióxido de carbono producido por su consumo de energía, de suelo para vivienda y carreteras y la de mar para pesca. Paralelamente a esta, se ha definido como biocapacidad a la superficie biológicamente productiva local que pueda ser utilizada por los habitantes de un territorio, por lo tanto, la diferencia entre la biocapacidad y el planetoide personal se llama déficit ecológico, si el déficit es negativo, indica un desequilibrio y que el consumo local es mayor que la capacidad local.

**Mochila Ecológica:** este un indicador que incluye los recursos no renovables. Se define como mochila ecológica, a la cantidad de materiales que intervienen y que hay que mover en el ciclo vital de un producto y que quedan como residuos en un vertedero. La mochila ecológica de los materiales mínimamente procesados como la grava o piedra no es grande, sin embargo, otros materiales procesados como metales, concreto y plásticos, tienen grandes flujos ocultos, por ejemplo, la producción de una tonelada de cemento requiere 5.5 toneladas de combustible, 1.8 toneladas de materias primas y alrededor de 0.5 toneladas de CO<sub>2</sub>. La mochila ecológica de un producto puede ser sustancialmente reducida con sustitución de materiales reciclados por materiales vírgenes en un producto.

En la siguiente tabla, se muestra la existencia de grandes desigualdades internacionales y que hay países sobre todo los



desarrollados que viven por encima de sus posibilidades y del balance negativo que existe en nuestro planeta

Tabla: Huella ecológica y biocapacidad.

		ECOLOGICAL FOOTPRINT (global hectares per capita)						
	Population (million)	Ecological Footprint of Consumption	Cropland Footprint	Grazing Footprint	Forest Footprint	Fishing Ground Footprint	Carbon Footprint	Built-up Land
World	6.671,6	2,7	0,59	0,21	0,29	0,11	1,44	0,06
High Income Countries	1.031,4	6,1	1,02	0,23	0,70	0,26	3,78	0,11
Middle Income Countries	4.323,3	2,0	0,54	0,15	0,20	0,11	0,88	0,07
Low Income Countries	1.303,3	1,2	0,46	0,11	0,24	0,06	0,25	0,07
Unclassified Countries	13,5							

	BIOCAPACITY (global hectares per capita)						
	Total Biocapacity	Cropland	Grazing Land	Forest	Fishing Ground	Built Land	Ecological (Deficit) or Reserve
World	1,8	0,59	0,23	0,74	0,16	0,06	(0,9)
High Income Countries	3,1	0,99	0,29	1,19	0,49	0,11	(3,0)
Middle Income Countries	1,7	0,53	0,22	0,76	0,13	0,07	(0,2)
Low Income Countries	1,1	0,44	0,21	0,29	0,07	0,07	(0,1)
Unclassified Countries							

Cuadro 3. 07

Fuente: <http://www.footprintnetwork.com>

Desde este punto de vista, la biocapacidad del planeta se ha estimado en 1.8 Ha por cada habitante del planeta, para satisfacer sus necesidades en un periodo de un año, sin embargo el consumo por habitante por año es de 2.7 Ha, poniendo en evidencia que estamos consumiendo más recursos y produciendo más desechos que lo que la Tierra puede generar y admitir.

## MADERAS



Imagen 3. 46

Fuente: <http://www.futper.com>

La madera es uno de los materiales más sostenibles, mientras se siga una buena política de gestión del propio bosque.

La energía necesaria para la fabricación de la madera es casi nula, el árbol utiliza la luz solar y el consumo de energía en el proceso

de transformación es muy inferior en comparación con otros materiales.

Si se tala, se seca y se usa de forma adecuada, tiene una duración ilimitada y un mantenimiento mínimo, se debe tomar en cuenta que los tratamientos de conservación ante los insectos, los hongos y la humedad pueden ser tóxicos, sin embargo en la actualidad, se comercializan tratamientos compuestos de resinas vegetales.

Al concluir su vida útil, la madera puede reciclarse para fabricar tableros aglomerados o para su valorización energética como biomasa.

Se aconseja el uso de maderas locales

Por otro lado, debemos tener garantías de la sostenibilidad de la gestión del espacio forestal de donde proviene. Para ello se creó un sello FSC (Forest Stewardship Council) que avale que la madera con la que se trabaje provenga de un bosque bien manejado.

Todos los productos forestales que llevan este logotipo han sido certificados, de manera independiente como provenientes de bosques que cumplan Principios y Criterios del Manejo forestal del FSC, y reconocidos internacionalmente.

## TABLEROS A BASE DE MADERA

La madera es uno de los materiales más versátiles dentro de la construcción y probablemente en único con el que se puede construir en totalidad una vivienda, desde estructuras, revestimientos, puertas, accesorios y mobiliario. Esta posibilidad se ve enriquecida por los innumerables tableros que en la actualidad se producen con tecnologías que han permitido mejorarlos y aprovechar adecuadamente la materia prima.<sup>22</sup>

Los tableros al estar hechos a base de madera, se fabrican en dimensiones mayores por lo que es posible cubrir con facilidad superficies grandes, además cuentan con propiedades mecánicas, durabilidad, aislamiento acústico y térmico y algunos ofrecen resistencia a agentes biológicos, fuego, humedad.

En la actualidad las fábricas de tableros cuentan con certificaciones que avalan la sostenibilidad de sus productos, como es el caso de Masisa, que tiene créditos LEED, por su contenido reciclado, por ser madera certificada con el sello FSC y por material regional. Además los tableros son recomendados para una construcción sustentable. Los más utilizados dentro de la construcción son los siguientes:

<sup>22</sup>

CARTILLA DE CONSTRUCCIÓN CON MADERA, Junta del Acuerdo de Cartagena.

## TABLEROS CONTRACHAPADOS



Imagen 3. 47

Fuente: <http://www.moldyport.com>

Son paneles que están hechos de láminas o chapas de madera, con el grano de una lámina formando un ángulo de  $90^\circ$  con el grano de la siguiente. Las caras exteriores se llaman caras y las capas centrales se denominan alma.

Las chapas siempre en número impar, pueden variar de número, espesor, calidad y dimensiones.

### Características:

- Alta resistencia mecánica
- Similitud de resistencia en sentido transversal y longitudinal

- Mayor estabilidad dimensional, puede cubrir áreas considerables.
- Versatilidad de usos, fácil trabajabilidad y manipuleo

Se distinguen los tableros de uso exterior, que se fabrican con colas fenólicas resistentes a la intemperie, mientras que los tableros para interiores, se fabrican con cola a base de urea cuya resistencia al agua es menor.

### Usos

Dependiendo de la calidad de la madera y las colas utilizadas en la fabricación del tablero, puede ser usado como material estructural en la construcción de pisos y muros portantes, con ellos se puede fabricar vigas compuestas y encoladas o clavadas en forma de vigas de cajón, vigas I o doble T.

Mientras que los tableros no estructurales se usa como recubrimiento de paredes y techos, asimismo para la fabricación de muebles, embalajes y puertas.

## MDF



Imagen 3. 48

Fuente: <http://www.wikispaces.com>

Es un tablero de fibras de madera de pino radiata unidas por adhesivos urea-formaldehído. Las fibras de madera son obtenidas mediante un proceso termo-mecánico y unidas con adhesivo que polimeriza mediante altas presiones y temperaturas.

### Características

- Excelente pintabilidad y moldurabilidad, que permite excelentes terminaciones, con un importante ahorro de pintura y un menor desgaste de herramientas.
- La amplia variedad de tableros gruesos, delgados, desnudos y recubiertos y su gran versatilidad es muy útil al momento del diseño.
- El tabique fabricado con MDF 9 mm forrado en ambas caras sobre una estructura de madera, retiene el fuego

entre 15 y 29 minutos. Este producto cumple con la norma, en relación a la emisión máxima de formaldehído.

### Usos

- Se emplea como recubrimiento de paredes, pisos y techos
- Además para la fabricación de muebles, embalajes y puertas.

## HR HIDRORESISTENTE



Imagen 3. 49

Fuente: <http://www.masisa.com>

Es un tablero de partículas de madera, unidas entre sí mediante un adhesivo de melamina Urea Formaldehído y pigmentado de color verde en su capa media, para diferenciarlo de otros tipos de aglomerados.

Es un Tablero de Partículas para ser utilizado en ambientes húmedos.

### Usos

- Muebles de cocina, de baño, uso especificado con posibilidad eventual al mojado directo.
- Muebles hospitalarios e institucionales.
- En la construcción se puede usar en pisos, cubiertas y revestimientos en tabiques en zonas húmedas.

### OSB



Imagen 3. 50

Fuente: <http://www.biomatiberica.com>

Es un panel estructural de astillas o virutas de madera, orientadas en forma de capas cruzadas para aumentar su fortaleza y rigidez,

unidas entre sí con resina fenólica aplicada bajo alta presión y temperatura.

Este material es excelente dentro de la construcción y cuenta con muchas propiedades entre las que se puede destacar: resistencia mecánica, rigidez, aislación y capacidad para absorber diferentes solicitaciones.

El tablero OSB tiene una amplia aplicación en el sector construcción de viviendas.

### Usos

- Base de cubierta de techo
- Revestimiento de tabiques estructurales
- Pisos
- Escalas
- Vigas doble T
- Forros de aleros w
- Pisos falsos (tarimas)
- Forros de cielos
- Otras aplicaciones: muebles, parlantes, paneles de división etc.



### El OSB y los otros paneles de madera

El OSB es una placa estructural y no compite directamente con el MDF, que no posee esa función. Su competidor directo es el panel aglomerado que presenta indicaciones para los mismos tipos de usos.

El producto posee óptima resistencia físico-mecánica, resistencia de arranque a tornillos y posibilidad de pintura equivalente a los otros paneles estructurales. Otra característica es la calidad interna, superior a la del aglomerado, ya que no tiene nudos ni huecos.

Comparando el OSB con otros materiales, el producto presenta resistencia superior al MDF (2,5 veces mayor) y al aglomerado cuando es sometido a ensayos de resistencia a la ruptura y a la elasticidad. Sin embargo, esos dos materiales no poseen función estructural.

### PÉTREOS



Imagen 3. 51

Fuente: <http://www.wikispaces.com>

La piedra es considerada como un material noble de la construcción. Como material de recubrimiento lo más utilizado es granito, arenisca, caliza, mármol y pizarra.

El impacto que provoca, se produce en la etapa de extracción, por la variación que provoca en el terreno, el cambio de paisaje y de ecosistemas.

Sin embargo, si su procedencia no incide en la sobre explotación, su extracción no requiere medios mecánicos sofisticados y se encuentra localmente disponible, desde el punto de vista medio ambiental, el mayor beneficio radica en su larga duración, una de las máximas de los materiales sostenibles.



### Características

- Buena inercia térmica, lo que evita oscilaciones de temperatura en la vivienda, además de una buena insonoridad.
- En una vivienda sirve de masa térmica para almacenar el calor.
- Mantiene sus cualidades con el tiempo.
- Requiere un mantenimiento mínimo

### HORMIGÓN



Imagen 3. 52

Fuente: <http://www.wikispaces.com>

El hormigón es uno de los materiales de construcción más extensamente empleado en la edificación, ofreciendo una gran versatilidad en su uso. Su capacidad para adoptar la forma del molde que lo contiene, su resistencia mecánica, su estabilidad ante el fuego o el aislamiento acústico que proporciona son algunas de sus características más apreciadas tradicionalmente, a las que se viene a sumar otra faceta no menos importante en los últimos años: su inercia térmica, que cada vez es más valorada en términos de eficiencia energética y, en definitiva, en términos de sostenibilidad.

La sostenibilidad de un edificio debe calcularse teniendo en cuenta su ciclo de vida completo (ACV), desde la extracción de las materias primas con las que se fabrican los materiales de construcción, hasta su demolición y reciclado de sus escombros, sin olvidar el periodo de utilidad del mismo.

### Ventajas

- La utilización de hormigón en estructuras, suelos, techos,
- fachadas y medianeras contribuye a la eficiencia energética de los edificios, y por tanto a la reducción de CO<sub>2</sub> gracias al aprovechamiento energético de las construcciones y a la reducción de las operaciones de mantenimiento.
- En edificación, el hormigón ofrece un aislamiento acústico suficiente para asegurar el confort

- El hormigón proporciona una vida útil muy elevada en edificación e infraestructuras, lo que lo convierte en un material muy sostenible al reducir los costes de conservación y mantenimiento.
- El hormigón al final de su vida útil es reciclable y puede formar parte de otras construcciones.
- El hormigón ante el fuego es capaz de soportar elevadas temperaturas y mantiene un grado de resistencia, que permite que las estructuras construidas con este material no se colapsen ante altas temperaturas. Además, no alimenta el fuego ni contribuye a que el incendio se extienda y no produce humo ni gases tóxicos, reduciendo el riesgo de las personas y de polución ambiental.

### HORMIGÓN PULIDO



Imagen 3. 53

Fuente: <http://www.wikispaces.com>

Las propiedades y ventajas de esta técnica, principalmente son su durabilidad, gran resistencia y bajo costo de mantenimiento.

El proceso de pavimentación se desarrolla mediante el vertido, extendido y regleado-vibrado del hormigón, previo haber marcado los niveles.

### Modo de aplicación

Previamente se coloca una capa de malla electro soldada solapada entre sí para reforzar la resistencia que pueda tener el hormigón por sí sólo, o según el tipo de superficie sobre el que estemos trabajando se utilizan también fibras de poliuretano que quedan repartidas de una manera más uniforme que la malla.

Luego se trata superficialmente a base de fratasado mecánico, una vez hecho esto y según el hormigón va tomando dureza se le van dando pases de máquina hasta conseguir el acabado deseado.

Para evitar que el hormigón se fisure se realizan una serie de cortes a modo de juntas de dilatación que suelen ser de unos 4x4 metros en exterior y 5x5 en interiores.

## HORMIGÓN CELULAR



Imagen 3. 54

Fuente: <http://www.biodisol.com>

Es un material amigable con el medio ambiente, consiste en un material de construcción muy liviano, destinado a la obra gruesa. Debido a su condición aislante, este material supera los requerimientos de la normativa térmica, además de ser ecológico ya que utiliza materias primas naturales en un proceso productivo de muy baja contaminación y ahorra energía de forma pasiva en las construcciones.

Es un producto inerte y no contaminante con un proceso industrial que no genera ningún tipo de residuo. Se puede decir que es un hormigón sustentable y ecológico por su gran estabilidad en el tiempo y las externalidades positivas en el uso eficiente de la energía en las construcciones con este material.

### Ventajas

- Excelentes cualidades de aislamiento térmico.
- Buena resistencia y solidez, además es un material liviano que reduce la carga sobre estructuras y fundaciones, lo que se traduce en un buen comportamiento estructural ante la acción sísmica y hace que sea fácil de manipular y ensamblar.
- Su liviandad hace reducir los costos de construcción y aumenta la productividad.
- No contiene materias combustibles y es altamente resistente al fuego.

### Usos

Como muros estructurales de albañilería armada, reforzada, tabiquería interior, molduras, cornisas exteriores, paneles de losas, paneles industriales, entre otros.

## ADOBE



Imagen 3. 55

Fuente: <http://www.ecoportal.net>

Es un ladrillo hecho de barro, con paja o heno, estos materiales se mezclan con agua para adquirir una forma más fluida, lo que permite colocar el material en encofrados de madera y secarlo al aire. Cuando parte del agua se evapora, el ladrillo es capaz de sostenerse por sí mismo, se remueve del encofrado y se completa el secado al sol. La cura completa toma unos 30 días. Es entonces cuando el ladrillo es tan fuerte como el cemento.

Debido a su baja resistencia a la compresión. Las cargas que actúan sobre estos muros, se deben repartir de manera uniforme en todo el muro, para poder evitar asentamientos diferenciales.

Se debe proteger y reforzar adecuadamente, colocando una armadura metálica o de madera en la parte superior del muro y de la misma forma en la parte inferior para poder transmitir las cargas uniformemente a los cimientos y luego al suelo. En regiones sísmica, para que un muro resista se debe poner cada 5 metros un tronco de bambú.<sup>23</sup>

### Ventajas

- Es un material con un bajo consumo energético y de bajo costo.

<sup>23</sup> PIZZO, Antonio. “Las técnicas constructivas de la arquitectura pública de Augusta Emerita”. España. 2010

- Alta capacidad térmica
- Aislante térmico y acústico.
- Regulador de la humedad del aire.
- De gran riqueza estética por sus dimensiones, textura y plasticidad.
- Biodegradable y reciclable.

### BAHAREQUE



Imagen 3. 56

Fuente: <http://www.flickr.com>

Esta técnica consiste en elementos de madera y caña: verticales y horizontales que forman una malla doble, la cual crea un espacio interior, que es rellenado con barro, la tierra solamente hace el



papel de relleno y no soporta ningún peso adicional. La pared se reviste generalmente con una mezcla de barro, estiércol de caballo y paja.

Los muros tienen un espesor de 10 a 20 cm y gracias a la flexibilidad de su estructura de madera los hace más resistente a sismos.

### Ventajas

Rapidez de construcción al poder realizar primero todo el armazón y el techo de la casa. Al estar terminado el techo, se puede continuar con la colocación del barro sin problemas de humedad.

### TAPIAL



Imagen 3. 57

Fuente: <http://www.flickr.com>

Esta técnica consiste en rellenar un encofrado con capas de tierra de 10 a 15 cm compactándolas con un pisón. El espesor del muro es de 50 cm aproximadamente, debido a que si se reduce esta medida, los muros se hacen frágiles.

Para continuar con la construcción de otros elementos como pisos y cubierta se debe esperar que los muros estén totalmente secos.

### Ventajas

- El muro es homogéneo
- Durante el secado no se produce ninguna contracción.
- Al ser una construcción monolítica, posee mayor estabilidad y resistencia al sismo comparado con el adobe.

### MATERIALES CERÁMICOS

Los materiales cerámicos son materiales muy estables, poseen resistencia a las altas temperaturas, por lo que son buenos aislantes del fuego, además de gran resistencia a la corrosión, a los efectos de la erosión, como también a casi todos los agentes químicos y poder de aislamiento térmico y eléctrico.

Son materiales altamente reciclables. Los residuos generados en las diferentes fases de producción de éste material pueden reincorporarse al circuito de preparación de la materia prima. En general, los residuos de obra de fábrica van al vertedero, aunque podrían ser machacados y empleados en rellenos en firmes de carretera o en la fabricación de hormigones.

