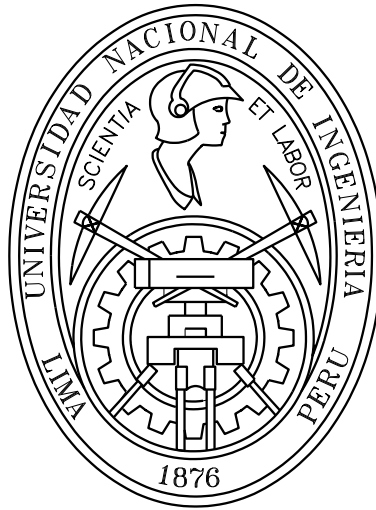


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



APLICACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN EL DISEÑO
DE EDIFICACIONES FUTURAS SOSTENIBLES

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

ELABORADO POR

Arq. JACKIELI JANET PALMA ALEJANDRO

ASESOR

Master ISAÍAS QUEVEDO DE LA CRUZ

Lima-Perú

2015

APLICACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN EL DISEÑO DE
EDIFICACIONES FUTURAS SOSTENIBLES

Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro

Presentado a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil en
cumplimiento parcial de los requerimientos para el grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

2015

Autor : Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro

Recomendado : Master Isaías Quevedo De La Cruz

Aceptado por : Dr. Javier Arrieta Freyre
Jefe de la Sección de Posgrado

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado:

A mi esposo Félix por ser el hombre más inteligente persistente, dedicado y trabajador que he conocido a mi pequeño hijo Said, mi luz, mi alegría, quienes con su apoyo y amor hicieron que cumpliera mis objetivos y metas.

A mi mama Rafaela un ejemplo de madre muy trabajadora, dedicada y amorosa, A mi papa Antonio por ser amoroso siempre preocupado por sus hijas, A mis hermanas Zoila y Roció quienes con su preocupación, apoyo y cariño me ayudaron a culminar mis estudios de posgrado.

Jackieli Palma.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a mi asesor el Mg. Isaías Quevedo de la Cruz, quien con su apoyo y orientación en la asignatura Organización de Proyectos Tecnológicos, motivo el desarrollo de la presente tesis.

Una deferencia muy especial a mi esposo Félix Marín Guillen por su apoyo académico y emocional durante la realización de mis estudios de posgrado y en el desarrollo del presente estudio.

Agradezco a los catedráticos de la Maestría en Tecnología de la Construcción, por brindarme sus conocimientos académicos durante mi estancia en la sección de posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI.

Además un agradecimiento al personal administrativo de la sección de posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería por su apoyo durante la realización de mis estudios.

RESUMEN

Lo que se pretende con la investigación es proponer el uso de los nuevos materiales nanoestructurados en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas con el fin de lograr una vivienda sostenible, es decir lograr una vivienda de bajo consumo energético y amigable con el medio ambiente, desde la etapa de planificación hasta la etapa de mantenimiento, para de esta forma disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, que es uno de los objetivos a futuro que se ha propuesto el Perú, en la última Convención sobre Cambio Climático de la COP 20.

La aplicación de la nanotecnología en los materiales nanoestructurados es favorable al sector construcción, debido a brinda nuevos materiales con mejores propiedades físicas y mecánicas, las cuales deben ser aprovechadas por los arquitectos.

Los materiales nanoestructurados están cambiando la concepción del diseño arquitectónico, brinda al arquitecto libertades que antes no contaba debido a que eran condicionados por los materiales tradicionales. Por tal motivo es que ahora se puede hablar de nuevas tendencias arquitectónicas, tendencias ecológicas, tendencias biológicas, etc. el arquitecto es el que va a promover el rumbo de los nuevos materiales nanoestructurados. El factor determinante en el diseño ya no serán los materiales de construcción sino la creatividad e imaginación de los arquitectos.

“Es preferible tener ideas y no recursos que tener recursos y no ideas”

Como sabemos, nos encontramos ante un mundo que tiende a urbanizarse, y desde luego que esto llevara a que las ciudades experimenten un crecimiento de población sin precedentes. Se estima que la creciente urbanización requerirá que durante los próximos 40 años se construyan la misma cantidad de viviendas e infraestructura que se han construido durante los últimos 1,000 años.

Actualmente las ciudades contribuyen con cerca del 70 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero, consumen el 75 por ciento de los recursos y dos terceras partes de la energía utilizada. Es por ello que es importante contar con materiales que ayuden a crear edificaciones sostenibles.

Una vivienda sostenible diseñada bajo la premisa de uso de los materiales nanoestructurados presenta un bajo consumo energético, es por ello si hablamos de certificación energética es de suponer que este tipo de vivienda llegue a obtener una calificación alta (“A” – LEED PLATINUM).

Además el uso de los materiales nanoestructurados permite a la vivienda brindar confort a sus ocupantes y disminuir el costo en el mantenimiento de las viviendas, debido a las propiedades que brindan, eliminando gastos en climatización interior, disminuyendo gastos de iluminación y brindando un ambiente agradable a sus habitantes.

SUMMARY

The aim with this research is to propose the use of new nanostructured materials in improving the architectural design of houses in order to achieve a sustainable housing, ie achieve a home energy-friendly consumer environment, from the planning stage to the maintenance stage, to thereby reduce emissions of greenhouse gases, which is one of the future goals it has set Peru in the last Convention on Climate Change COP 20.

The application of nanotechnology in nanostructured materials is favorable to the construction sector, because provides new materials with improved physical and mechanical properties, which must be used by architects.

Nanostructured materials are changing conception of architectural design, provides the architect freedoms that were not counted because they were conditioned by traditional materials. Therefore is that now we can talk about new architectural trends, ecological trends, biological tendencies, etc. the architect is the one that will promote the course of new nanostructured materials. The determining factor in the design are no longer building materials but the creativity and imagination of architects.