Entre los cerámicos se destacan:

La teja vieja, muy demandada para su reutilización

La baldosa antigua o artística, recuperada tras un proceso muy complicado y costoso

## VIDRIO

El vidrio es un compuesto de silicatos que se funden a 1.200 grados centígrados, principalmente silicatos procedentes del cuarzo o arena, añadidos con caliza sosa las que determinan propiedades como el color.

Es un material altamente sostenible, ya que permite su elaboración y reelaboración de forma reiterada, lo que lo convierte en un material que puede ser reciclado al 100%

La industria del vidrio se ha ido especializando en potenciar sus capacidades aislantes, reflectivas y aquellas relacionadas al grado de opacidad y transparencia.

Posee una resistencia térmica baja en comparación con los cerramientos opacos, ya que hay que multiplicar las capas con cámaras de aire, o se tiene que diseñar fachadas dobles, o dobles carpinterías que no solo mejoran su comportamiento térmico sino también el acústico. Con el doble vidriado es importante que al menos una de sus caras sea de baja emisividad y que las láminas de vidrio sean de diferente espesor para maximizar su comportamiento termo-acústico.

Los vidrios de baja emisividad contribuyen a evitar el intercambio energético. Se trata de vidrios en cuya superficie se aplica una capa de metal de millonésimas de milímetro que les confiere propiedades de baja emisión, es decir, propiedades que hacen que la pérdida de energía se reduzca hasta cinco veces más que en el caso de una luna simple. Para potenciar los beneficios de los mismos, los vidrios de baja emisión deben colocarse como componentes de un doble acristalamiento

## TUBERÍAS

Es recomendable el uso de plásticos no clorados como el polipropileno y el polietileno. Son mecánicamente más



resistentes que el PVC, duran más, se pueden reciclar, su producción es menos contaminante que otras opciones como el cobre o el acero, además su ensamble es fácil y no requiere el uso de adhesivos tóxicos.

Los plásticos no clorados son especialmente indicados para las tuberías de agua potable, ya que no se pueden corroer, se averían menos, son más silenciosos y aíslan mejor la temperatura.

Para tuberías de evacuación y alcantarillado a más de polipropileno y el polietileno, se puede utilizar la cerámica vitrificada, arcilla o fundición.

Se debe evitar el uso de PVC (policloruro de vinilo), en las cañerías y tuberías, puesto que los plásticos derivados de la industria del cloro son perjudiciales para la salud humana y contamina el medio ambiente, y en caso de incendio liberan ácido clorhídrico y otros gases tóxicos. Lamentablemente, este producto, muy extendido en la construcción de viviendas, contamina en todo su ciclo de vida, durante la producción, mientras es utilizado y por último como residuo.

## PINTURAS

La mayoría de las pinturas y barnices convencionales se procesan, con productos químicos sintéticos que provienen por lo general,

de metales pesados, compuestos volátiles, orgánicos, insecticidas y fungicidas. Muchos de estos materiales utilizados en su producción son altamente tóxicos e inflamables, y tienen efectos nocivos para el medio ambiente y la salud.

Paralelo a ello, y debido a tratarse de un material comúnmente empleado, se han desarrollado multitud de productos que sustituyen los originales hidrocarburos por componentes naturales, las llamadas pinturas ecológicas y naturales.

Se recomienda el uso de pinturas ecológicas porque no contienen disolventes tóxicos, ya que son elaboradas a base de aceites vegetales y resinas vegetales, cera de abejas, corteza y hojas de árboles, caseína, plantas tintoreras y materias primas procedentes de procesos de reciclaje, como pigmentos de óxidos de hierro.

### Beneficios de las pinturas ecológicas

Este tipo de pinturas son biodegradables, y cumplen con normas de seguridad respetando el medio ambiente desde su producción, envasado y embalaje. Estas mismas pinturas son transpirables, haciendo que las paredes tratadas con las mismas no se carguen de electricidad estática.

Debido a su composición mineral no desprenden gases tóxicos en caso de incendio y previenen en los individuos problemas respiratorios y alergias, por lo que son altamente recomendadas para cualquier ambiente de la vivienda.

A diferencia de las pinturas convencionales, las naturales o ecológicas cumplen sobradamente las normativas que limitan el uso de compuestos orgánicos volátiles (COV), una serie de vapores o gases que pueden tener efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud.

El funcionamiento de estas pinturas es sencillo. Crean una capa porosa por la que transpiran las paredes. Gracias a esta característica, el vapor de agua y la humedad son evacuados al exterior sin impedimentos y no se forman condensaciones entre la capa de pintura y la superficie del soporte.

Al mantener los tabiques secos y transpirables, se evita la formación de hongos y bacterias, lo que garantiza paredes más higiénicas y una duración mayor de la pintura en buen estado.

## AISLANTES TÉRMICOS

### CÁÑAMO



Imagen 3. 58

Fuente: <http://www.grupounamacor.com>

El cáñamo, es un excelente aislante térmico y acústico, además de regulador de la humedad. Su materia prima puede ser el cannabis.

En la fabricación del aislamiento de cáñamo, los tallos se mezclan con una combinación de productos para producir un material aislante ligero. La mezcla varía con el tipo de aplicación y las condiciones climáticas.

Se presenta de dos formas: como un disgregado aislante de celulosa de cáñamo protegida con sales minerales o en forma de manta aislante.

### Propiedades:

- Consumo mínimo de energía para su fabricación ya que se trata de un elemento de origen natural vegetal.
- La materia prima es de una producción continuada sin riesgo de agotamiento. Además no requiere para su cultivo, pesticidas y sirve para enriquecer los suelos en los que crece.
- Excelente aislamiento térmico y acústico.
- Vida útil de aprox. 50 años y 100% reciclable.
- Es un producto transpirable, evitando la formación de condensaciones
- en el interior del cerramiento.
- No es comestible para insectos y roedores.
- Se adapta perfectamente a las irregularidades del armazón para garantizar un aislamiento de calidad.
- No es irritante.

### Usos

Se utiliza como capa base en pavimentos flotantes, como aislamiento térmico y acústico en techos con estructura de madera, particiones vacías y para revestimiento de paredes mediante métodos adecuados.

### FIBRA DE MADERA



Imagen 3. 59

Fuente: <http://www.edificandoarquitectura.com>

Se fabrica mediante un proceso húmedo, a partir de fibras de madera procedentes un 90% de restos generados por la tala en los bosques limpios y un 10% de restos de la industria de la madera.

Su transformación en material aislante se produce a través del triturado de las piezas de madera y su posterior desfibrado. Luego se le añade agua a las fibras y se calienta la mezcla hasta conseguir una pasta espesa y homogénea que se vierte en una cinta perforada donde se le quita el agua sobrante.

Tras el prensado se procede al secado de los paneles y su corte.

La mineralización de las fibras anula los procesos de deterioro biológico, vuelve las fibras prácticamente inertes y aumenta su resistencia al fuego, sin por ello alterar las propiedades mecánicas de la madera.

### Propiedades:

- Excelente aislante térmico y acústico.
- Por sus propiedades de fibra porosa, ayuda a la evaporación de vapor por lo tanto puede formar parte de la envolvente transpirable del edificio. Es un material no irritante ni tóxico, puede ser 100% reciclable. Excelente ciclo de vida.
- Posee la inercia térmica más alta de todos los materiales aislantes

### Usos

- Aislamiento de elementos estructurales para evitar puentes térmicos.
- Aislamiento en cubiertas, entre locales adyacentes, entre plantas y en sótanos.

### ASLAMIENTO DE CELULOSA



Imagen 3. 60

Fuente: <http://www.edificandoarquitectura.com>

Es un material hecho a partir de papel de periódico triturado, al que se le ha añadido hidróxido de aluminio, obteniendo un material con unas características aislantes termo-acústicas sorprendentes, totalmente ecológico partiendo de un producto reciclado.

### Características

- Excelente aislante térmico y acústico.
- Posee propiedades higroscópicas, resistencia al fuego y a la descomposición.

- Gran resistencia mecánica e insolubilidad en la mayoría de los disolventes ordinarios.
- Es reciclable o reutilizado así como sucede con su componente base.
- Alta inercia térmica

### Usos

- Su mayor aplicación y su mayor éxito se consigue cuando se emplea como sistema de aislamiento en combinación con elementos de cartón yeso
- Se introduce simplemente realizando una perforación o proyectándolo, no es necesario por tanto un andamiaje o una gran obra de renovación de fachada, para reforzar el aislamiento de ésta.
- Otra ventaja es que se distribuye homogéneamente en todos los huecos, evitando juntas y zonas que se quedan sin aislar, evitando así las humedades intersticiales y los puentes térmicos.
- Es un excelente aislamiento acústico dada su extrema porosidad.

### AISLAMIENTO DE CORCHO



Imagen 3. 61

Fuente: <http://www.barnacork.com>

Es un recurso natural renovable que se obtiene de la corteza de los alcornoques. Los aglomerados de corcho para aislamiento están constituidos por granulado de corcho, aglutinado entre sí por la propia resina natural del corcho, mediante proceso de cocción que determina una alteración sensible al tejido suberoso.

### Características

- Gran ligereza debido a su baja densidad lo que hace que pueda ser utilizado tanto para recubrir elementos verticales como horizontales.
- Impermeabilidad: alta resistencia frente al paso del agua.

- Elemento de gran durabilidad debido a su resistencia al desgaste, a insectos y a agentes químicos.
- Material 100% reciclable.
- Baja conductividad térmica que lo convierte en un material cálido.
- En el caso de convertirse en un residuo es totalmente biodegradable.

### Usos

- Las planchas de corcho son otra forma de aislar térmica y acústicamente nuestra vivienda con un producto realizado con una materia prima, totalmente natural.
- El corcho se vende en forma sólida, cortado en láminas, planchas de tipo tabla, en bloques y en forma granular, graduado por tamaños e incluso molido a la finura de la harina.



## PROPIEDADES TÉRMICAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y AISLANTES

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/(kg·K))	Conductividad térmica (W/(m·K))	Difusividad térmica (m <sup>2</sup> /s) (x10 <sup>-6</sup> )
Acero	7850	460	47-58	13,01-16,06
Agua	1000	4186	0,58	0,139
Aire	1,2	1000	0,026	21,67
Alpaca	8,72	398	29,1	8384,8
Aluminio	2700	909	209-232	85,16-94,53
Amianto	383-400	816	0,078-0,113	0,250-0,346
Arcilla refractaria	2000	879	0,46	0,261
Arena húmeda	1640	-	1,13	-
Arena seca	1400	795	0,33-0,58	0,296-0,521
Asfalto	2120	1700	0,74-0,76	0,205-0,211
Baldosas cerámicas	1750	-	0,81	-
Baquelita	1270	900	0,233	0,201
Bitumen asfáltico	1000	-	0,198	-
Bloques cerámicos	730	-	0,37	-
Bronce	8000	360	116-186	40,28-64,58
Carbón (antracita)	1370	1260	0,238	0,139
Cartón	-	-	0,14-0,35	-
Cemento (duro)	-	-	1,047	-
Cinc	7140	389	106-140	38,16-50,41
Cobre	8900	389	372-385	107,45-111,20
Corcho (expandido)	120	-	0,036	-
Corcho (tableros)	120	1880	0,042	0,186
Espuma de poliuretano	40	1674	0,029	0,433
Espuma de vidrio	100	-	0,047	-

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/(kg·K))	Conductividad térmica (W/(m·K))	Difusividad térmica (m <sup>2</sup> /s) (x10 <sup>-6</sup> )
Estaño	7400	251	64	34,46
Fibra de vidrio	220	795	0,035	0,200
Fundición	7500	-	55,8	-
Glicerina	1270	2430	0,29	0,094
Goma dura	1150	2009	0,163	0,070
Goma esponjosa	224	-	0,055	-
Granito	2750	837	3	1,303
Hierro	7870	473	72	19,34
Hormigón	2200	837	1,4	0,761
Hormigón de cascote	1600-1800	-	0,75-0,93	-
Láminas de fibra de madera	200	-	0,047	-
Ladrillo al cromo	3000	840	2,32	0,921
Ladrillo común	1800	840	0,8	0,529
Ladrillo de circonio	3600	-	2,44	-
Ladrillo de magnesita	2000	1130	2,68	1,186
Ladrillo de mampostería	1700	837	0,658	0,462
Ladrillo de sílice	1900	-	1,070	-
Lana de vidrio	100-200	670	0,036-0,040	0,537-0,299
Latón	8550	394	81-116	24,04-34,43
Linóleo	535	-	0,081	-
Madera	840	1381	0,13	0,112
Madera de abedul	650	1884	0,142	0,116
Madera de alerce	650	1298	0,116	0,137
Madera de arce	750	1591	0,349	0,292

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/(kg·K))	Conductividad térmica (W/(m·K))	Difusividad térmica (m <sup>2</sup> /s) (x10 <sup>-6</sup> )
Madera de chopo	650	1340	0,152	0,175
Madera de fresno	750	1591	0,349	0,292
Madera de haya	800	1340	0,143	0,133
Madera de pino	650	1298	0,163	0,193
Madera de roble	850	2386	0,209	0,103
Mármol	2400	879	2,09	0,991
Mica	2900	-	0,523	-
Mortero de cal y cemento	1900	-	0,7	-
Mortero de cemento	2100	-	1,4	-
Mortero de vermiculita	300-650	-	0,14-0,26	-
Mortero de yeso	1000	-	0,76	-
Mortero para revoques	1800-2000	-	1,16	-
Níquel	8800	460	52,3	12,92
Pizarra	2650	758	0,42	0,209
Placas de yeso	600-1200	-	0,29-0,58	-
Plexiglás	1180	-	0,195	-
Poliestireno	1050	1200	0,157	0,125
Porcelana	2350	921	0,81	0,374
Serrín	215	-	0,071	-
Tejas cerámicas	1650	-	0,76	-
Vermiculita expandida	100	837	0,07	0,836
Vermiculita suelta	150	837	0,08	0,637
Vidrio	2700	833	0,81	0,360
Yeso	1800	837	0,81	0,538

Cuadro 3. 08

Fuente: <http://www.miliarium.com>

## Capítulo 4

# SISTEMAS DE VALORACIÓN AMBIENTALES

*La edificación sostenible tiene que ser una única cosa, no un elemento complementario.*

*No se puede concebir un proyecto y luego decir: vamos a hacer algo para  
que sea respetuoso con el medioambiente*

**Toyo Ito**

## SISTEMAS DE VALORACIÓN AMBIENTALES

Dentro de la arquitectura, los sistemas de valoración y certificación ambientales han tomado un papel fundamental, adoptando las mejores prácticas de construcción sustentable, las mismas que permiten minimizar el impacto ambiental en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones.

Con la necesidad de calificar a las edificaciones en términos sostenibles, surgen estos sistemas en diferentes partes del mundo. Los sistemas de valoración y certificación puntúan al edificio en términos de eficiencia energética, uso de agua, localización, materiales utilizados y la calidad del aire interior.

### ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIONES AMBIENTALES?

Son herramientas que permiten cuantificar la sostenibilidad de la construcción, operación y gestión de un desarrollo edificatorio o urbano, evaluando sus aspectos ambientales, económicos y sociales. Se basan en una metodología de evaluación de la sostenibilidad en la edificación, y un proceso de certificación o

validación por un tercero independiente de los resultados de la evaluación.<sup>24</sup>

Esto garantiza que la edificación sea amigable con su entorno natural y social, convirtiéndose en un modelo de calidad en cuanto al desempeño del edificio. Cabe recalcar que las certificaciones a las que se someten una empresa o grupo, son de carácter voluntario, con la finalidad de evaluar la calidad de las actividades que se realizan, sin embargo, en algunos países estas prácticas son obligatorias.

### ¿POR QUÉ APLICAR PARA UNA CERTIFICACIÓN AMBIENTAL?

Contar con una Certificación Ambiental, brinda grandes ventajas como:

- Reducción de impactos ambientales
- Disminución de gastos
- Mejora la competitividad en el mercado inmobiliario
- Innovación en productos
- Mejora de la salud y el bienestar

<sup>24</sup> “Codigoarquitectura.com”. (2012, 22 de octubre). *Certificaciones ambientales*. Tomado de <http://codigoarquitectura.com/actividades/codigo-ecoeficiencia/certificaciones-ambientales/>

## TIPOS DE SISTEMAS DE VALORACIÓN Y CERTIFICACIÓN AMBIENTALES

### SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED



Imagen 4. 01  
Fuente:  
<http://www.datacenterconsultores.com>

LEED, (Leadership in Energy and Environmental Design, o en español Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) es un sistema de certificación independiente desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde (U.S. Green Building Council, USGBC), a finales de los 90 en EE.UU.

El U.S.G.B.C es una organización sin fines de lucro que impulsa la ejecución de prácticas de excelencia en el diseño y construcción, basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia.

LEED, abarca un conjunto de parámetros cuantificables a cerca de las estrategias enfocadas a la sustentabilidad en todo tipo de edificaciones y se basa en aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, entre otros.

El objetivo es mejorar el uso de estrategias, que permitan un mínimo de impacto ambiental a nivel global en el sector de la construcción.

La certificación, ofrece una validación por parte de terceros sobre las características sustentables de un proyecto.

## Categorías LEED



Imagen 4. 02  
Fuente: <http://www.datacenterconsultores.com>

LEED, cuenta con un sistema de puntos en el cual los proyectos de construcción deben calificar para satisfacer créditos específicos de construcción sustentable.

La certificación LEED proporciona un sistema de evaluación con una base de 100 puntos, que se dividen en cinco categorías, además seis posibles puntos por innovación de diseño y cuatro puntos en prioridad regional.

Estas categorías son:

- **Desarrollo sostenible del sitio** (24 puntos).



La selección del sitio y el proceso que se realizará durante la construcción son determinantes importantes para la sostenibilidad de un proyecto.

Dentro de este tema, se desanima el desarrollo en zonas con condiciones naturales; se pretende minorar el impacto de los edificios en los ecosistemas y cuencas; incentiva los proyectos de paisaje con especies nativas y adaptadas a la región; premia las opciones de transporte público, el control de aguas pluviales así como los esfuerzos por reducir la erosión del suelo, la contaminación lumínica y el efecto de isla de calor.

- **Eficiencia energética** (33 puntos).



Incentiva el uso de una gran variedad de estrategias energéticas que van desde, medición y verificación, monitoreo y control así como elementos de diseño y construcción que minimicen el consumo energético.

Promueve la utilización de iluminación natural, fuentes de energía renovable y limpia ya sea generada en el sitio o fuera del sitio. Asimismo acepta el manejo apropiado de refrigerantes y otras sustancias con potencial de efecto invernadero o daño a la capa de ozono.



- **Ahorro en agua** (11 puntos).



Esta categoría tiene como premisa incentivar el uso del agua de manera racional. Para conseguir la reducción del consumo de agua, generalmente se logra mediante muebles y grifos eficientes y sistemas de tratamiento y reuso de aguas residuales, así como áreas verdes con bajas necesidades de riego y la captación de agua de lluvia.

- **Calidad ambiental interior** (19 puntos).



En este punto la intención es crear espacios confortables y saludables que permitan a sus usuarios un mejor nivel de vida. Debido a que gran parte del tiempo se pasa dentro de los edificios, se debe garantizar a través de adecuadas estrategias, una buena calidad de aire interior así como el acceso de luz natural, vistas al exterior y un buen confort térmico y acústico.

- **Selección de materiales** (13 puntos).



Teniendo en cuenta que el proceso de la construcción es responsable de una gran cantidad de residuos, además de demandan una gran cantidad de materiales y recursos naturales, por lo tanto esta categoría incentiva la selección de materiales, extraídos, producidos y transportados de

forma sustentable, si también la reducción de residuos, la reutilización y el reciclaje de los mismos.

**Créditos adicionales en:**

- **Innovación de diseño** (6 puntos).



Dentro de esta categoría se dan créditos adicionales a los proyectos que hacen uso de estrategias y tecnologías innovadoras, mediante las cuales el desempeño de la edificación tiene un mejor desempeño.

- **Prioridad regional** (4 puntos)



A través de este capítulo LEED contempla a los proyectos que atienden de manera especial la problemática ambiental de la zona en donde se emplazan.

Estas categorías cuentan con una serie de prerequisites y créditos que deben ser cumplidos. Los prerequisites son de carácter obligatorio, si no se los cumple el proyecto no puede ser certificado, en cuanto a los créditos dependiendo de la cantidad que han sido aprobados se asigna una calificación total, hay que tener en cuenta que cada crédito es igual a un punto.

Dentro de cada tipo de certificación se pueden conseguir diferentes categorías, en función de los créditos obtenidos.

Las categorías LEED son las siguientes:

- LEED Platino: para edificios que obtienen 80 puntos o más
- LEED Oro: para edificios que obtienen entre 60 – 79 puntos
- LEED Plata: para edificios que consiguen entre 50 – 59 puntos
- LEED Certificado: para edificios que obtienen entre 40 - 49 puntos



Imagen 4. 03

Fuente: <http://www.catalogoverde.cl>

### Tipos de certificación dependiendo del tipo de edificio

Existen diferentes tipos de certificación, los mismos que se enfocan dependiendo del proyecto al que están encaminados, estos estándares.

Se dividen en:

1. **LEED BD + C** Nuevas Construcciones: edificios de nueva construcción y grandes remodelaciones.
  - Edificios de oficinas
  - Rascacielos de edificios residenciales
  - Edificios gubernamentales
  - Edificios institucionales (museos, iglesias)
  - Instalaciones de esparcimiento
  - Plantas de fabricación
  - Laboratorios
2. **LEED O + M** Edificios Existentes: donde se evalúa la operación y mantenimiento del edificio. Este sistema tiene por objetivo maximizar la eficiencia operativa y reducir al mínimo los impactos ambientales de un edificio
3. **LEED ID + C:** mejora de interiores comerciales y de espacios con inquilinos.
  - Interiores Comerciales
  - Venta al por menor
  - Hospitalidad

4. **LEED HOMES:** diseño y construcción de viviendas

- Hogares y Viviendas
- Multifamiliares baja altura
- Multifamiliar mediana altura

5. **LEED ND:** aplicación en desarrollos urbanísticos.

Se aplica a los nuevos proyectos de desarrollo de tierras y proyectos de reurbanización que contienen los usos residenciales, usos no residenciales, o una mezcla. Los proyectos pueden ser en cualquier etapa del proceso de desarrollo, desde la planificación conceptual para la construcción.

**Como aplicar con un proyecto para obtener una certificación LEED**

Para empezar con el proceso de aplicación se debe tener muy claro el tipo de edificación que se está postulando, se aplica a edificios que están recién contruidos o pasando por una remodelación importante. Se debe cumplir con los siguientes pasos:

1. **Registrar el proyecto para iniciar el proceso de Certificación LEED:** para el registro se debe llenar un formulario y realizar un pago, con lo que el proyecto será

accesible en LEED en línea, mediante este sistema se podrá acceder a herramientas y los recursos necesarios para obtener la certificación. En esta etapa se arma el equipo de proyecto y se empieza con el proceso de documentación.

2. **Preparar la aplicación:** en esta segunda fase se identifica los créditos LEED específicos a seguir, recopilar información y preparar la documentación para incluir una solicitud de certificación. Toda la información se carga directamente en LEED Online.

3. **Enviar la solicitud:** los proyectos de tipo BD + C y C + ID, cuenta con la opción de poder dividir la revisión, presentando su solicitud en dos partes: una para créditos de diseño y otra para créditos de construcción.

- Revisión de Diseño Preliminar: la aplicación puede incluir cualquiera o todos los créditos de diseño que el equipo desea llevar a cabo.
- Revisión de diseño final (opcional): los revisores evaluarán las aclaraciones presentadas por los créditos revisados en la revisión de diseño preliminar.

- Examen preliminar de construcción: la solicitud debe incluir todos los créditos de la fase de construcción, y puede incluir créditos fase de diseño que no se presenten en una fase anterior.
- Revisión de construcción final (opcional): los revisores evaluarán las aclaraciones presentadas por los créditos revisados en el preliminar de la construcción de la opinión.

**4. Obtención de la certificación:** el tipo de Certificación LEED acreditada, depende del número de créditos obtenidos.

Además de la certificación de edificios, el USGBC dispone de programas de formación y titulación de profesionales, mediante las titulaciones LEED Accredited Professional (LEEDAP), y LEED Green Associate (LEED GA), los mismos que se encargan de las evaluaciones para que los edificios puedan acreditar

### Beneficios de la Certificación LEED

Entre los beneficios que este tipo de certificación aporta a la sociedad y al medio ambiente son innumerables, se puede citar:

- El ahorro de energía en comparación a los edificios tradicionales varía entre un 30% y un 50%.
- Mejora los espacios ocupados por personas, aumentado la productividad de los ocupantes.
- Correcta cantidad y calidad de iluminación natural.
- Niveles acústicos y térmicos adecuados.
- Ventilación natural óptima.
- Mejora la calidad de vida y salud de los usuarios.
- Reduce los efectos negativos de la construcción.
- Reduce las emisiones de gas invernadero causantes del cambio climático.
- Reduce y mejora el uso del agua.
- Reduce los desperdicios y residuos enviados a vertederos.
- Protege los entornos naturales, ecosistemas y la biodiversidad.
- Además un edificio con certificación ambiental, proyecta una construcción de calidad y muy superior al promedio, demostrando la responsabilidad y compromiso con el medio ambiente y la sociedad.

## SISTEMA DE CERTIFICACIÓN GREEN GLOBE



Imagen 4. 04

Fuente: <http://www.greenglobe.com>

Es un programa de certificación de alcance mundial, que tiene como principio operar con los estándares ambientales más altos. Green Globe, propone un sistema de certificación sustentable desarrollado especialmente para la industria de los viajes y turismo.

Se basa en los principios de la Agenda 21 para el Desarrollo Sustentable que fue firmada en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en el año de 1992, como iniciativa de las Naciones Unidas. El esquema de Green Globe aporta un sistema de certificación que se enfoca en los principales problemas ambientales que nuestro planeta afronta, como el efecto invernadero, el abuso de recursos acuíferos, la destrucción de la biodiversidad, la producción de basura, así como también en temas sociales.

Para lograr la certificación, se requiere superar áreas ambientales, como el uso del agua, el manejo de desperdicios y la utilización eficiente de la energía.

### Criterios de Green Globe

Los principios en los que se basa la Certificación de Green Globo son:

- Gestión Sostenible
- Social / Económica
- Herencia Cultural
- Ambiental



Imagen 4. 05

Fuente: <http://www.greenglobe.com>

Dentro de la Gestión Sostenible, abarca los parámetros en los que se basan sus objetivos de sustentabilidad dentro del marco de la construcción y diseño eficiente en edificios nuevos y existentes.

Para lograr un edificio sustentable, se debe tomar en cuenta técnicas sostenibles apropiada para minimizar al máximo los impactos negativos en los recursos naturales que se ven expuestos a la explotación turística, el principio es el respeto de su entorno natural y social, lo que incluye hacer uso de:

- Herramientas y materiales locales.
- Tecnologías locales para la construcción.
- Mano de obra local, por su conocimiento y experiencia en el manejo de técnicas locales.

Reforzar las posibilidades estéticas, culturales, históricas y naturales de un destino, así como garantizar que las estructuras construidas y operaciones no repercutan negativamente en las tierras colindantes y las personas también es un factor importante en el diseño sostenible.<sup>25</sup>

El sello que otorga el Green Globe, es un reconocimiento a las empresas que han mejorado su desempeño ambiental, logrando tener negocios sostenibles con prácticas responsables. Green Globe certifica negocios en la industria como:

- Hoteles y resorts
- Restaurantes
- Atracciones turísticas
- Eventos

<sup>25</sup> "Greenglobe.com". (2006, 21 de septiembre). *Criterios e indicadores estándar*. Tomado de <http://greenglobe.com/standard>

- Empresas de transporte
- Operadores turísticos
- Spas
- Campos de golf
- Centros de convenciones

### SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN STM



Imagen 4. 06

Fuente: <http://stm3.mx>

STM, un método desarrollado en México de alcance global, avalado por un grupo de consultores certificados en Gestión Empresarial. STM, es un aliado de Microsoft Dynamics, especializado en sistemas ERP para empresas orientadas a proyectos, como constructoras, inmobiliarios, escuelas y empresas de servicios.



Dentro del ámbito de la arquitectura, ofrece grandes beneficios en todo el proceso de diseño y construcción, tanto en obras privadas como obras públicas, brindando soluciones en:

- Control de la rentabilidad en cada obra, permitiendo conocer en cualquier momento el presupuesto y los gastos en diferentes rubros, desde la mano de obra, materiales, equipos, es decir el resultado económico de cada obra.
- Control del cumplimiento del presupuesto y avance en todas las etapas de la obra, como por ejemplo: preliminares, cimentación, estructura, albañilería, acabados, carpintería, instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias.
- Integración total de la información para evitar errores y procesos aislados, brindando un software eficiente, que integra todos los procesos para alcanzar un alto desempeño en la ejecución de las obras.

### ¿Qué es ERP?

ERP (Enterprise Resource Planning, en español Planificación de Recursos Empresariales), es un conjunto de actividades ejecutadas por un software, que tiene por objetivo llevar a la

empresa que lo usa a un nivel de calidad en todas las fases del proyecto.

- Los motivos del uso de ERP en las empresas constructoras son:
- Ser competitivas
- Mejorar la productividad
- Mejorar la calidad de los productos y servicios prestados a los clientes
- Reducir costos
- Mejorar la planificación y utilización de recursos

Además, esta herramienta ofrece en tiempo real, todos los detalles del avance del proyecto.

Al contar con este sistema dentro del campo de la arquitectura se obtiene resultados satisfactorios en cuanto a la rentabilidad del proyecto, dando como resultado construcciones eficientes.

### SISTEMA DE VALORACIÓN H.Q.E.



Imagen 4. 07

Fuente: <http://ecobase21.net>

El Sistema Haute Qualité Environnementale o HQE (alta calidad medioambiental), es un modelo de valoración para los edificios verdes en Francia, como respuesta al problema ambiental que desencadena la industria de la construcción.

Este sistema prepara y asesora a profesionales de la construcción, para el diseño de edificios sustentables y energéticamente eficientes, mediante la innovación en tecnología para la implementación de nuevos materiales y técnicas sostenibles.

El proceso de certificación cuenta con tres fases:

**Fase Programa:** verifica los objetivos medio ambientales, el presupuesto del proyecto entre otros factores

**Fase Diseño del Edificio:** verifica la calidad medio ambiental del proyecto.

**Fase Obra:** verifica la ejecución del proyecto.

Los principios en los que se basa la certificación HQE, abarca 14 temas que se dividen en 4 enunciados:

#### Eco-construcción

- Relación del edificio con su entorno inmediato.

- Elección integrada de productos, sistemas y procesos constructivos
- Obras de bajo impacto ambiental
- Gestión de la energía

#### Eco-gestión

- Gestión del agua
- Gestión de residuos de uso
- Mantenimiento y permanencia del desempeño ambiental

#### Confort

- Confort higrotérmico
- Confort acústico
- Confort visual
- Confort olfativo

#### Salud

- Calidad sanitaria de los espacios
- Calidad sanitaria del aire
- Calidad sanitaria del agua

A estos principios se los ha categorizado en:

- Nivel Bajo

- Nivel Alto
- Nivel Muy Alto

### SISTEMA DE VALORACIÓN HOLCIM



Holcim es una compañía suiza, líder en la producción y distribución de cementos, áridos, hormigón y mortero, considerada la cementera más grande del mundo. Actualmente se encuentra en más de 70 países de todos los continentes.

El Grupo Holcim, basa sus políticas empresariales en un compromiso con el desarrollo sostenible, que encuentra un equilibrio en tres principios: desempeño económico, respeto al medio ambiente y responsabilidad social.

La Fundación Holcim para la Construcción Sostenible, ha sido concebida para crear una conciencia global en cuanto a prácticas

sostenibles, logrando esto a través de los HolcimAwards, que promueve innovación en la construcción, teniendo como objetivo primordial la elección de los mejores proyectos arquitectónicos sostenibles, que deben estar encaminados a la solución de problemas tecnológicos, ambientales, sociales y culturales que enfrenta la sociedad actual, mediante una serie de concursos regionales y de alcance global.

Estos premios se realizan cada tres años y van dirigidos a: arquitectos, urbanistas, planificadores, ingenieros y estudiantes.



Se divide en dos fases:

1. **Fase:** Eliminatorias regionales, donde participan cinco zonas geográficas: Europa, Norteamérica, Latinoamérica, África / Medio Oriente y Asia.
2. **Fase:** participan los tres mejores proyectos de cada región por obtener el más altos reconocimiento en gestión sostenible.

Los Holcim Awards presentan dos categorías de participación:

- Holcim Awards, es la categoría principal, diseñada para arquitectos, urbanistas, ingenieros, promotores, constructores y empresas de construcción. Los proyectos deben haber alcanzado una fase avanzada de diseño y contar con una alta probabilidad de ejecución.
- Next Generation, es la categoría de jóvenes profesionales y estudiantes, no mayores de 30 años con proyectos visionarios.

Este sistema se basa en nueve categorías:

- Gestión de la edificación.
- Salud y bienestar
- Energía
- Transporte
- Materiales
- Residuos
- Agua
- Uso del suelo y ecología,
- Contaminación

## OTROS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN AMBIENTAL

### SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN BREEM



Imagen 4. 10  
Fuente: <http://www.breem.org>

BREEM, Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology, es un sistema de evaluación de la sostenibilidad en proyectos de construcción, dirigida principalmente en el Reino Unido, sin embargo se puede adaptar a varios países.

La certificación BREEM, puntúa los proyectos en cinco categorías dependiendo del nivel de sustentabilidad:

- Aprobado
- Bueno
- Muy Bueno
- Excelente
- Sobresaliente

## SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN DGNB



Imagen 4. 11

Fuente: <http://www.dgnb.de>

DGNB, Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, es una certificación ambiental otorgada por el Consejo Alemán para la Edificación Sostenible. El objetivo es la eficiencia energética y el ciclo de vida del edificio, tomando en cuenta el diseño, construcción y operación de por lo menos un periodo de cincuenta años de funcionamiento.

Este sistema se fundamenta en cinco principios para su evaluación:

- Medioambiental / ecológica
- Sociocultural y funcional
- Económica
- Técnica
- Calidad del emplazamiento.

Los tipos de certificación que otorga son: oro, plata y bronce.

## SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN CASBEE



Imagen 4. 12

Fuente:

<http://www.ibec.or.jp>

CASBEE, Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, es un sistema de certificación voluntaria en diseño, construcción y funcionamientos de edificios en Japón, con alcance en Asia.

Para obtener esta certificación se deben cumplir ciertos requisitos y créditos en las siguientes áreas:

- Eficiencia energética
- Eficiencia en el uso de recursos
- Medio ambiente local
- Ambiente interior

El sistema CASBEE, otorga cinco niveles de cumplimiento:

- Clase C (bajo)
- Clase B-

- Clase B+
- Clase A
- Clase S (excelente)

## CERTIFICACIONES EN ECUADOR

### ECUADOR GREEN BUILDING



**ECUADOR GREEN BUILDING COUNCIL**

Imagen 4. 13

Fuente: <http://www.ecuadorgbc.org>

En nuestro país, en el año 2010 se crea el Ecuador Green Building Council, con la intención de promover y gestionar proyectos sustentables a nivel nacional, creando una conciencia de los impactos que tiene el sector de la construcción sobre el medio ambiente. El tipo de certificación que emite es LEED.

El EGBC, se basa en las normativas que rigen el World Green Building Council, sin embargo, deberán ser modificados y adaptados a nuestra región, teniendo como referencia los parámetros que rigen en Estados Unidos.

Nuestro país junto al consejo de Colombia y Perú, por su semejanza en aspectos como clima, geografía y cultura, se han aliados para modificar y adaptar las parámetros de la Certificación LEED a nuestra región, como ya se lo ha hecho en otros países.



### ¿Qué es el World Green Building Council?

World Green Building Council (WGBC), es la organización más importante de la industria de la construcción sustentable a nivel mundial. Es un concejo no lucrativo, que promueve el desarrollo y la implantación de políticas de construcción sustentable, tecnologías, y estándares de diseño. El WGBC está integrado por los consejos nacionales de los siguientes países: EE.UU, Japón, España, Alemania, Australia, Argentina, Brasil, Colombia; entre otros, y en nuestra región se encuentran en proceso de afiliación Chile, Perú, Paraguay y Ecuador.<sup>26</sup>

### CONSEJO ECUATORIANO DE EDIFICACIÓN SUSTENTABLE



Imagen 4. 14

Fuente: <http://www.cees-ecuador.org>

CEES, es una organización no

gubernamental sin fines de lucro, que tiene como prioridad el desarrollo de estándares sustentables con el mínimo impacto ambiental.