"It's better to have no ideas and resources that have resources and no ideas"

As we know, we face a world that tends to urbanize, and certainly this would lead to the cities experience an unprecedented population growth. It is estimated that increasing urbanization will require over the next 40 years the same amount of housing and infrastructure that have been built over the last 1,000 years to build.

Currently the cities contribute about 70 percent of emissions of greenhouse gases, consume 75 percent of the resources and two thirds of the energy used. That is why it is important to have materials that help create sustainable buildings.

A sustainable housing designed under the premise of using new nanostructured materials has low energy consumption, which is why if we talk about energy certification presumably this kind of housing come to get high marks ("A" - LEED PLATINUM).

Besides the use of nanostructured materials allows the housing to provide comfort to its occupants and reduce the cost in maintaining housing, due to the properties they provide, eliminating costs indoor climate, reducing lighting costs and providing a friendly environment its inhabitants.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Generalidades	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Descripción del Problema.....	3
1.2.2. Problema general.....	5
1.2.3. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Hipótesis	6
1.4.1. Hipótesis general	6
1.4.2. Hipótesis específicas	6
1.5. Justificación	7
1.6. Alcances y limitaciones	8
1.7. Contenido del estudio.....	9
CAPÍTULO II	11
2. ANTECEDENTES	12
2.1. Estado del Arte de las investigaciones en Nanotecnología	13
2.1.1. Tendencias de las Investigaciones de Nanotecnología a nivel mundial.....	13
2.1.2. Patentes de la Nanotecnología a nivel mundial	14
2.1.3. La evolución de la producción científica nanotecnológica	14
2.1.4. Inversiones en Nanotecnología a nivel mundial.....	17
2.1.5. La actividad científica y tecnológica en el Perú	17
2.1.6. La Nanotecnología en el Perú	20
2.1.7. Los nuevos materiales	23
2.1.8. Edificaciones Sostenibles en el Perú	24
CAPÍTULO III	25
3. MARCO TEÓRICO.....	26
3.1. Bases teóricas.....	26

3.1.1. La nanotecnología y el sector construcción	26
3.1.2. Empleo de los nuevos materiales en la construcción	27
3.1.3. Los materiales nanoestructurados	27
3.1.4. Aplicaciones de los materiales nanoestructurados	28
3.2. Marco conceptual	28
3.2.1. La Nanotecnología	28
3.2.2. Materiales Nanoestructurados	30
3.2.3. El Confort	30
3.2.3.1. Confort Térmico	31
3.2.3.2. Confort Lumínico	41
3.2.3.3. Confort Acústico	44
3.2.4. Consumo Energético	49
3.2.4.1. Sostenibilidad y eficiencia energética	51
3.2.4.2. Viviendas de bajo consumo energético	52
3.2.4.3. La Certificación Energética	54
a) Certificación Energética	54
b) Certificación LEED	57
3.2.5. Diseño Arquitectónico	59
3.2.6. Vivienda Sostenible	59
CAPÍTULO IV	60
4. LA NANOTECNOLOGÍA Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	61
4.1. La Nanotecnología	61
4.2. Los Materiales Nanoestructurados	62
4.3. La Nanotecnología Aplicada a los Materiales de Construcción	64
4.4. Identificación de los Materiales Nanoestructurados usados en el sector construcción	65
CAPÍTULO V	70
5. VIVIENDA SOSTENIBLE - DISEÑO ARQUITECTÓNICO	71
5.1. Estado Situacional de las viviendas en el Perú	71
5.2. Vivienda Sostenible	72
5.3. Diseño Arquitectónico	72
5.3.1. Etapa de Diseño	73
5.3.2. Etapa de Construcción y mantenimiento	73
5.3.3. Impacto Ambiental	73
CAPÍTULO VI	74
6. PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE	75
6.1. Etapa de diseño	75

6.1.1. Diseño Espacial	76
a) Conformación de los espacios.....	76
b) Condicionantes Normativas	80
c) Elementos estéticos a nivel de cobertura e interiores.....	81
6.1.2. Confort.....	82
a) Confort Térmico.....	82
b) Confort Acústico	85
c) Confort Lumínico	86
6.2. Etapa de Construcción y mantenimiento	87
6.2.1. Materiales propuestos.....	88
6.2.2. Tecnologías y técnicas constructivas	89
6.2.3. Mantenimiento de la edificación	89
6.3. Impacto económico	90
CAPÍTULO VII.....	91
7. USO DE LOS MATERIALES NANOESTRUCTURADOS EN EL DISEÑO	
ARQUITECTÓNICO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE	92
7.1. Etapa de diseño	92
7.1.1. Diseño Espacial	92
a) Conformación de los espacios.....	92
b) Condicionantes Normativas	97
c) Elementos estéticos a nivel de cobertura e interiores.....	102
7.1.2. Confort.....	106
a) Confort Térmico.....	106
b) Confort Acústico	109
c) Confort Lumínico	110
7.2. Etapa de Construcción y mantenimiento	114
7.2.1. Materiales propuestos.....	114
7.2.2. Tecnologías y técnicas constructivas	117
7.2.3. Mantenimiento de la edificación	118
7.3. Impacto económico	119
7.4. Análisis e interpretación	121
CAPÍTULO VIII.....	125
8. APLICACIÓN DE LAS PROPUESTAS EN EDIFICACIONES URBANAS	126
8.1. Prototipo de diseño de una edificación multifamiliar empleando los	
materiales nanoestructurados propuestos.....	126
8.2. Propuesta de diseño de la vivienda empleando materiales tradicionales	127
8.3. Propuesta del prototipo de diseño de la vivienda empleando materiales	
nanoestructurados.....	130
8.4. Análisis de la propuesta planteada	139