La intención de es impulsar ideas y tecnologías sustentables, durante el ciclo de vida de las edificaciones, tiene como objetivos:

- Promover en el país la iniciación, desarrollo e implementación de políticas, tecnologías, prácticas de diseño y procedimientos operacionales de construcción sustentable.
- Facilitar entre sus miembros, el intercambio de información sobre los desarrollos y beneficios de la construcción sustentable y difundirla en el país.
- Apoyar y promover el desarrollo y aplicación de programas y estándares sustentables con base técnica y científica, en la industria de la construcción.
- Empezar y/o promover, por si misma o asociada con otras instituciones nacionales o extranjeras, la investigación, desarrollo y difusión de las prácticas del desarrollo urbano y su construcción.

El CEES, ofrece una valoración a través del Sistema de Evaluación Ambiental, SEA, desarrollado por la Mutualista Pichincha y en colaboración de la Cámara Alemana.

<sup>26</sup>“Ecuadororgbc.org”.(2013, 17 de septiembre).World Green Building Council.Tomado de <http://www.ecuadororgbc.org/wgbc.html>



Imagen 4. 15

Fuente: [http:// www.cees-ecuador.org](http://www.cees-ecuador.org)

Este sistema aplica prácticas de construcción sustentable, confiriendo créditos, con total de cien puntos como máximo puntaje, en cada uno de sus nueve postulados.

- Suelo-ecología: 10 puntos
- Transporte: 10 puntos
- Salud y bienestar: 17 puntos
- Agua: 17 puntos
- Energía: 12 puntos
- Deshechos: 8 puntos
- Materiales: 11 puntos
- Polución: 5 puntos
- Administración y proceso de la obra: 10 puntos

## Capítulo 5

# ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO

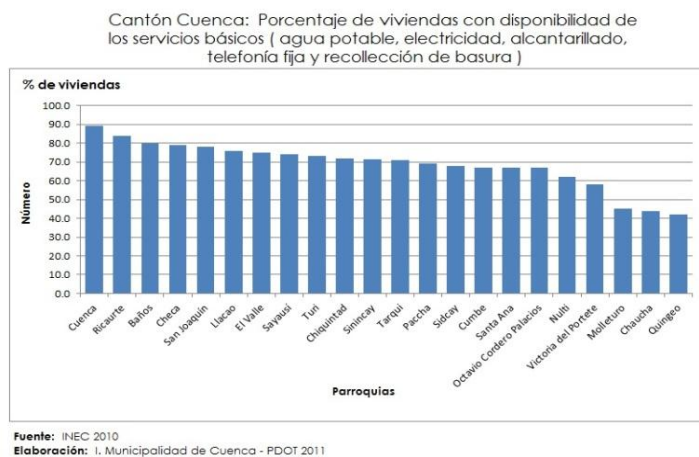
*La arquitectura es un foco donde han convergido tres propósitos distintos (utilidad, construcción y belleza). Se han fundido en un sólo método; han llegado a un resultado único; sin embargo, se distinguen entre sí según su propia naturaleza por una profunda y constante disparidad.*

**Geoffrey Scott**

## SELECCIÓN DEL TERRENO

El sector de la construcción en la ciudad de Cuenca, está teniendo un crecimiento importante especialmente en el sector privado, convirtiéndose en uno de los principales motores de la economía local.

Debido a la demanda de vivienda, cada vez son más comunes los departamentos en altura, además el precio de los terrenos en el área urbana son muy elevados y no se ajustan a las necesidades de los compradores, por tal motivo la ciudad está experimentando un mayor desarrollo en ciertas parroquias como Ricaurte, Monay, Racar, y El Valle.



Cuadro 5. 01

Fuente: INEC 2010

Tomando en cuenta este desarrollo, he elegido la Parroquia de Ricaurte, este sector es uno de los de mayor crecimiento, además, de las 21 parroquias rurales la mejor servida es Ricaurte en donde el 84.18% de las viviendas cuenta con todos los servicios.<sup>27</sup>

## OPCIONES DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO



<sup>27</sup> PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN CUENCA. Diagnóstico Integrado y Modelo de Desarrollo Estratégico y Ordenamiento Territorial. Ilustre Municipalidad de Cuenca. Tomo 2. pág., 26



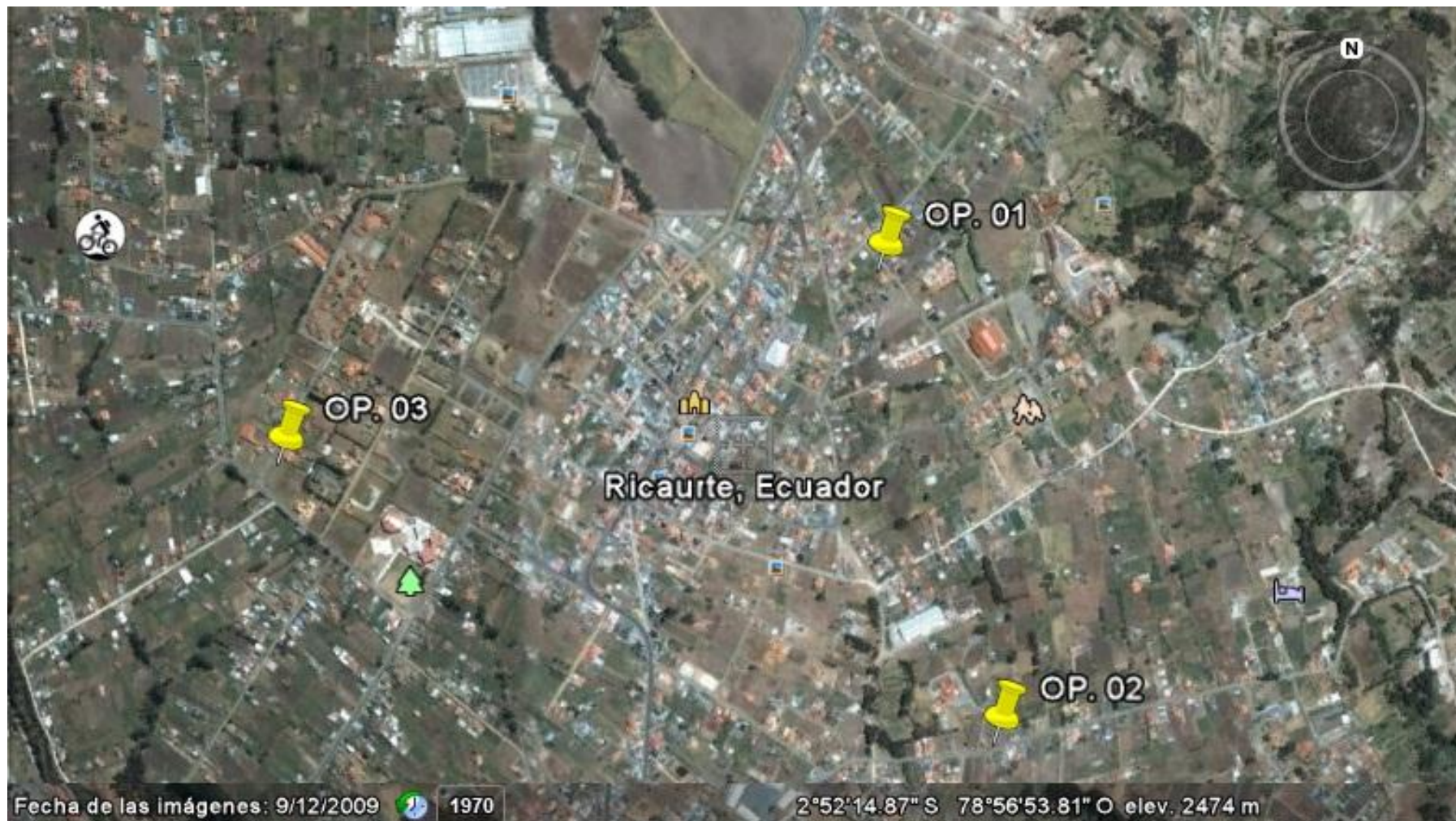


Imagen 5. 02

Fuente: Google Earth



**OPCIÓN 01**

Dimensiones: 13 x 15

Área del terreno: 195 m<sup>2</sup>

**OPCIÓN 02**

Dimensiones: 13 x 20

Área del terreno: 260m<sup>2</sup>

**OPCIÓN 03**

Dimensiones: 15 x 20

Área del terreno: 300 m<sup>2</sup>



## MATRIZ DE SELECCIÓN

	TOPOGRAFÍA		GEOMETRÍA		TAMAÑO		ASOLEAMIENTO Y BARRERAS SOLARES		VIENTOS		VISTAS, PAISAJE Y VEGETACIÓN	
OP. 01	Terreno relativamente plano	5	La forma de terreno es rectangular y adosada.	4	Dimensión= 13 x 15 <b>Área =195 m<sup>2</sup></b> El tamaño del terreno no cumple con los requisitos mínimos de área (250 m <sup>2</sup> )	1	Por la disposición del terreno, recibe luz en sus lados noreste y suroeste, no tiene barreras solares, se las debe implementar en el diseño	3	La dirección del los vientos es noreste, este dato se lo aplicará al proyecto para generar una buena ventilación de los espacios interiores	4	El entorno del terreno son viviendas, sin embargo se encuentran descuidadas	1
OP. 02	Terreno relativamente plano	5	La forma de terreno es rectangular y adosada.	4	Dimensión= 13 x 20 <b>Área =260 m<sup>2</sup></b> El tamaño del terreno cumple con los requisitos mínimos de área (250 m <sup>2</sup> )	3	Por la disposición del terreno, no recibe directamente tomando en cuenta que sus lados este-oeste están adosados	4	La dirección del los vientos es noreste, este dato se lo aplicará al proyecto para generar una buena ventilación de los espacios interiores	3	El entorno del terreno existen viviendas y terrenos que por el momento son utilizados para la agricultura principalmente de maíz.	3
OP. 03	Terreno relativamente plano	5	La forma de terreno es rectangular y adosada.	4	Dimensión= 15 x 20 <b>Área =300 m<sup>2</sup></b> El tamaño del terreno cumple con los requisitos mínimos de área (250 m <sup>2</sup> )	5	Por la disposición del terreno, recibe luz en sus lados sureste y noroeste, existe un muro de árboles de + 20m de alto, en la cara sureste aprox. a 50 m	3	La dirección del los vientos es noreste, este dato se lo aplicará al proyecto para generar una buena ventilación de los espacios interiores	2	El entorno del terreno son viviendas y terrenos vacíos.	5

	SERVICIOS BÁSICOS		MOVILIDAD		SISTEMA VIAL		INDUSTRIAS CONTAMINANTES		EQUIPAMIENTOS		TOTAL
OP. 01	Cuenta con todos los servicios básicos	5	Cuenta con transporte público a una distancia máxima de 500m y una frecuencia de 15 min.	3	Está emplazado en una vía local, sin asfaltado, bordillos y aceras	2	No existe industria contaminante en este sector	5	Cuenta con los principales equipamientos en un r= 500m	5	38
OP. 02	Cuenta con todos los servicios básicos	5	Cuenta con transporte público en la vía de emplazamiento y una frecuencia de 45 min.	2	Está emplazado en la vía Julia Bernal, que se encuentra en buen estado	4	No existe industria contaminante en este sector	5	Cuenta con los principales equipamientos en un r= 1 Km	3	41
OP. 03	Cuenta con todos los servicios básicos	5	Cuenta con transporte público a una distancia máxima de 250m y una frecuencia de 15 min.	4	Está emplazado en la vía sin retorno que se une a la vía principal, que se encuentra en buen estado	5	No existe industria contaminante en este sector	5	Cuenta con los principales equipamientos en un r= 800m	4	47

RANGO DE CALIFICACIÓN DE 1 - 5

1 Deficiente      2 Regular      3 Aceptable      4 Bueno      5 Excelente

Tomando en cuenta la Matriz de Selección, el terreno con mayor puntuación es **OP. 03**, por cumplir de mejor manera los requerimientos para una vivienda que tiene como condicionante la sustentabilidad y brindar confort a sus ocupantes

## USOS DE SUELO Y CARACTERÍSTICAS DE OCUPACIÓN PARA LAS CABECERAS PARROQUIALES

Las características de ocupación del suelo según lo establecido en la ordenanza para este sector son las siguientes:

- Tamaño de Lote Mínimo: 250 metros cuadrados.
- Frente Mínimo:
  - 8 m para la edificación continua
  - 12 m para la edificación aislada
- Relación Frente/Fondo: Comprendida entre 0,25 y 1.
- Tipo de Implantación de la Edificación:
  - Continua sin retiro frontal
  - Continua con retiro frontal
  - Aislada con retiro frontal.

Para una actuación determinada, el tipo de implantación se definirá considerando la predominancia de uno de los antes señalados en el respectivo frente de manzana.

- Altura Máxima de la Edificación: 3 pisos.

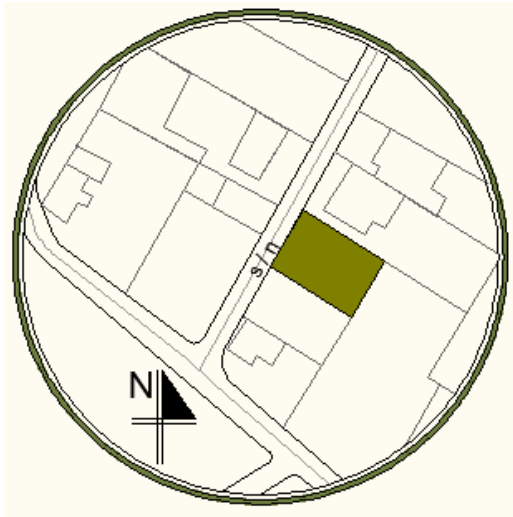
- Retiro Frontal Mínimo: 5 metros.
- Retiros Laterales y Posterior Mínimos: 3 metros.

Las siguientes determinantes complementarias para la edificación:

- Los cerramientos serán transparentes y obligatoriamente incorporarán elementos vegetales propios de la zona.
- Las cubiertas de las edificaciones serán inclinadas y obligatoriamente de teja cerámica o de elementos naturales apropiados.
- El diseño y emplazamiento de las edificaciones deberán integrarse al medio físico existente y por lo tanto respetarán la presencia de árboles, arbustos, cursos de agua, vistas y otros elementos<sup>28</sup>

## ESTUDIO DEL TERRENO Y SU CONTEXTO INMEDIATO

<sup>28</sup> Ordenanza N° 28, Ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el Uso y Ocupación del Suelo Urbano, pág. 18.



OP \_ 03

El sitio del proyecto se encuentra en la Parroquia de Ricaurte, perpendicular a la vía San Miguel, la misma que presenta un flujo vehicular moderado, sin embargo la calle donde se emplaza el terreno, es una calle sin retorno y es de menor circulación, estas dos vías son asfaltadas y se encuentran en buen estado.

Además el terreno es plano con una pendiente mínima de 2% y se encuentra dotado de todas las obras de infraestructura: agua potable, red sanitaria, energía eléctrica, red telefónica.

Las construcciones circundantes de hasta tres plantas están destinadas a uso residencial, a excepción del Aldea para niños

S.O.S, que se encuentra al final de esta vía, las características de estas construcciones son de hormigón, ladrillo o bloque y teja, por lo que hay que mantener una integración formal con el contexto, sin perder la línea del proyecto que es la sustentabilidad.



Hacia la Aldea para niños



Hacia la vía principal: San Miguel

## ESTUDIO DE SOLEAMIENTO Y VIENTOS EN EL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO




Según datos climatológicos de la ciudad de Cuenca, tiene una temperatura promedio de  $17^{\circ}\text{C}$ , con variaciones que oscilan entre los  $11^{\circ}\text{C}$  y  $23^{\circ}\text{C}$ .

La lluvia se concentra en los meses de mayo, junio, octubre, sin embargo existen precipitaciones en todos los meses del año, por lo que no se puede afirmar que haya estaciones bien definidas.

La dirección de los vientos predominantes es noreste, y la calidad del aire es mucho mejor que en el área urbana, debido a que la circulación vehicular en el sector es menor.

Los datos del clima de la ciudad se basan en observaciones reales de la estación meteorológica en Cuenca/Mariscal Lamar.

DATOS CLIMATOLÓGICOS	
T= $16.61^{\circ}\text{C}$	Temperatura media
TM= $22.61^{\circ}\text{C}$	Temperatura máxima
Tm= $11.91^{\circ}\text{C}$	Temperatura mínima
H = 62.78 %	Humedad relativa media
PP = 659 mm anual	Precipitación total de lluvia
V = 7.6 km/h	Velocidad media del viento
VM = 15.97 km/h	Velocidad máxima sostenida del viento
DVP= 	Dirección predominante del viento
TMA= $17.5^{\circ}\text{C}$	Temperatura media del aire



## NECESIDADES DE UNA FAMILIA PROMEDIO

Según los datos estadísticos poblacionales señala que los hogares promedio están conformados por 3.8 integrantes.

Datos proporcionados por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, INEC, en el censo del año 2010.

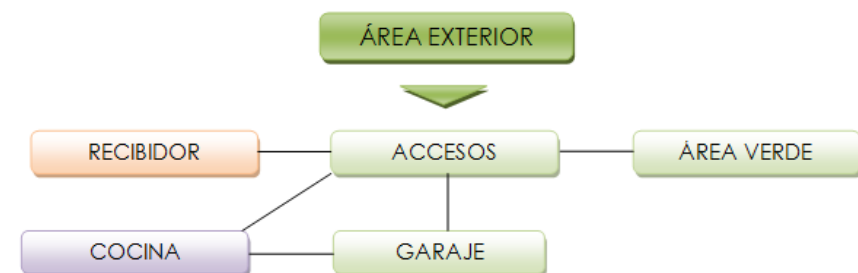
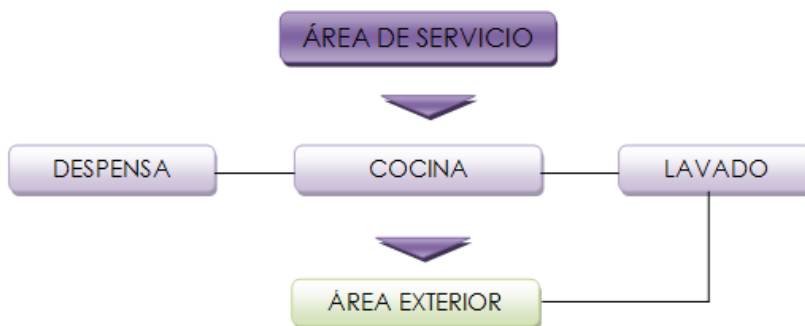
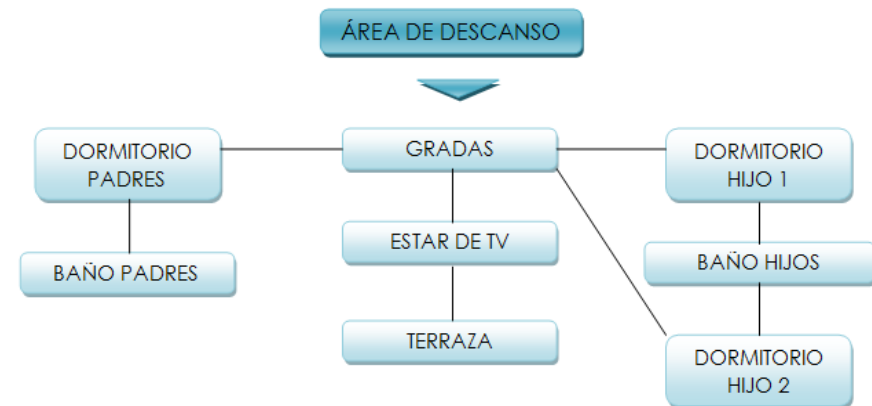
Por lo tanto estos datos los tomaremos como familia promedio con un número de cuatro integrantes en la familia.

A continuación se detallará los espacios necesarios para que una familia desarrolle sus actividades satisfactoriamente:

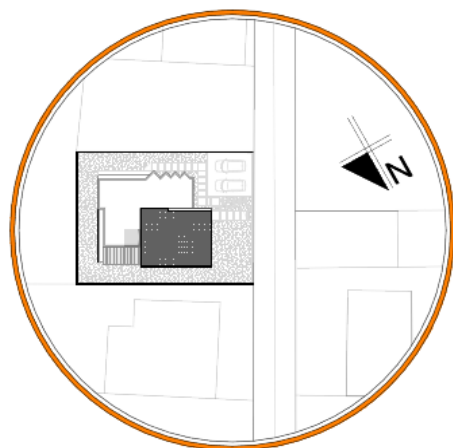
ÁREA	ESPACIO	ÁREA	ESPACIO
SOCIAL	Recibidor	DE DESCANSO	Dormitorio padres
	Vestíbulo		Baño padres
	Estudio		Dormitorio hijo1
	Sala		Dormitorio hijo2
	Comedor		Baño hijos
	Baño social		Estar de tv.
DE SERVICIO	Cocina	EXTERIOR	Acceso
	Despensa		Garaje
	Lavado		Área verde
			Terraza



## INTERRELACIÓN DE ESPACIOS



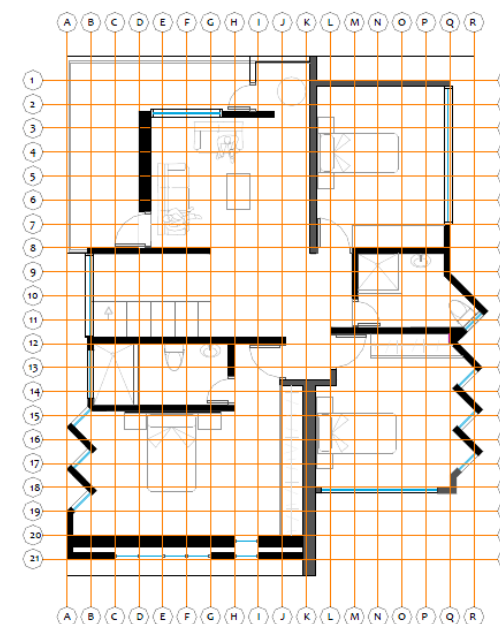
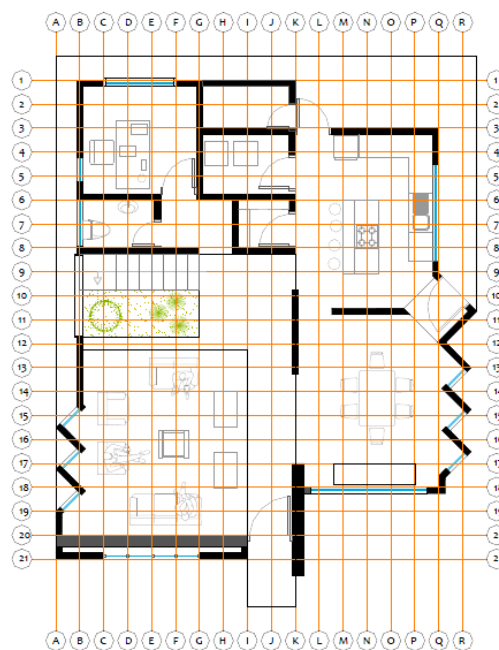
## EMPLAZAMIENTO



EMPLAZAMIENTO

escala gráfica

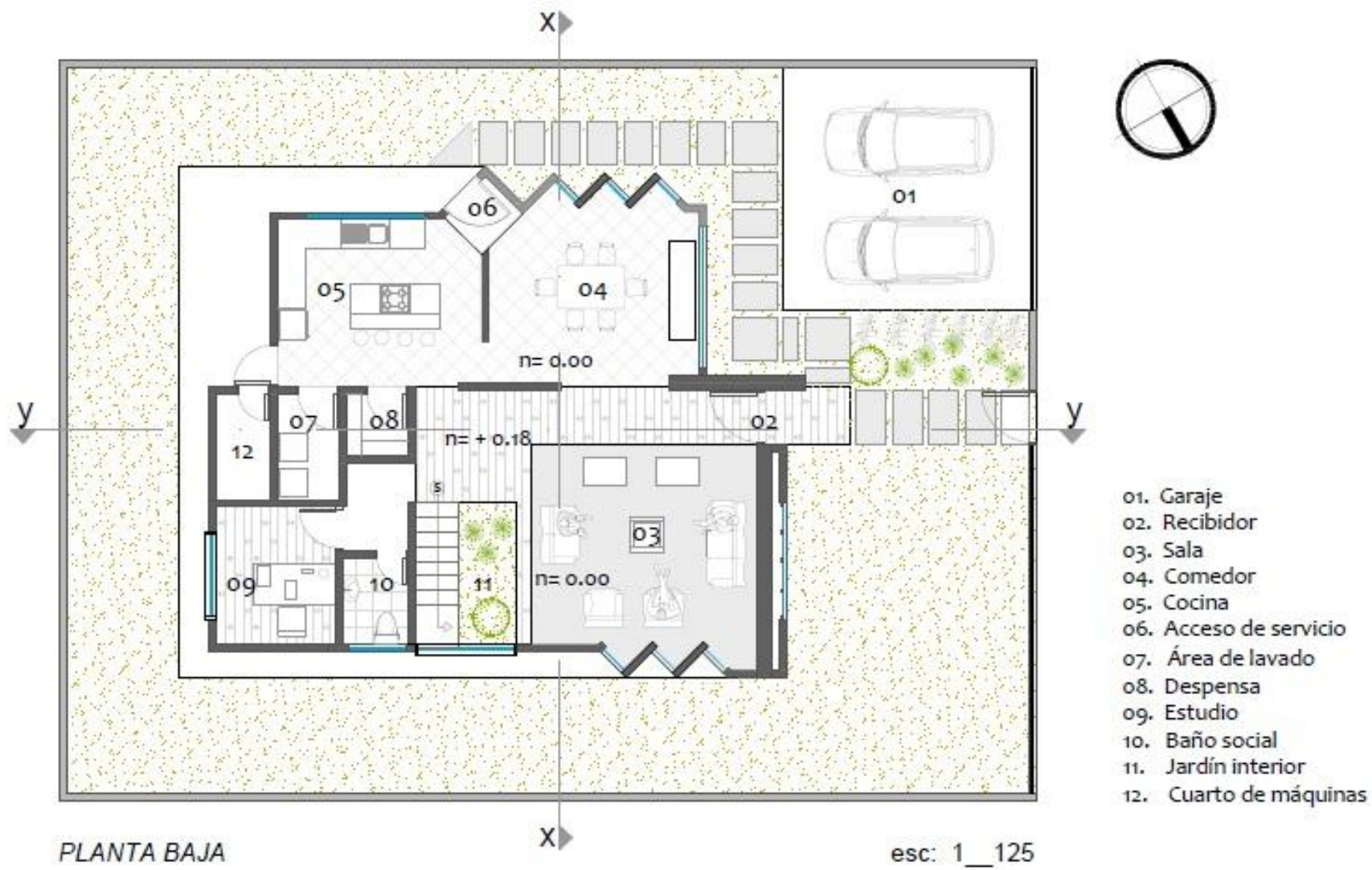
## MODULACIÓN

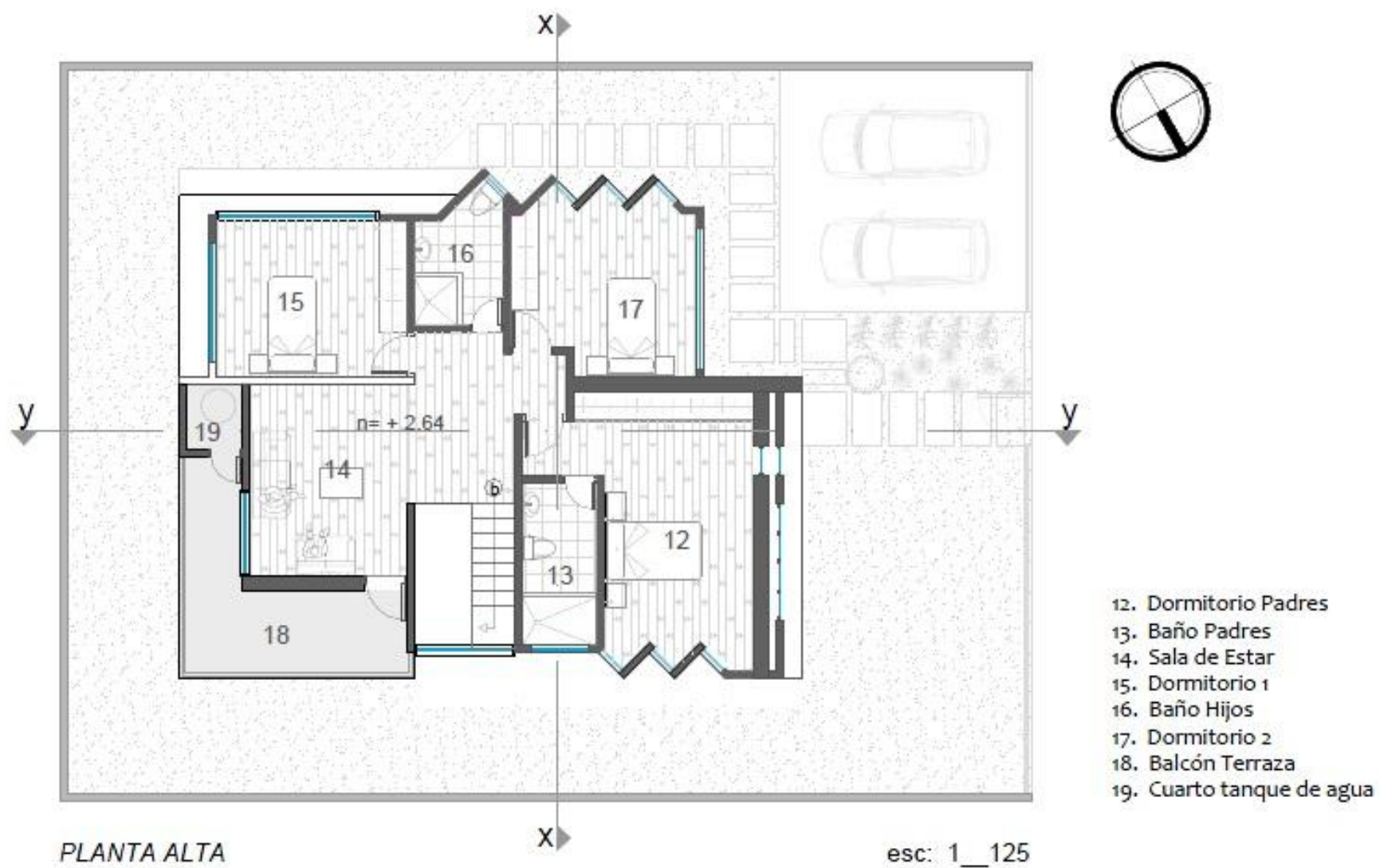


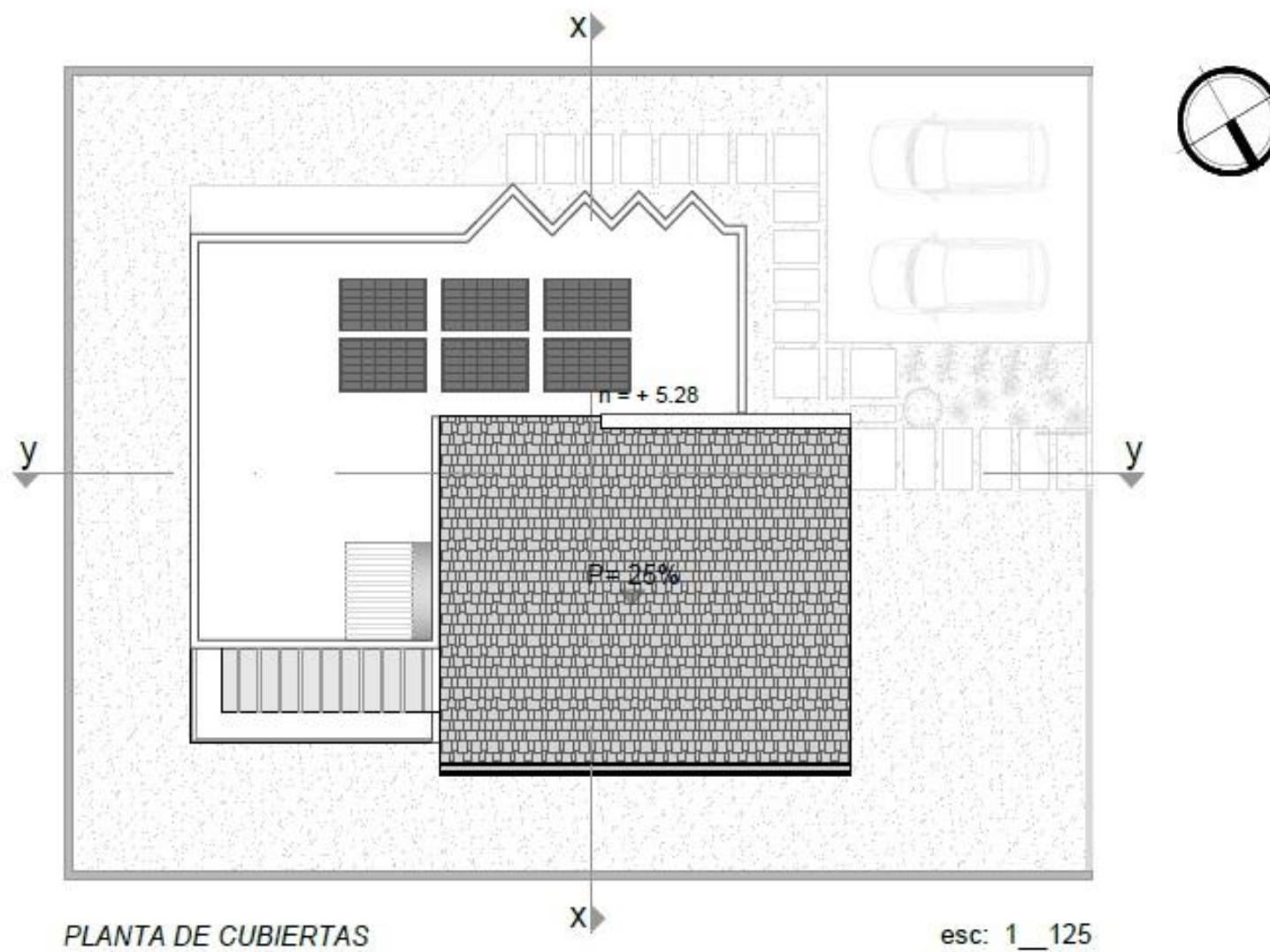
"El módulo en arquitectura, se basa en planteamientos a un nivel espacial, considerando y atendiendo a problemas funcionales, estéticos y formales de coordinación de los conjuntos y detalles expuestos para posibilitar realizaciones con volumetría y proporción, adaptadas al medio. El módulo industrial es útil y necesario porque las tolerancias y las dimensiones son estrictamente estudiadas y respetadas, por su coordinación dimensional realista."<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Meza, Hugo. Prefabricación. Tesis USAC. 1979.