CAPÍTULO IX	142
9. ENCUESTA PROSPECTIVA SITUACIONAL DE LA NANOTECNOLOGÍA Y EL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ.....	143
9.1. Resultados y Análisis de la encuesta realizada	143
CAPÍTULO X	155
10. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	156
10.1. Conclusiones.....	156
10.2. Recomendaciones y futuras líneas de investigación	159
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	160
ANEXOS:.....	162
ANEXO 1: Formato de encuesta para determinar el confort térmico de una vivienda.....	163
ANEXO 2: Encuestas realizadas	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Publicaciones de los principales países del mundo en nanotecnología	15
Figura 2: Publicaciones de los principales países Iberoamericanos en nanotecnología	16
Figura 3: Publicaciones de los países Iberoamericanos en nanotecnología.....	16
Figura 4: Publicaciones de los países Iberoamericanos en nanotecnología.....	18
Figura 5: Mapa de Perú con la ubicación geográfica de los centros donde se realiza alguna actividad en nanotecnología	22
Figura 6: Variables del Confort Térmico	32
Figura 7: Factores que influyen en el Confort Térmico	32
Figura 8: Ejemplo de temperatura irradiada por un muro al interior de un espacio	33
Figura 9: Ejemplo de temperatura irradiada por los muros y pisos interiores de un espacio.....	34
Figura 10: Ejemplo de sensaciones de calor en función a la ubicación	34
Figura 11: Confort climático en base a la temperatura y humedad	35
Figura 12: Percepción de la temperatura en función al viento.....	36
Figura 13: Movimiento del aire.....	36
Figura 14: Mecanismos de Equilibrio Térmico	37
Figura 15: Diagrama bioclimático de confort	38
Figura 16: Ábaco psicométrico de Givoni, donde además de la zona de confort se observan las zonas que pueden corregirse con la aplicación de determinados principios térmicos.....	39
Figura 17: Carta Bioclimática de Olgyay	39
Figura 18: El confort Lumínico	41
Figura 19: Medición de Iluminancia en interiores.....	42
Figura 20: Gráfica de Kruithof, en la cual se relaciona la iluminancia con la temperatura de color y define una zona de mayor compatibilidad entre ambas	44
Figura 21: El confort Acústico	45
Figura 22: Esquematización del ruido en una vivienda.....	49
Figura 23: Modelo de Certificación Energética	55
Figura 24: Procedimiento de obtención del certificado de eficiencia energética.....	56
Figura 25: Movimientos en el Negocio Residencial de viviendas en el Perú. Elaborado por el Comercio.....	71

Figura 26: Ejemplos de orientación y ubicación de los terrenos.....	77
Figura 27: Análisis bioclimático de una vivienda con disposición libre de terreno	77
Figura 28: Análisis bioclimático de una vivienda con una posición determinada del terreno.....	78
Figura 29: Formas de los terrenos.....	79
Figura 30: Soluciones climáticas de asoleamiento	79
Figura 31: Soluciones climáticas de asoleamiento entre dos viviendas.....	80
Figura 32: Posicionamiento de una construcción, descontando el % de área libre en dos formas de terreno	81
Figura 33: Diseño de una vivienda en zona gélida	84
Figura 34: Diseño de una vivienda en zona calurosa	84
Figura 35: Materiales tradicionales del sector construcción	88
Figura 36: Tecnologías constructivas tradicionales	89
Figura 37: Funcionamiento de los vidrios inteligentes electrocrómicos.....	93
Figura 38: Control de ingreso de la luz y el calor de los vidrios Electrocrómicos.....	94
Figura 39: Fachada homeostática, cuando la incidencia del sol es poca y permite el ingreso de la luz.....	95
Figura 40: Fachada homeostática, cuando la incidencia del sol es directa, funciona atenuando el ingreso de la luz en la vivienda	95
Figura 41: Fachada homeostática, se aprecia los dos casos en comparación.....	96
Figura 42: Vivienda con fachadas inteligentes que permiten el ingreso de luz adecuada a la vivienda, garantizando el confort térmico de la vivienda.....	96
Figura 43: Fachadas naturales que ayudan a controlar el ingreso de la luz a la vivienda, pero se debe dejar un retiro necesario para la cobertura exterior de la fachada, disminuyendo el área de construir final	97
Figura 44: Permite el paso de la Luz	98
Figura 45: No permite el paso de la Luz.....	98
Figura 46: Concreto Translucido de fibra óptica	99
Figura 47: Uso del vidrio como tabiquería que garantiza la iluminación de los ambientes, sin necesidad de mucha área libre.....	101
Figura 48: Uso del concreto translucido como tabiquería que garantiza la iluminación de los ambientes, sin necesidad de mucha área libre	101
Figura 49: Propuesta de un símil de viviendas futuras a la casa en el árbol con una circulación vertical central	102
Figura 50: Propuesta futurista de casas biológicas.....	103

Figura 51: Propuesta futurista de casas biológicas que se construyen solas, tomando el símil de las plantas, y se acomodan a las necesidades de los habitantes.....	104
Figura 52: Recubrimientos de los acabados interiores	105
Figura 53: Suelo radiante, climatizador de viviendas.....	107
Figura 54: Usos de los techos verdes en las viviendas	108
Figura 55: Especificación de los componentes del techo verde	109
Figura 56: Materiales aislantes o silenciadores de ruidos	109
Figura 57: Materiales fonoabsorbentes en paredes.....	110
Figura 58: Paneles de Vidrio laminado fotovoltaico	112
Figura 59: Organización de los paneles de Vidrio laminado fotovoltaico	113
Figura 60: Vidrios inteligentes que controlan el ingreso de la iluminación	113
Figura 61: Las casa flotantes, Casas Futuristas	115
Figura 62: La arquitectura Futurista.....	115
Figura 63: Hoteles Futuristas, Rafael L. Collier.....	115
Figura 64: Comuna Seúl 2026: Torres verdes, Diseñada por Mass Studies	116
Figura 65: Casa del futuro proyecto de formas orgánicas	116
Figura 66: Técnicas y tecnologías constructivas.....	117
Figura 67: Unidades redondas de casas futuristas montadas en altura.....	118
Figura 68: Viviendas de lujo en Dubai.....	119
Figura 69: Concreto y Aislamiento Térmico	120
Figura 70: Iluminación del pasadizo interior.....	129
Figura 71: Asoleamiento de la vivienda interior y exterior	129
Figura 72: Orientación Solar.....	130
Figura 73: Incidencia del sol 10 am	131
Figura 74: Incidencia del sol 3 pm	131
Figura 75: Muro de concreto translucido en la habitación principal posterior (hora: 3 pm)	132
Figura 76: Muro de concreto translucido en la habitación secundaria posterior.	132
Figura 77: El área del Jardín (tragaluz) interior se redujo de 21 m ² a 16 m ²	133
Figura 78: Iluminación de la Sala (10 am), deja pasar la luz necesaria.	133
Figura 79: Iluminación de la Sala (3 pm), controla el ingreso del calor y permite el ingreso de la luz.....	134

Figura 80: El área de la sala comedor aumento de 21 m ² a 26 m ²	134
Figura 81: Se ha mantenido el retiro limpio sin balcones, dando una sensación de mayor amplitud.	135
Figura 82: Vivienda propuesta con materiales nanotecnológicos.....	135
Figura 83: Vivienda propuesta sin materiales nanotecnológicos.....	135
Figura 84: Muro de concreto translucido en la habitación, se aprecia los dos tipos de muros (muro tradicional y muro translucido).	136
Figura 85: Techo verde propuesto en la azotea.....	136
Figura 86: Esquema de un techo verde.	137
Figura 87: Materiales acústicos en el techo y en las ventanas que permitan el control del ruido del exterior.	137
Figura 88: Se propone aditivos en los acabados interiores, en los cerámicos para brindarle mayor durabilidad.....	138
Figura 89: Cerámicos autolimpiables y de mayor duración.	138
Figura 90: Panel Solar para la generación energética.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de publicaciones sobre nanotecnología de autores peruanos durante el periodo 2002 - 2010.....	23
Tabla 2: Propiedades Térmicas de Distintos Materiales Utilizados en la Construcción	40
Tabla 3: Fluctuaciones de Temperatura y Espesores Comunes de Muros Usados en Construcción	40
Tabla 4: Colores y asociaciones.....	43
Tabla 5: ILUMINANCIA (valores generales).....	44
Tabla 6: Rango de frecuencia de distintos sonidos	46
Tabla 7: Frecuencias del sonido que indican el tono de un sonido.....	46
Tabla 8: Respuesta subjetiva a los cambios de niveles sonoros	47
Tabla 9: Niveles de presión sonora recomendados para diferentes recintos.....	47
Tabla 10: Valores aconsejables de temperatura.....	83
Tabla 11: Tipo de Vidrios inteligentes.....	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 1	143
Gráfico 2: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 2	144
Gráfico 3: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 3	145
Gráfico 4: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 4	145
Gráfico 5: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 5	146
Gráfico 6: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 6	147
Gráfico 7: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 7	147
Gráfico 8: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 8	148
Gráfico 9: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 9	149
Gráfico 10: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 10	149
Gráfico 11: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 11	150
Gráfico 12: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 12	151
Gráfico 13: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 13	151
Gráfico 14: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 14	152
Gráfico 15: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 15	153



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

Históricamente el sector construcción ha manejado un sin número de variables como las financieras, sociales, ambientales y políticas, mientras que se consideraba a los materiales de construcción como una constante.

Actualmente la aplicación de la nanotecnología a los materiales nos provee un mundo de nuevos materiales de construcción, modificando las nanoestructuras de los materiales ya sea tradicionales o innovadores, haciéndolos más ligeros, resistentes, con menor impacto ambiental e incluso autoadaptables e inteligentes, dejando con ello de ser una constante.

Existen investigaciones de nanotecnología donde se combina el crecimiento económico con un menor consumo de materiales, estudios de la actividad fotocatalítica en pastas de cemento, estudios de muros de concreto que descompongan los gases expulsados por los tubos de escape de vehículos en túneles de carretera, estudios de células fotovoltaicas basadas en capas de grafeno flexible recubiertas con nanohilos, propuestas de Edificios inteligentes y seguros” capaces de autorrepararse en caso de terremoto.

Por lo que viendo en prospectiva podríamos concebir edificios cinco veces más altos que soportarán cargas cinco veces mayores, cuyas secciones estructurales fueran más esbeltas, y que ante un sismo no se fracturarán. Imaginaríamos edificios cuyas paredes y pisos cambiaran de color conforme la luz del sol cambiará de tono. Pensaríamos entonces en muros divisorios que fueran transparentes en el día, y opacos en la noche. Veríamos casas de dos pisos, fácilmente remolcadas por un pequeño vehículo, para cambiar de ubicación. Encontraríamos en cualquier supermercado grandes componentes estructurales, a precios económicos, suficientemente ligeros para que un niño de cuatro años los pudiera cargar.

Como sabemos, nos encontramos ante un mundo que tiende a urbanizarse, y desde luego que esto llevara a que las ciudades experimenten un crecimiento de población sin precedentes. El Foro Económico Mundial estima que la creciente urbanización requerirá que durante los próximos 40 años se construyan la misma cantidad de viviendas e infraestructura que se han construido durante los últimos 1,000 años.

Actualmente las ciudades contribuyen con cerca del 70 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero, consumen el 75 por ciento de los recursos y dos terceras partes de la energía utilizada.

Ahora si analizamos el incremento de la población desde el punto de vista arquitectónico, es indudable que se construirán edificios imponentes en las zonas más pobladas de la ciudad. Gran parte de esta magnificencia estará dada por la altura de los rascacielos.