## PLANOS

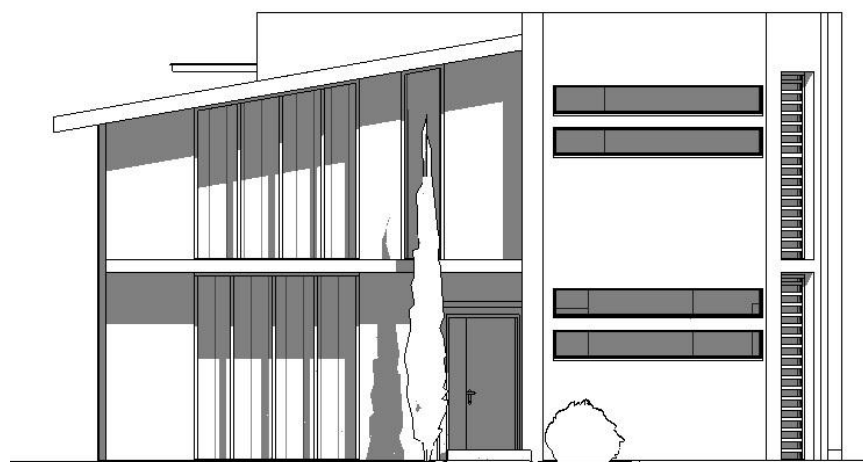




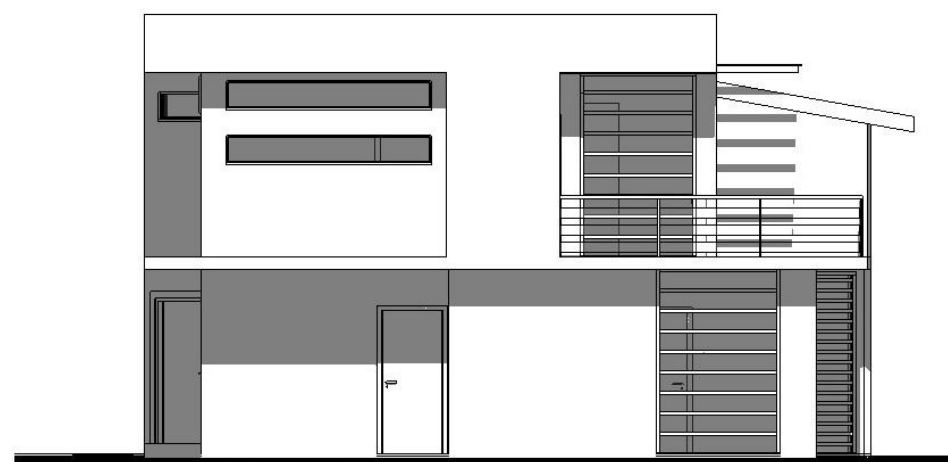




## ELEVACIONES

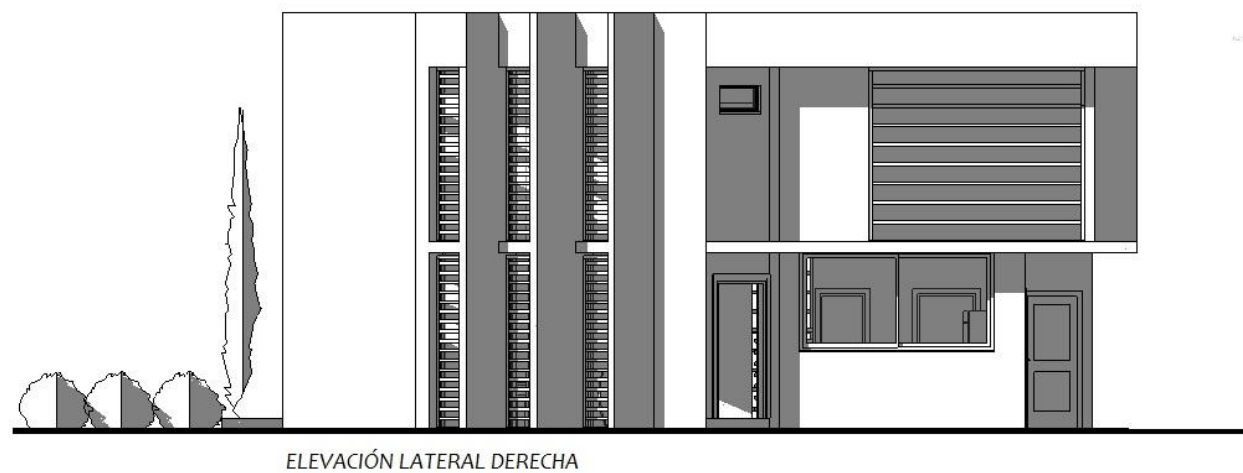
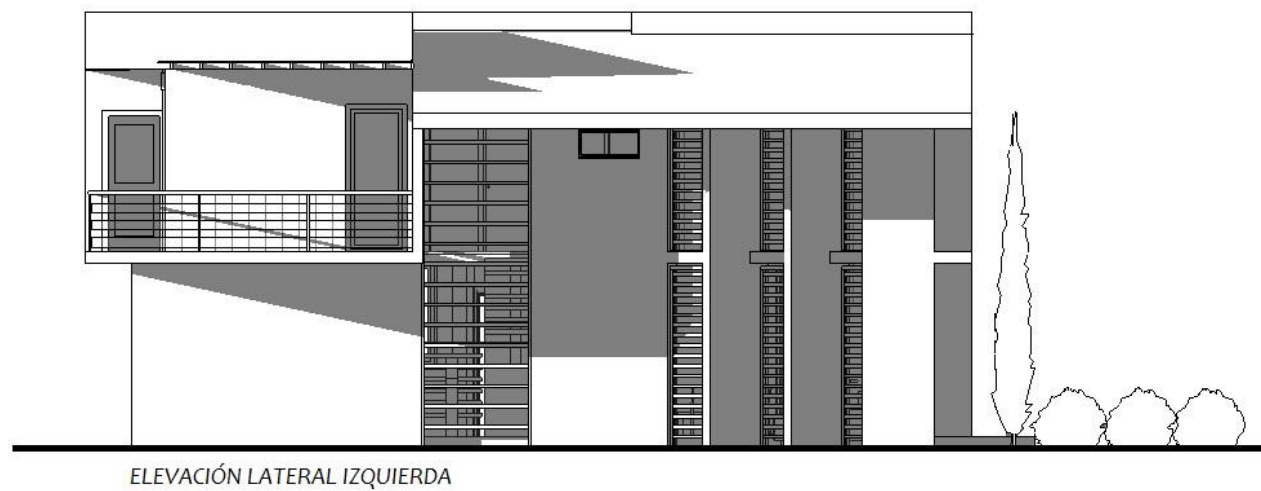


ELEVACIÓN FRONTAL

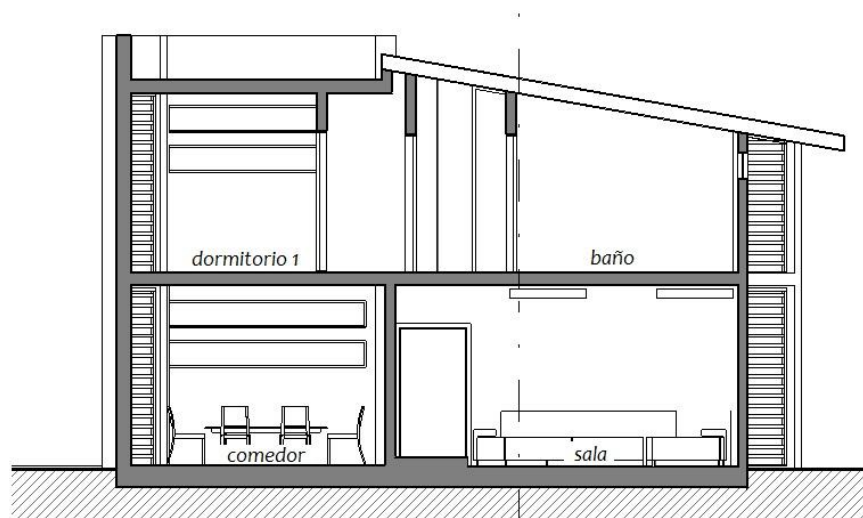


ELEVACIÓN POSTERIOR





## CORTES



CORTE X - X



CORTE Y - Y

## ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

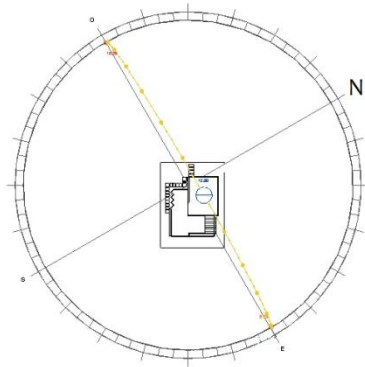
Los elementos constructivos bajo los requerimientos sustentables, deben aportar una sensación de confort a sus habitantes, desde su orientación, el comportamiento de los materiales de acuerdo a la pérdida o ganancia de calor, es decir, que se debe aprovechar las características de estos para evitar gastos energéticos innecesarios.

Para una correcta elección de materiales se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Captar la radiación solar, para calefaccionar la vivienda.
- Los vanos pueden ser ubicados en las cuatro fachadas, con protección solar adecuada, para evitar sobrecalentamiento en los espacios internos.
- Evitar infiltraciones de aire excesivas, para impedir la pérdida de calor.
- Utilizar materiales y técnicas constructivas, cuya característica sea la fácil y rápida captación de calor y que eviten atraer la humedad.
- Evitar pérdidas de calor a través de las ventanas, en las horas desprovistas de sol.

## INCIDENCIA DEL SOL EN LA VIVIENDA

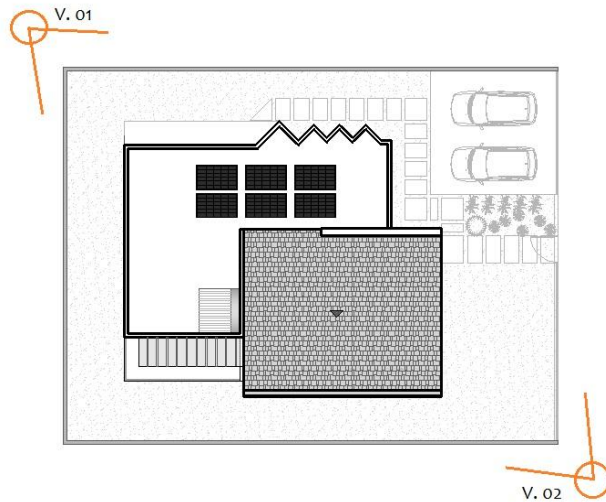
### EQUINOCCIO



**Equinoccio de primavera:**  
21 de marzo

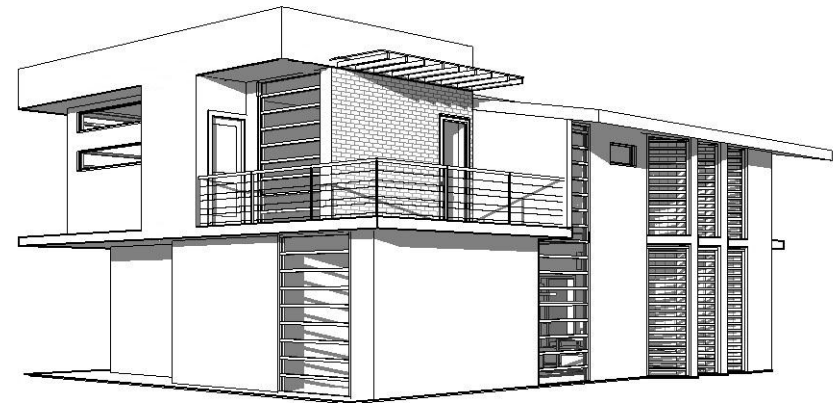
**Equinoccio de otoño:**  
21 de septiembre

Durante el periodo de los equinoccios, la radiación solar es perpendicular a la vivienda, como se muestra en la imagen.



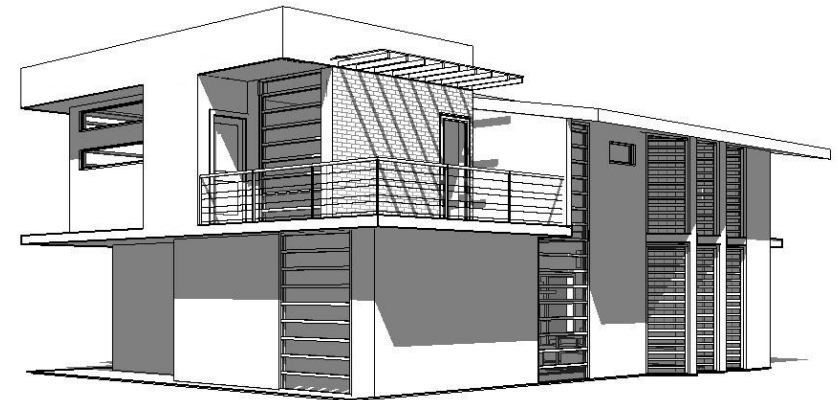
Incidencia a las 7:00 am

V. 01



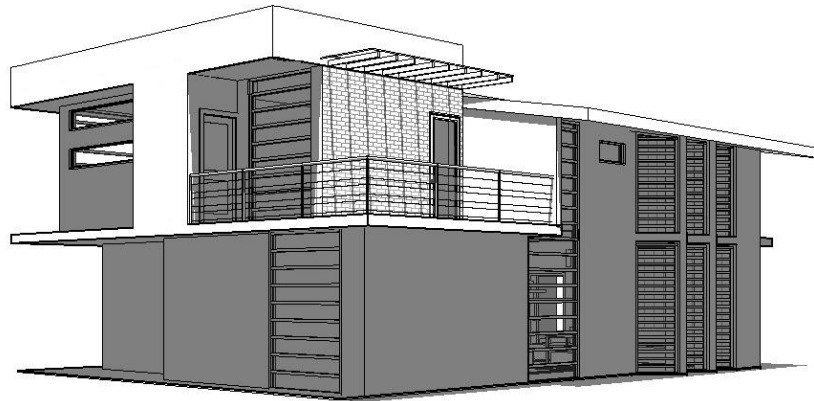
Incidencia a las 10:00 am

V. 01



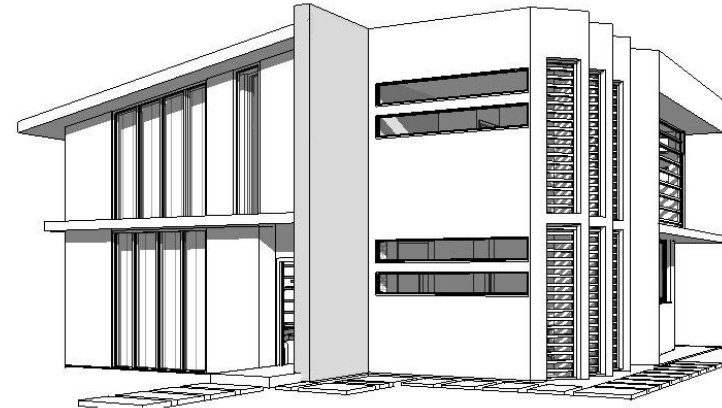
Incidencia a las 12: 00 am

V. 01



Incidencia a las 17: 00 pm

V. 02

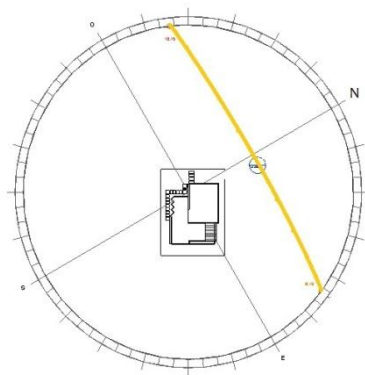


Incidencia a las 14: 00 pm

V. 02

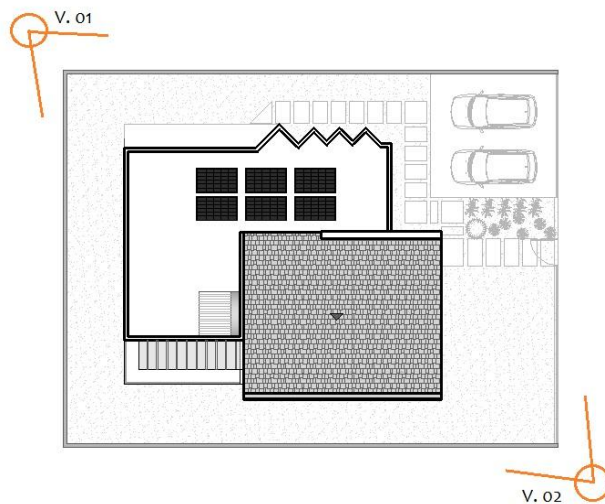


## SOLSTICIO DE VERANO



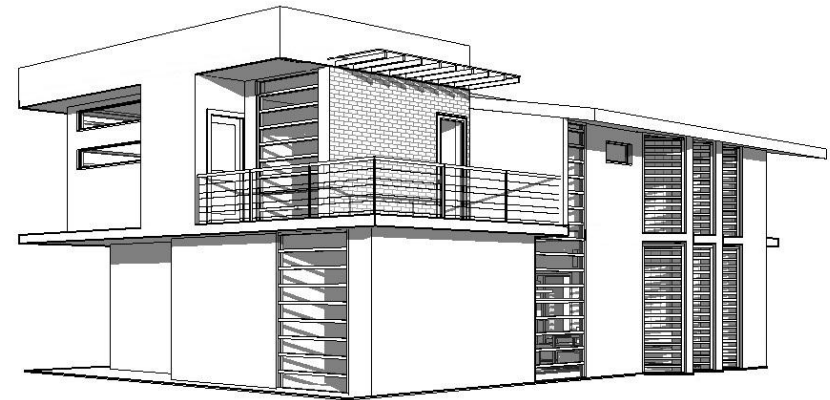
**Solsticio de verano:**  
21 de junio

Durante el periodo de solsticio, la radiación solar es tiene una variación de aproximadamente 23°