Hoy es común que se piense básicamente en reducir los costos de construcción, sin preocuparse si el edificio consumirá muchos recursos naturales, si generará emisiones de CO₂ y residuos; se incorporan alegremente nuevos materiales sin saber su toxicidad futura. Cuando hablamos de una sociedad sostenible estamos hablando de reducir el impacto de nuestra acción sobre el medio ambiente; sociedad que es capaz de proporcionar bienestar a su población, interactuando con ese medio ambiente sin hipotecar la vida de las futuras generaciones.

Los arquitectos en estos tiempos no podemos diseñar con ideas preconcebidas y obsoletas, tenemos que ser prospectivos y pensar en nuevas formas de diseños, gracias a la existencia de los nuevos materiales de construcción, además debemos de ser capaces de proponer la existencia de nuevos materiales no convencionales para resolver las problemáticas de las viviendas. Pero, como sabemos el negocio de la construcción es conservador, y las innovaciones a menudo tienen dificultades para entrar en el mercado. Una de las principales razones de esto son los precios altos.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción del problema

En la actualidad, la población de áreas rurales es igual a la urbana. Las Naciones Unidas estiman que en el año 2050 habrá más de 9 mil millones de personas en el mundo, de las cuales el 70% vivirá en las ciudades. Es por ello que gran parte de estas personas vivirán en viviendas con condiciones deficientes. Como podemos advertir, nos encontramos ante un mundo que tiende a urbanizarse, y por consiguiente las ciudades experimentarán un crecimiento de población sin precedentes. Tengamos en cuenta que este fenómeno se dará particularmente en los países en vías de desarrollo.

Se estima que la creciente urbanización requerirá que durante los próximos 40 años se construyan la misma cantidad de viviendas e infraestructura que se han construido durante los últimos 1,000 años.

El Perú tiene una población de 30 millones 814 mil 175 habitantes, concentrados principalmente en la costa y en menor grado en la sierra y selva. Mientras que Lima Metropolitana llega a 9 millones 752 mil habitantes. Según datos del INEI al año 2014.

Según el Fondo Mivivienda, el déficit habitacional en 2014 alcanzó a 1.86 millones de viviendas.



¿Qué consecuencias traerá la urbanización?

Mirando al futuro, se sabe que las ciudades tienden a ser cada vez más grandes. En las zonas rurales habrá muchas viviendas que quedaran desocupadas, mientras que en las grandes ciudades, los departamentos comenzaran a escasear.

Tampoco debemos perder de vista que semejante concentración de población en áreas tan reducidas traerá consigo ciertas problemáticas, tal es el caso de los problemas de abastecimiento, o escasez de agua potable. Ni hablar de las complicaciones propias del congestionamiento de tránsito y sumemos los ruidos molestos y la contaminación.

Además que la acelerada urbanización podría causar un gran impacto negativo al medio ambiente si no es gestionada de forma inteligente. Por ello es importante gestionar la forma en que interactúan el entorno construido por el hombre, y el medio ambiente para garantizar la disponibilidad de los recursos necesarios para sostener a las futuras generaciones, mediante el diseño de edificaciones sostenibles.

¿Cómo estarán construidas las viviendas del futuro?

Si analizamos el incremento de la población desde el punto de vista arquitectónico, es indudable que se construirán edificios imponentes en las zonas más pobladas de la ciudad. Gran parte de esta magnificencia estará dada por la altura de los rascacielos.

Hoy es común que se piense básicamente en reducir los costos de construcción, sin preocuparse si el edificio consumirá muchos recursos naturales, si generará emisiones de CO₂ y residuos; se incorporan alegremente nuevos materiales sin saber su toxicidad futura. Cuando hablamos de una sociedad sostenible estamos hablando de reducir el impacto de nuestra acción sobre el medio ambiente; sociedad que es capaz de proporcionar bienestar a su población, interactuando con ese medio ambiente sin hipotecar la vida de las futuras generaciones.

Metiéndonos más de lleno en el tema de la edificación, todo hace pensar que proliferara la construcción de viviendas más pequeñas con diseños inadecuados, altos consumos energéticos, mayores impactos negativos al medio ambiente y altos costos de mantenimiento durante su vida útil.

En la aportación de soluciones al problema de la vivienda, históricamente hemos manejado e incluido un sinnúmero de variables financieras, sociales, ambientales y políticas, mientras hemos considerado a los materiales constructivos como una constante que no podíamos cambiar mucho, pues la arquitectura está acostumbrada a tomar en su mayoría los productos que naturalmente nos da nuestro planeta.



¿Qué pasaría si ahora invertimos el proceso y tomamos como constante los escasos recursos económicos disponibles y el área mínima para una vivienda sostenible y confortable, y manejamos como variable, de manera globalizada, a los nuevos materiales emergentes (como por ejemplo los materiales nanotecnológicos con mejores propiedades) y su aplicación en innovadores sistemas constructivos?

En la actualidad los avances científicos están presentes en todos los campos como en el sector construcción, tal es el caso de los materiales a los cuales se les ha aplicado la nanotecnología mediante la incorporación de nanopartículas para modificar sus propiedades, brindando nuevos materiales nanoestructurados con mejores propiedades físicas y mecánicas.

Estos materiales son poco usados debido al desconocimiento y arraigo a los materiales tradicionales, no son aprovechados adecuadamente por los profesionales y empresas dedicados al sector construcción.

1.2.2. Problema General

¿Mediante el empleo de la nanotecnología, aplicada a los materiales de construcción, se podrá mejorar el diseño arquitectónico para lograr una edificación futura sostenible en el tiempo?

1.2.3. Problemas Específicos

- Se cree que al determinar los materiales nanotecnológicos con mejores propiedades, estos podrían ser empleados en el sector construcción.
- Se cree que al determinar los materiales nanoestructurados con mejores propiedades, se podría mejorar el diseño arquitectónico de una edificación.
- Se cree que al mejorar el diseño arquitectónico, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, se podrá lograr una edificación sostenible.
- Se piensa que al mejorar el diseño arquitectónico, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, brindará confort a sus habitantes.
- Se piensa que al mejorar el diseño arquitectónico, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, reducirá el impacto negativo de la edificación en el medio ambiente.



1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aplicar la nanotecnología en la arquitectura para mejorar el diseño de una edificación futura sostenible, mediante el uso de nanoestructuras.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los materiales nanotecnológicos que presenten mejores propiedades con la finalidad de ser empleados en el sector construcción.
- Determinar los materiales nanoestructurados que presenten mejores propiedades con la finalidad de ser empleados en el diseño arquitectónico.
- Mejorar el diseño arquitectónico mediante el uso de los materiales nanoestructurados para lograr una edificación sostenible.
- Mejorar el diseño arquitectónico mediante el uso de los materiales nanoestructurados para brindar confort a sus habitantes.
- Mejorar el diseño arquitectónico mediante el uso de los materiales nanoestructurados para disminuir el impacto negativo de la edificación en el medio ambiente.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La aplicación de la nanotecnología mediante el uso de las nanoestructuras en la arquitectura mejora el diseño de una edificación futura sostenible.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Al determinar los materiales nanotecnológicos que presenten mejores propiedades se fomenta su empleo en el sector construcción.
- Al determinar los materiales nanoestructurados que presenten mejores propiedades se fomenta su empleo en el diseño arquitectónico.
- Al mejorar el diseño arquitectónico mediante el uso de los materiales nanoestructurados se logra una edificación sostenible.
- Al mejorar el diseño arquitectónico mediante el uso de los materiales nanoestructurados se brinda confort a sus habitantes.
- Al mejorar el diseño arquitectónico mediante el uso de los materiales nanoestructurados se disminuye el impacto negativo de la edificación en el medio ambiente.



1.5. Justificación

El mundo vive una revolución tecnológica e informática mucho más profunda y extensa que lo que fue la Revolución Industrial del Siglo XVIII.

La obtención de materiales novedosos mediante la nanotecnología está modificando la forma de ver el mundo, la arquitectura debe incorporar estos materiales para concebir los espacios habitables del futuro. La nanotecnología ha conducido a la nanoestructuración de materiales, derivadas de la investigación de procesos industriales que produjeron una serie de nuevos materiales a los que puede prediseñarse sus características y propiedades antes de su creación. Los materiales resultantes poseen comportamientos completamente diferentes a los materiales tradicionales.

Todo tipo de material sólido puede ser nanoestructurado (metales, cerámicos, semiconductores y polímeros). Estos son los materiales que emplea la arquitectura actual, por lo que se abren grandes posibilidades.

Entre los resultados obtenidos se encuentran: metales cinco veces más resistentes que los naturales; cerámicas que nunca se fracturan, apenas se deforman; materiales que cambian de color de acuerdo a la luz que se les aplique y pueden volverse totalmente transparentes; semiconductores trescientas veces más eficaces; cerámicas que resisten altas temperaturas y atmósferas corrosivas.

Estos nuevos materiales permitirían realizar edificios con estructuras más esbeltas que soportarán cargas cinco veces mayores y con estructuras más esbeltas y una altura cinco veces superior. Podríamos imaginar edificios con paredes y pisos que cambiaran de color de acuerdo a la luz solar, esto nos permitiría tener muros divisorios transparentes durante el día y opacos por la noche. Las casas normales serían tan livianas que podríamos trasladarlas, el transporte de materiales sería sumamente sencillo.

La tendencia es que en la vivienda del futuro se tratará de incluir ineludiblemente materiales emergentes en su construcción. Buscando resolver el problema de la vivienda. La investigación y el desarrollo de materiales avanzados y emergentes en la arquitectura son hoy un legítimo reclamo social y ambiental, una nueva y necesaria línea de investigación tecnológica contundente.

Además que estas nuevas tecnologías se preocupan por el medio ambiente y el ahorro del consumo energético.

Tal vez veríamos ciudades con menos contaminantes, al producir la industria de la construcción menos desperdicio. Compraríamos a precios ínfimos computadoras miles de veces más potentes para diseñar nuestros proyectos arquitectónicos, y las podríamos guardar y cargar diariamente en la bolsa de la camisa.



En la medida en que el arquitecto se interese en la investigación de materiales y, en especial, por la nanotecnología, estaremos creando un nuevo y muy diferente concepto de arquitectura. Rompiendo esquemas y materiales, ya obsoletos, que hemos utilizado durante más de mil años. Tal vez, por mencionar algún ejemplo, el peligroso cristal desaparezca al fin de las ventanas, para ser sustituido por un metal o una cerámica transparente e irrompible.

Además la nanotecnología ya se viene empleando en la construcción, en la implementación de sensores en los edificios o puentes para detectar cualquier anomalía o deterioro, por lo que está creada para desarrollar acero y Concreto más fuertes que los que conocemos

La nanotecnología y la arquitectura son interdependientes y combinables. La nanotecnología ofrece soluciones prácticas y palpables a corto, mediano y largo plazo.

En cuanto a las técnicas de construcción, es interesante saber que los nuevos métodos industriales de edificación y los nuevos materiales de construcción permitirán que las casas se construyan más rápidamente, lo que implica que bajaran los costos de mano de obra. Estas ventajas tienen que ver con avances que se darán en los procedimientos de construcción. Es imprescindible que los materiales de construcción, y los sistemas constructivos derivados, cumplan con varias características como son: alta durabilidad y resistencia al deterioro, buen comportamiento mecánico, entre otras.

Por consiguiente, se produce un ahorro considerable de materia en los materiales nanoestructurados y como corolario el peso es mucho menor. Estas cualidades permiten dotar a los materiales de nuevas e insospechadas características.

La aplicación de la nanotecnología a los materiales de construcción, modificando las nanoestructuras de los materiales ya sea tradicionales o innovadores, haciéndolos más ligeros, resistentes, con menor impacto ambiental e incluso autoadaptables e inteligentes.