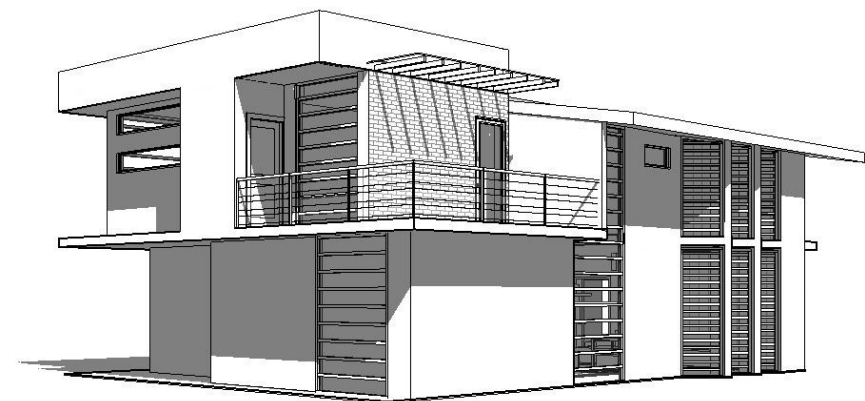
Incidencia a las 7: 00 am

V. 01



Incidencia a las 10: 00 am

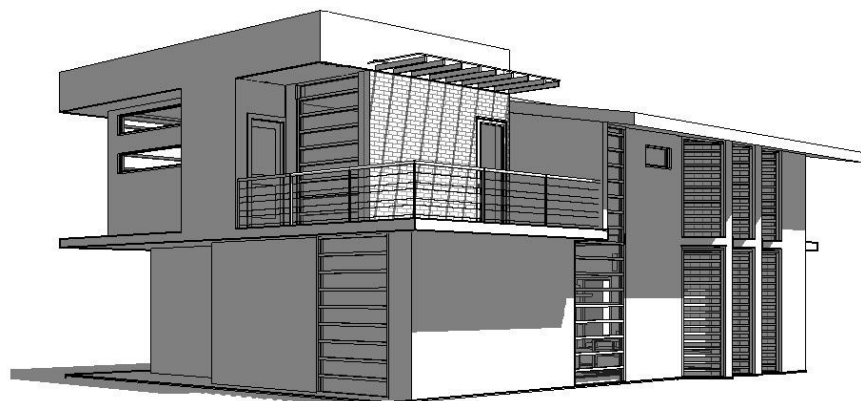
V. 01





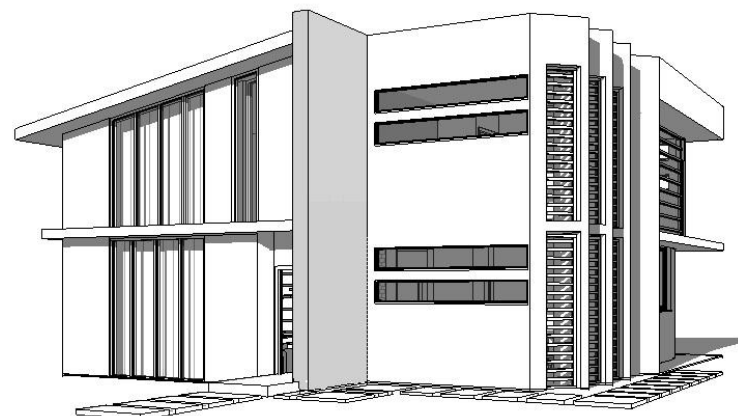
Incidencia a las 12: 00 am

V. 01



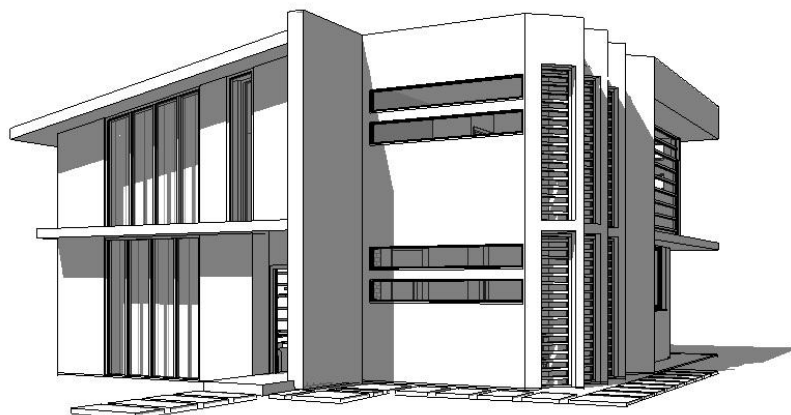
Incidencia a las 17: 00 pm

V. 02

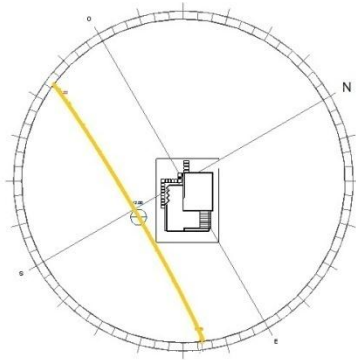


Incidencia a las 14: 00 pm

V. 02

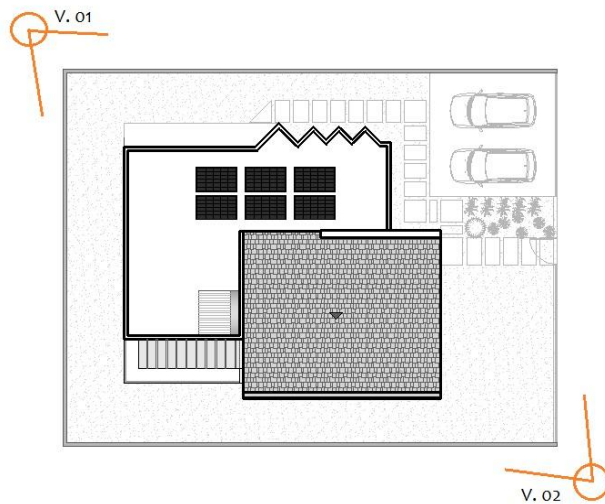


## SOLSTICIO DE INVIERNO



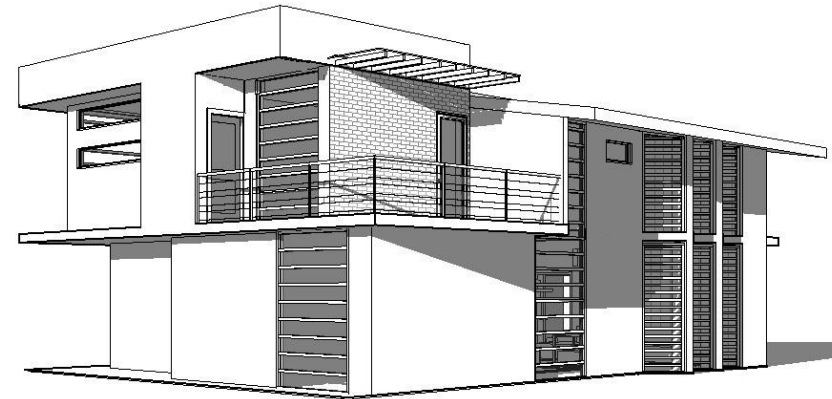
**Solsticio de verano:**  
21 de diciembre

Durante el periodo de solsticios, la radiación solar es tiene una variación de aproximadamente  $23^\circ$



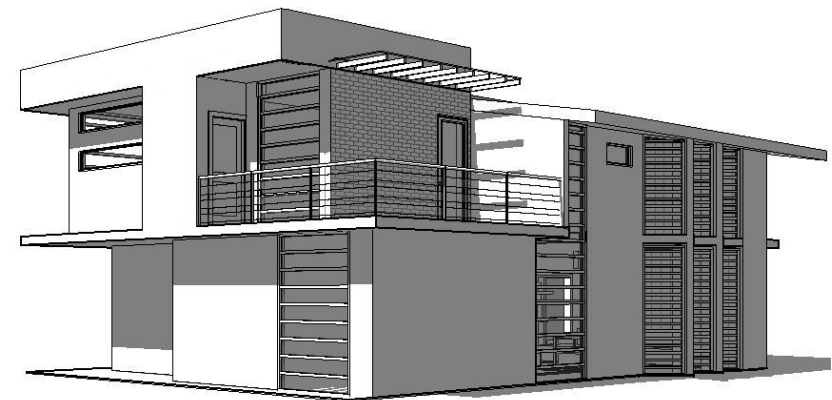
Incidencia a las 7: 00 am

V. 01



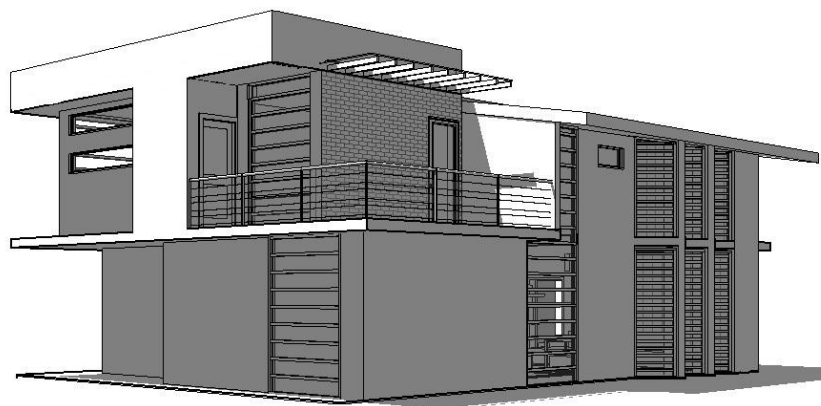
Incidencia a las 10: 00 am

V. 01



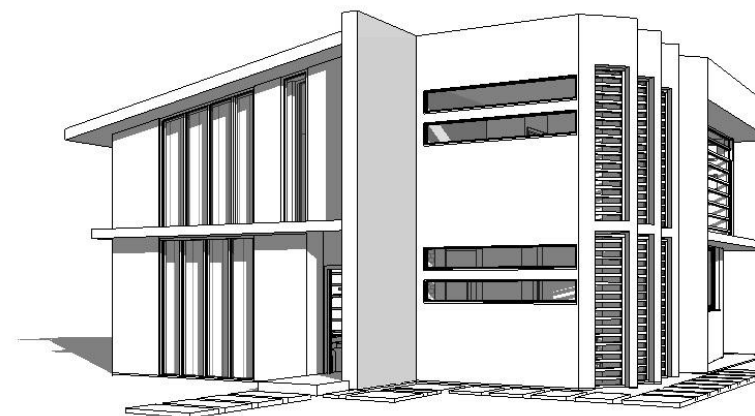
Incidencia a las 12: 00 am

V. 01



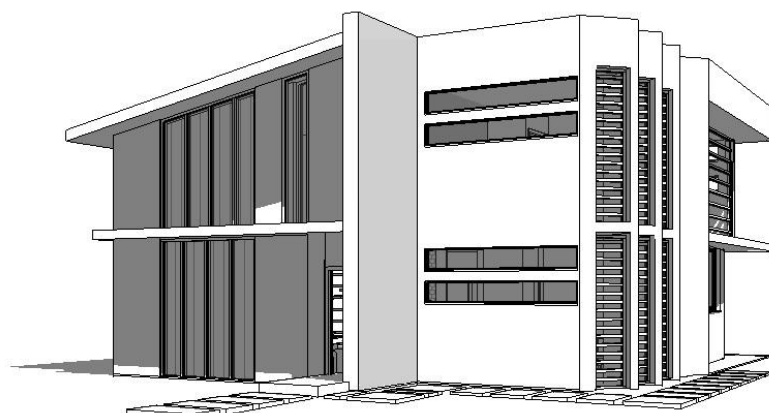
Incidencia a las 17: 00 pm

V. 02



Incidencia a las 14: 00 pm

V. 02



De acuerdo a la ubicación del proyecto, cuenta con luz solar en sus cuatro fachadas, brindando una iluminación natural apropiada durante el día, y para el suministro de la noche la iluminación se generará por paneles fotovoltaicos, que en el transcurso del día han recolectado la suficiente energía para abastecer a la vivienda.

Para dotar a la vivienda de electricidad se hará uso de un sistema híbrido entre paneles fotovoltaicos para la iluminación y el uso de la red pública para el resto de la demanda de electricidad, como para los electrodomésticos.

Esta decisión se ha tomado, teniendo en cuenta factores como el económico, puesto que la colocación de paneles solares para un

abastecimiento total de la vivienda sería muy elevada, si se considera que en nuestro país el costo de esta energía es barato. Sin embargo, si se considera el factor ambiental, el uso de este sistema es muy eficiente porque contribuye a la reducción de gastos energéticos, apoyándose en una energía renovable y gratuita. Para que este sistema sea óptimo, se ha considerado iluminación LED.

#### Ventajas de la iluminación LED:



- Escasa pérdidas de energía convertida en calor.
- Alta eficiencia energética
- Alta resistencia a vibraciones y golpes
- Baja tensión
- Luz constante y sin parpadeos
- Gran durabilidad

- Simplicidad de instalación y funcionamiento
- Ausencia de metales pesados y contaminantes.

#### Datos técnicos de la iluminación a utilizar:

##### Información Eléctrica

- Potencia = 6,4W
- Equiv. lamp. Convencional = 40 W
- Voltaje de entrada = 220-240 V
- Frecuencia de operación = 50 / 60 Hz
- Factor de potencia = >0.5

##### Información Técnica

- Ángulo de apertura = 137°
- Flujo luminoso = 485 lm
- Eficacia luminosa = 76 lm/W
- Temperatura del color = 3000K
- IRC = 80 Ra
- Duración = 20.000 horas
- Peso = 130 g
- Tamaño = Ø60 x L124.2
- Base = E27

ANÁLISIS DE LA DEMANDA DIARIA DE LA VIVIENDA				
CARGA	P(W)	CANT.	TIEMPO	ENERGÍA (wh)
Recibidor	6,4	1	0,5	3,2
Vestíbulo	6,4	2	1	12,8
Sala	6,4	2	2	25,6
Comedor	6,4	2	1,5	19,2
Cocina	6,4	2	2,5	32
Despensa	6,4	1	0,25	1,6
Cuarto de lavado	6,4	1	0,25	1,6
Estudio	6,4	1	3,5	22,4
Baño	6,4	1	0,5	3,2
Dormit. Padres	6,4	2	3	38,4
Baño padres	6,4	1	0,5	3,2
Dormit. 1	6,4	1	2	12,8
Dormit. 2	6,4	1	2	12,8
Baño	6,4	1	0,5	3,2
Escaleras	6,4	1	0,5	3,2
Estar tv	6,4	1	2	12,8
Pasillo	6,4	1	0,5	3,2
Balcón	6,4	2	0,15	1,92

### CÁLCULO DE PANELES FOTOVOLTAICOS

$L_{cc}$ =Demanda (kWh/día):

L-V 213,12

S-D (+30%) 277,056

G= Radiación diaria mensual (kWh/m<sup>2</sup>-día)

4

Días de autonomía: 3

L= energía real necesaria (Wh/día)

$\eta_b$ =eficiencia baterías (0,7-0,85)

$L = L_{cc} / \eta_b$  **346,32**

LN= energía para n días de autonomía

$LN = 2 * L + L_{cc} / \eta_b$  1305,36

CB'= capacidad sistema de acumulación (Wh)

$CB' = LN / (P_b * \eta_c)$  2560

CB= Dimensión de baterías (Ah)

$CB = CB' / V$  **106,6**

110

Potencia Panel (Wp)

No. Paneles=  $L / (W_{pp} * G * (1 - \eta_c'))$

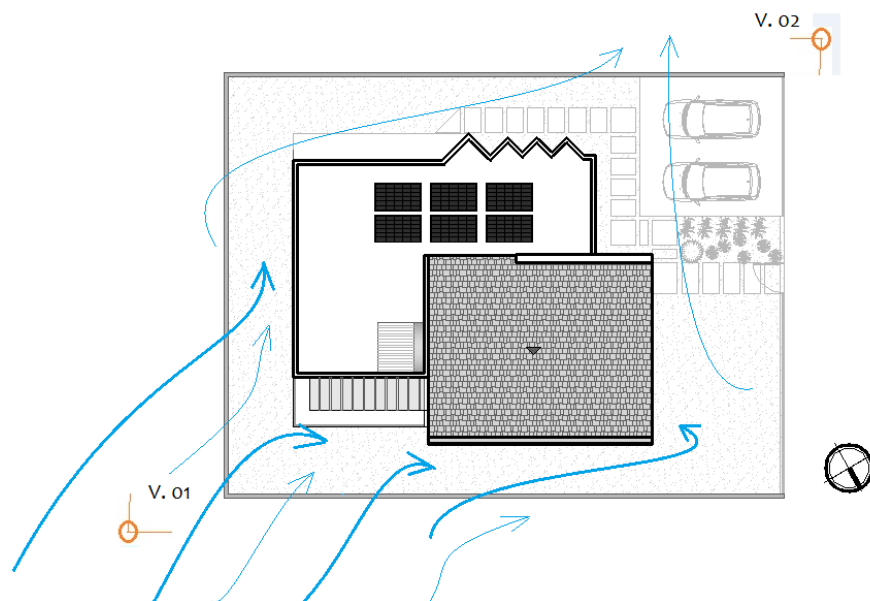
$\eta_c'$ = pérdida en conexionado y dispersión parámetros (0,1)

$W_{pp}$ = potencia (comercial) por panel

No. Paneles: 8,658 **(100W): 9**

5,772 **(150W): 6**

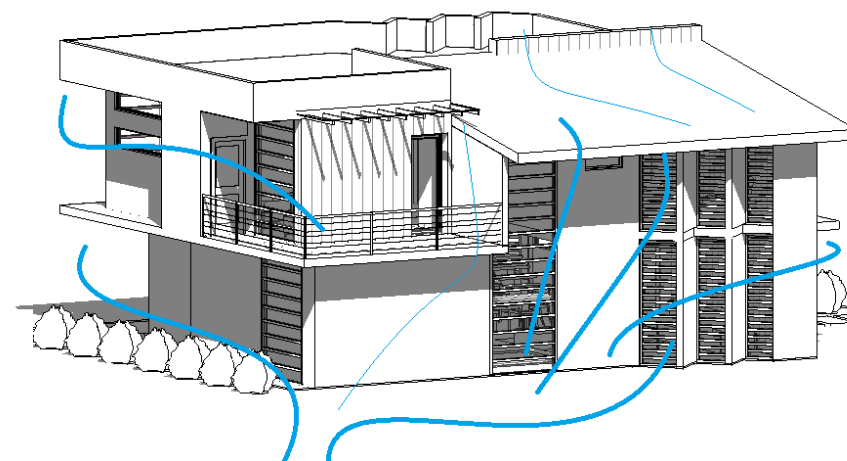
## INCIDENCIA DEL VIENTO EN LA VIVIENDA



Tomando en cuenta que la dirección predominante de los vientos es noreste, los muros inclinados sirven para desviar el viento hacia arriba a la cubierta y también permite que estos sigan su curso, sin ser un obstáculo que crea remolinos de viento, es decir que la forma de la vivienda permite una ventilación adecuada y gracias a su forma los vientos pueden rodear a la vivienda.

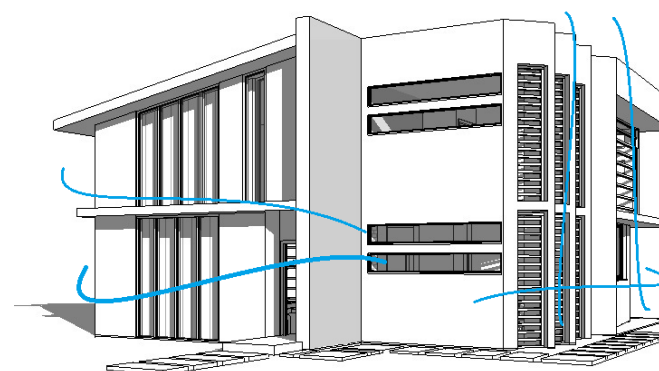
Incidencia del viento

V. 01



Incidencia del viento

V. 02





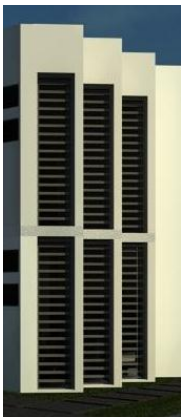
## MUROS

Los muros son los elementos que definen un espacio arquitectónico, razón por la cual se debe dar la importancia necesaria en cuanto a la elección del material o técnica constructiva.

Estos elementos son utilizados como colectores de calor, controladores acústicos y para impedir el paso de humedad.

Para poder aprovechar estas ventajas en la vivienda, se debe conocer la orientación del sol, puesto que mientras más muros están expuestos al sol, la captación será mayor y se podrá transmitir a los espacios interiores.

Debido a la orientación del proyecto con respecto al eje del sol, contamos con radiación solar en las cuatro fachadas de la vivienda por lo que es importante una correcta protección frente a este condicionante.



### MUROS PERPENDICULARES A LA RADIACIÓN

Estos elementos arquitectónicos sirven como protección para la excesiva entrada del sol a la vivienda, sin embargo al estar expuestos a la radiación solar estos sirven como captadores de calor y transmiten la energía calórica al interior de la edificación.

## MUROS DE PIEDRA

Dada su nobleza es uno de los materiales más empleados en la construcción.

Los muros de piedra exteriores deben construirse de 30 cm de espesor para ofrecer una correcta aislación térmica y acústica.

Los muros de ladrillos pueden tener diferentes tipos de terminaciones: vistos con junta rehundida, con junta al ras o revocados. En exteriores, en caso de quedar a la vista, se recomienda tratarlos con pinturas impermeabilizantes ya que los mampuestos son porosos y permiten el paso de la humedad.

## MUROS TROMBE



Este muro se encuentra orientado para recibir la mayor radiación en el transcurso de la tarde para calefaccionar la vivienda durante la noche, que es el horario que necesita la vivienda brinde confort térmico, su componente principal es de piedra gris, que es un excelente material para acumular calor por su masa térmica.

El uso de este sistema de calefacción pasiva, es para brindar confort térmico en la vivienda, permitiendo ganancias térmicas, sin hacer uso de mecanismos automatizados

## MICRO HORMIGÓN VIBRO TENSADO

El uso de esta técnica constructiva presenta una serie de ventajas dentro del proceso constructivo, por su constitución de micro hormigón y poliestireno, presenta características térmicas, acústicas e impermeabilidad, además por su diseño soporta altas cargas estructurales y suspendidas, es relativamente liviano, lo que evita construcciones pesadas.

Estas propiedades lo hace una de las técnicas con mayor aceptación en el mercado, además para su colocación en obra no se necesita mano de obra especializada y la cantidad de desperdicios es mínima.

Este sistema de paneles prefabricados tiene un espesor de 74mm de espesor, formado por dos caras de micro hormigón de 450 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, con espesor de 12 mm por lado y una capa central de poliestireno de 50mm, también está reforzada con una malla de acero, que aparte de ser livianas son altamente resistentes.

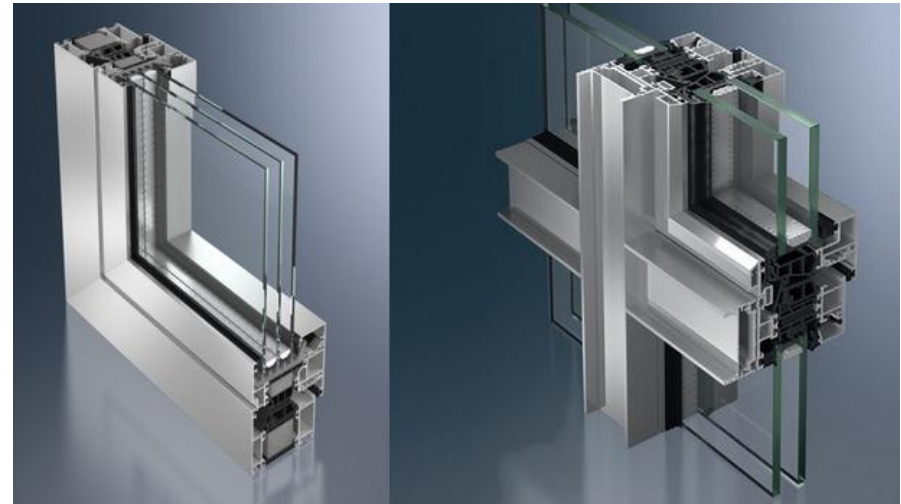
## VENTANAS

Los vanos como elementos del diseño tienen una gran versatilidad, su colocación y ubicación debe ser adecuada para obtener una correcta iluminación y ventilación, sin embargo su eficiencia dependerá de cuanta radiación permita absorber y cuanta sea capaz de retener, además de debe tener en cuenta que dependiendo del tipo de carpintería y vidrio se pueden

producir pérdidas de calor, por lo que hay que poner mucha atención en su aislación.

Hay que tener presente que los espacios internos deben mantener una ventilación adecuada de preferencia cruzada, sin embargo esta se debe omitir en espacios donde no se requiere pérdidas de calor.

## DOBLE ACRISTALAMIENTO



Las ventanas con doble acristalamiento están compuestas por dos capas de vidrio y un espacio intermedio que forma una cámara de aire

Esta es la característica que hace que este elemento sea apropiado para evitar pérdidas energéticas en la vivienda.

Las ventanas de doble cristal son naturalmente más resistentes a la transmisión de ruido debido a la capa de aire entre las capas de vidrio, que también funciona como barrera térmica, evitando la pérdida de calor.

## CUBIERTAS

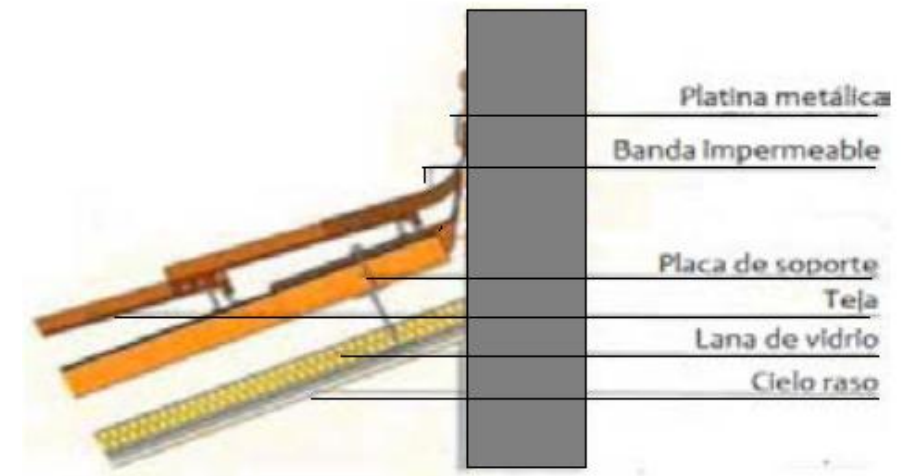
Estos son elementos que sirven como cerramientos exteriores, y su función básica es la de resguardo frente a los agentes externos del clima, a más se puede aprovechar para aislación térmica y acústica.

En cuanto a la protección térmica, las cubiertas desempeñan un papel fundamental, ya que debido a su ubicación este es el elemento con mayor captación solar en la edificación.

Para obtener un mayor rendimiento bioclimático es recomendable orientar las cubiertas en sentido de la trayectoria solar. Las cubiertas deben tener una buena aislación térmica para evitar las fugas de calor durante la noche, además se debe tener en cuenta que este elemento debe permitir contracciones y dilataciones por estar expuesta a los factores externos. El viento es otro agente del clima que afecta de forma directa a la cubierta, por ello es importante que estén orientadas a favor del viento, para redirigir su curso y lograr una ventilación óptima sin pérdidas de energía.

Como ya lo había mencionado al ser la cubierta la que tiene mayor exposición solar, se la puede aprovechar para la colocación de paneles solares, calentadores de agua u otro elemento que pueda aprovechar la radiación solar.

## CUBIERTA DE TEJA



La cubierta de teja como elemento constructivo presenta grandes ventajas debido a las propiedades de la teja, además este material es tradicional de la ciudad y va a permitir una integración con el entorno inmediato.

Las tejas presentan gran resistencia a los agentes externos, además son impermeables y al ser instaladas correctamente soportan vientos muy fuertes, este material es completamente ecológico durante el proceso de su vida útil, debido a su durabilidad y resistencia este puede ser reciclado, para ser usado de relleno evitando la contaminación.

Además es buen aislante térmico, no tiene problemas al estar en contacto con el fuego y su mantenimiento es mínimo o nulo, convirtiéndose en un material idóneo para las cubiertas.

## SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que el proyecto está enfocado íntimamente a la sostenibilidad, a continuación se especificará los beneficios que el diseño presenta, tomando en cuenta los estándares que la Certificación LEED ofrece.

Se ha considerado los parámetros LEED, sabiendo que es el sistema de certificación y valoración con mayor reconocimiento a nivel mundial.

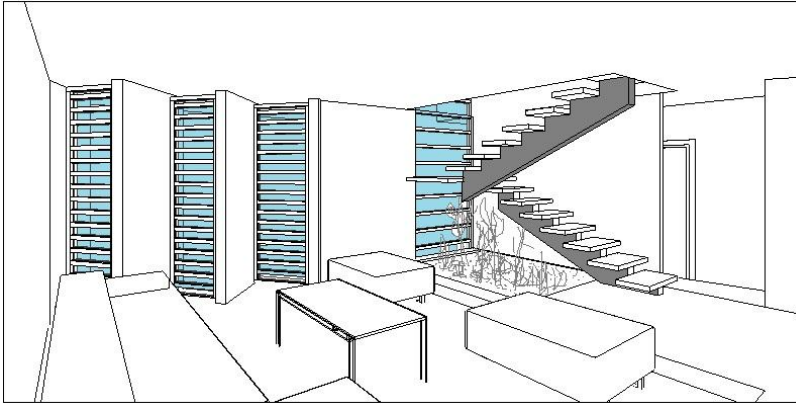
Dentro de las categorías que LEED enmarca, el proyecto presenta las siguientes características:

- **Desarrollo sostenible del sitio:** el lugar elegido para el emplazamiento del proyecto, está destinado para vivienda, por lo tanto se ha respetado a normativa de la ciudad y se ha evitado el emplazamiento en lugares que afecten a ecosistemas, además por su ubicación cuenta con servicio de transporte público apropiado.
- **Eficiencia energética:** dentro de este punto el proyecto cumple con múltiples estrategias de ahorro de energía.
  - Uso de paneles fotovoltaicos, para abastecer a la vivienda de energía limpia.
  - Uso de calentador de agua solar.
  - Correcta iluminación natural, mediante muros orientados al recorrido del sol.
- **Ahorro en agua:** mediante grifería e inodoros con sistema de ahorro del agua.

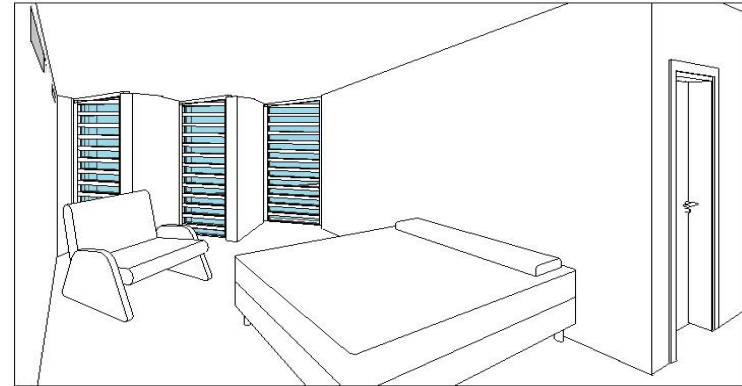
- **Calidad ambiental interior:** gracias a la correcta ubicación de vanos se ha conseguido una iluminación natural y óptima durante el día y en la noche mediante iluminación led, que es abastecida por el sistema de paneles fotovoltaicos.
  - Adecuada ventilación aprovechando la dirección de los vientos.
  - La vivienda cuenta con vistas en sus cuatro fachadas, haciendo que el espacio interior se proyecte hacia el exterior.
- **Selección de materiales:** el tipo de materiales elegidos han sido básicamente los prefabricados ayudando a evitar la generación de excesivos desperdicios en la construcción, además los paneles utilizados en la tabiquería y el uso de doble acristalamiento en las ventanas permiten que la vivienda cuente con un buen confort térmico y acústico.
- En comparación a viviendas tradicionales cuenta con sistemas de ahorro energético.
- Mejora la calidad de vida y salud de los usuarios.
- Reduce los efectos negativos de la construcción ayudando a combatir los efectos del cambio climático.
- Reduce y mejora el uso del agua.
- Es una vivienda responsable y comprometida con el medio ambiente.

## PERSPECTIVAS INTERIORES

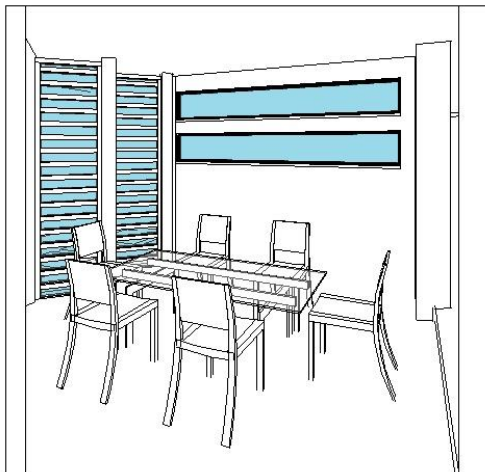
SALA



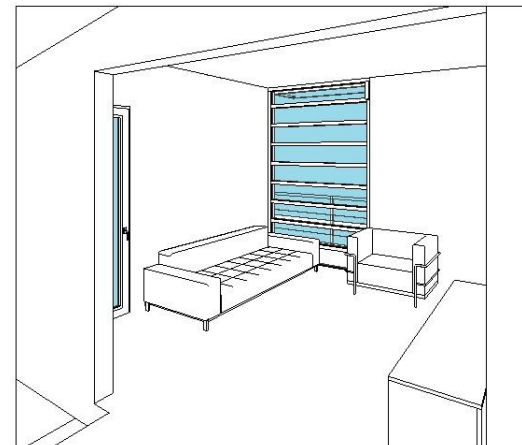
DORMITORIO PADRES



COMEDOR



SALA DE ESTAR





## PERSPECTIVAS EXTERIORES









## conclusión

Implementar buenas prácticas constructivas, referidas a la sustentabilidad, se logra mediante el conocimiento de los condicionantes que están afectando directamente al proyecto como es el caso del clima, la topografía, la contaminación, entre otros.

En el caso específico del clima, sus factores como la humedad, la temperatura, el viento, brindan un vínculo con el medio ambiente, lo cual es favorable para aprovechar los beneficios que la naturaleza nos brinda para ocuparlos a favor del proyecto.

Se debe tener en cuenta las estrategias bioclimáticas, y aplicarlas de acuerdo a las necesidades de cada proyecto, puesto que dependiendo del uso que se dé al espacio, se pueden aplicar ciertos sistemas.

Así que la implementación de técnicas sustentables debe ser elegidas cuidadosamente y estar interrelacionadas, unas con otras, para evitar que la vivienda trabaje con elementos bioclimáticos aislados, es de suma importancia que estos se complementen para obtener un resultado óptimo de confort y diseño.

Debemos tener como premisa que la Arquitectura Sustentable, es nuestro recurso para aportar de manera positiva al medio ambiente, evitando construcciones de alto gasto energético, al contrario aprovechemos los beneficios de los recursos renovables, como el sol, el viento, el agua que a más de ser

gratuitos, con un correcto uso se puede eliminar el uso de climatización artificial, para refrigerar o calefaccionar.

Con el estudio realizado, se hace evidente la importancia del correcto uso de la arquitectura frente al medio que nos rodea.

En la ciudad de Cuenca, debido a su ubicación geográfica, presenta un clima templado relativamente estable a lo largo del año, lo cual es favorable, en cuanto al diseño, porque se pueden omitir algunas estrategias sustentables como el uso de aislantes térmicos, sin embargo, tenemos otros factores que son de gran ayuda para lograr un buen desempeño de la vivienda en cuanto a calidad, como es el caso del sol.

El sol como recurso inagotable, es imprescindible dentro del diseño sostenible, para una correcta iluminación y calefacción.

Para alcanzar mayor beneficio del sol, se debe conocer la orientación del proyecto con respecto a este, en nuestro caso se debe aprovechar las fachadas este – oeste para captar la mayor radiación solar, tanto en la mañana como en la tarde y transmitirla a la vivienda en el transcurso de la noche.

Mediante el presente trabajo, se ha logrado un manejo suficiente en términos y conceptos que componen a la Arquitectura Sustentable y su evolución, y que con conocimiento e imaginación se puede lograr grandes cosas entre ellas la capacidad de comprometerse a cuidar el medio ambiente a través de la Arquitectura.

## bibliografía

- García Santos, Alfonso (2005) Vivienda Bioclimática autosuficiente en Washinton: Magic Box Proyecto de la UPM para el concurso Solar Decathlon.
- Meza, Hugo. *Prefabricación*. Tesis USAC. 1979.
- Sarmanho. A., Moraes De Crasto. R. (2006). *Steel Framing Arquitectura*.
- *CARTILLA DE CONSTRUCCIÓN CON MADERA*, Junta del Acuerdo de Cartagena.
- Ordenanza N° 28, Ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el Uso y Ocupación del Suelo Urbano.
- Estación Meteorológica Mariscal Lamar
- Atlas Solar del Ecuador. CONELEC
- Catálogo de productos Tugalt. (2010). *Tugalt, el futuro se construye con acero*.
- Revista ArchitecturaDesing Green
- Documento del seminario “*Las aplicaciones productivas y sustentables de la energía solar*”. Laboratorio de Energía Solar. Departamento de Física. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica.
- Revista de Ciencia y Tecnología INGENIUS. (2001). *Agua caliente sanitaria de uso doméstico con Energía Solar, una alternativa para la ciudad de Cuenca*.
- [www.inmobiliare.com](http://www.inmobiliare.com)
- [www.significados.info](http://www.significados.info)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [www.eternit.com.ec](http://www.eternit.com.ec)
- [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com)
- [www.codigoarquitectura.com](http://www.codigoarquitectura.com)
- [www.greenglobe.com](http://www.greenglobe.com)
- [www.holcim.com](http://www.holcim.com)
- [www.bream.org](http://www.bream.org)
- [www.dngb.de](http://www.dngb.de)
- [www.ecuadorgbc.org](http://www.ecuadorgbc.org)
- [www.ciencia.vanguardia.es](http://www.ciencia.vanguardia.es)
- [www.soloarquitectura.com](http://www.soloarquitectura.com)
- [www.revista-ambiente.com.ar](http://www.revista-ambiente.com.ar)
- [www.gea-es.org/bioconstruccion](http://www.gea-es.org/bioconstruccion)