Por lo que debemos de considerar a los materiales como una variable más, que puede ser controlada y diseñada de acuerdo con nuestras necesidades de vivienda sin menoscabo del confort y de los recursos que requieren los usuarios, logrando con ello, en el futuro, viviendas sostenibles, que ayudará a reducir los impactos ambientales que genera la industria de la Construcción.

1.6. Alcances y limitaciones

El presente trabajo de investigación se ha basado en el análisis y discusión de los materiales existentes en base a las investigaciones publicadas, no se ha tomado desde el punto de vista de proponer un nuevo material, debido a que



este tipo de investigaciones experimentales lo realizan un staf de profesionales que cuentan con una infraestructura (laboratorio) especializada.

Lo que se pretende con la investigación es proponer el uso de los nuevos materiales nanoestructurados en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas con el fin de lograr una vivienda sostenibles, es decir lograr una vivienda de bajo consumo energético y amigable con el medio ambiente, desde la etapa de planificación hasta la etapa de mantenimiento, para de esta forma disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, que es uno de los objetivos a futuro que se ha propuesto el Perú, en la última Convención sobre Cambio Climático de la COP 20.

Como sabemos nuestro país posee una diversidad de climas, el clima de la costa, la sierra y la selva, es por ello que la investigación se centrará en dar soluciones de diseño arquitectónico a las viviendas ubicadas en la zona urbana más poblada, en este caso nos referimos específicamente a Lima, pero las propuestas de solución son factibles para otros climas presentes en el Perú.

Actualmente los arquitectos no podemos diseñar con ideas preconcebidas y obsoletas, tenemos que ser prospectivos y pensar en nuevas formas de diseños, gracias a la existencia de los nuevos materiales de construcción, además debemos de ser capaces de proponer la existencia de nuevos materiales no convencionales para resolver las problemáticas de las viviendas.

Pero, como sabemos el negocio de la construcción es conservador, y las innovaciones a menudo tienen dificultades para entrar en el mercado. Una de las principales razones de esto son los precios altos. Actualmente, los materiales nanoestructurados siguen siendo considerablemente más caro que las alternativas convencionales debido a la tecnología de producción requerida, esto se da como en todo producto nuevo, hasta que se masifique su uso y por ende disminuyan sus costos de producción.

Debido a ello se propone el presente trabajo de investigación, para analizar los posibles beneficios sociales, ambientales y económicos que brinda el uso de los nuevos materiales de construcción, en contraposición a la negativa de las ideas arraigadas por el uso tradicional de los materiales ya conocidos.

1.7. Contenido del estudio

La tesis está dividido en siete (09) capítulos, en los cuales se describe: la problemática planteada para la realización del estudio, las diversas investigaciones existentes en el campo de la nanotecnología aplicada al sector construcción, así como el marco teórico y estado del arte de la nanotecnología y el diseño arquitectónico, y finalmente la propuesta de solución de las problemáticas hallada en el diseño de una vivienda sostenible mediante el uso



de los materiales nanoestructurados. Detallándose los aspectos considerados en cada capítulo, a continuación:

En el **capítulo I** se mencionan las generalidades del presente tema de estudio, así como también se plantean los problemas, objetivos, hipótesis, la justificación de la investigación, los alcances, limitaciones y contenido del estudio.

En el **capítulo II** se hace alusión a los antecedentes del tema de investigación, especificando las teorías generales de las investigaciones de la nanotecnología (estado del arte).

En el **capítulo III** se detallan las bases teóricas referentes a la nanotecnología y los materiales nanoestructurados, así como el marco conceptual de la nanotecnología, el diseño arquitectónico y la vivienda sostenible.

En el **capítulo IV** se analizan las investigaciones de la nanotecnología, en especial los referidos al sector construcción, la aplicación de la nanotecnología en los materiales usados en el sector construcción.

En el **capítulo V** se describen el concepto de vivienda sostenible y el diseño arquitectónico, se analizan sus etapas y características.

En el **capítulo VI** se presenta las problemáticas que se dan en las diferentes etapas del diseño arquitectónico, solo se analizan las problemáticas que pueden ser resueltas mediante el empleo de los materiales nanoestructurados.

En el **capítulo VII** se presenta las propuestas de solución de los problemas encontrados en el capítulo VI mediante el uso de los materiales nanoestructurados analizados en el capítulo IV para lograr una vivienda sostenible con las características mencionadas en el capítulo V, también se presente una idea del impacto económico de las propuestas., además.

En el **capítulo VIII** se presenta la aplicación de las propuestas en el prototipo de diseño de una vivienda multifamiliar, empleando las propuestas realizadas en el capítulo VII.

En el **capítulo IX** se presentan los resultados y el análisis de la encuesta prospectiva realizada a profesionales expertos en el tema para analizar el futuro de la nanotecnología en el sector construcción.

En el **capítulo X** se mencionan las conclusiones, recomendaciones y las futuras líneas de investigación propuestas.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas que se han tomado en cuenta en la elaboración del presente estudio y se detallan los anexos.



CAPÍTULO II

ANTECEDENTES



2. ANTECEDENTES

La aplicación de la nanotecnología a los materiales nos provee un mundo de nuevos materiales de construcción, modificando las nanoestructuras de los materiales ya sea tradicionales o innovadores, haciéndolos más ligeros, resistentes, con menor impacto ambiental e incluso autoadaptables e inteligentes.

Actualmente no existen investigaciones de la implicancia que tienen los nuevos materiales nanoestructurados en el diseño arquitectónico de una edificación, las investigaciones están orientadas por el tema de la aplicación de la nanotecnología en los materiales.

Existen investigaciones de nanotecnología donde se combina el crecimiento económico con un menor consumo de materiales, es decir, más confort con menores costos de materiales. Por ejemplo la nanotecnología aplicada a la generación de energía. (Mathias, C., 2004)

En Laboratorios de Nanotecnología Molecular mediante técnicas, basadas en interacciones débiles, para la preparación de materiales nanoestructurados a partir de componentes más sencillos, se ha sintetizado materiales nanoestructurados funcionales, en condiciones de síntesis suaves. (García M., Abellán G., Carrillo A., Linares N., 2007).

Existen trabajos de investigación de estudios de la actividad fotocatalítica en pastas de cemento Pórtland adicionado con nanopartículas de dióxido de titanio (TiO_2) en fase anatasa y rutilo, con el fin de lograr materiales amigables con el medio ambiente, autolimpiantes y bactericidas. (Cárdenas, C., 2012)

La empresa sueca Skanska pretende construir muros de Concreto que descompongan los gases expulsados por los tubos de escape de vehículos en túneles de carretera, además de aceras que limpian el aire en las ciudades. (Wired News, 2005).

A mediados del 2003, Cognoscible Technologies recibió junto con Ulmen S.A. (www.ulmen.cl) el desafío de desarrollar un producto que reemplazará los efectos contaminantes de microsílíce, incluso los mejorará, y a un precio razonable que ameritará su uso. Tiene como objetivo: una sílice que permitirá cumplir la normativa ambiental: ISO-14001. Utilizando los avances de la nanotecnología, se demostró que no solo no contaminaba (porque estaba en forma líquida), sino que además tenía mucho mejores resultados que microsílíce, y una botella del producto igualaba a un barril entero de microsílíce, cemento extra y superplastificantes.

Investigadores del MIT han producido un nuevo tipo de células fotovoltaicas basadas en capas de grafeno flexible recubiertas con nanohilos. La investigación podría generar células solares de bajo precio, flexibles y transparentes que podrían ser utilizadas en, por ejemplo, ventanas, tejados u otras superficies expuestas a radiación solar. Este tipo de células solares se engloban en el grupo de las thin films. (Hidalgo P., 2013)



En cuanto a construcciones antisísmicas, La Universidad de Leeds anunció en 2007 la puesta en marcha del proyecto ISSB (Universidad de Leeds, 2007), por el que se construirá una casa con nanotecnología que es capaz de autorrepararse en caso de terremoto. La casa estará ubicada en la ladera de una montaña en Grecia antes de diciembre de 2010.

El edificio podrá resistir los terremotos gracias a sensores de vibraciones, y a su capacidad de arreglar por sí sola las grietas que sufran sus muros, capacidad conseguida gracias a un material formado por nanopartículas poliméricas que pasan a estado líquido si se someten a presión.

Dicho líquido fluye y rellena las grietas y después se endurece y forma un material sólido, arreglando así las roturas que sufra el edificio. Gran inversión Para el proyecto, que llevará a cabo el Nano Manufacturing Institute (NMI de dicha universidad (en el Reino Unido), la UE ha destinado un presupuesto de 14 millones de euros.

Según declaraciones del coordinador del proyecto recogidas en el citado comunicado, el profesor Terry Wilkins, del NMI, señala que "nos proponemos utilizar polímeros en situaciones mucho más duras que nunca y a mayor escala". Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas, llamadas monómeros.

Por lo que viendo en prospectiva podríamos concebir edificios cinco veces más altos que soportarán cargas cinco veces mayores, cuyas secciones estructurales fueran más esbeltas, y que ante un sismo no se fracturarán. Imaginaríamos edificios cuyas paredes y pisos cambiaran de color conforme a la intensidad de la luz del sol. Pensaríamos entonces en muros divisorios que fueran transparentes en el día, y opacos en la noche. Veríamos casas de dos pisos, fácilmente remolcadas por un pequeño vehículo, para cambiar de ubicación. Encontraríamos en cualquier supermercado grandes componentes estructurales, a precios económicos, suficientemente ligeros para que un niño de cuatro años los pudiera cargar.

2.1. Estado del Arte de las investigaciones en Nanotecnología

El término Nanotecnología se ha expandido velozmente por los distintos sistemas de ciencia, tecnología e innovación a nivel mundial, y se dice que muchas puertas han sido abiertas al mundo gracias a los avances en esta área.

2.1.1. Tendencias de las Investigaciones de Nanotecnología a nivel

mundial:

El RICyT menciona que Estados Unidos es el país con mayor cantidad de publicaciones, abarcando el 27% del total encontrado en el período 2000-2007. En segundo lugar se encuentra China, que tuvo un crecimiento muy superior en la cantidad de artículos al resto de los países. En tercer y cuarto lugar se encuentran Japón y Alemania, con un número similar de artículos,



y en quinto lugar, Francia. Si bien Francia y Alemania se encuentran en cuarto y quinto lugar respectivamente, estos dos países tienen mayor cantidad de colaboraciones con otros países en sus desarrollos que los que tienen China y Japón.

En cuanto a los países de Iberoamérica, España lidera en cantidad de publicaciones, seguido por Brasil, que tiene un poco más de la mitad de la cantidad de publicaciones que tiene España.

En tercer, cuarto y quinto lugar se encuentran México, Portugal y Argentina. En el período 2000-2007, la suma de la producción de estos tres países supera ligeramente a la cantidad acumulada por Brasil.

2.1.2. Patentes de la Nanotecnología a nivel mundial:

Las patentes suelen utilizarse para medir los desarrollos e innovaciones tecnológicas. Por tal motivo, su medición cobra importancia en el caso de la Nanotecnología, pues las patentes permitirían medir las posibles aplicaciones que se están desarrollando. Para contabilizarlas se consideró la cantidad de ellas solicitadas a través del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (Patent Cooperation Treaty o PCT).

Estados Unidos lidera en cantidad de solicitudes, Japón, Alemania y Francia figuran entre los primeros 5 países, agregándose el Reino Unido en el cuarto lugar.

A diferencia del caso de las publicaciones, China no ha solicitado una gran cantidad de patentes PCT, encontrándose en el decimotercer puesto del ranking. Esto podría deberse a una debilidad del país asiático en transferir los conocimientos básicos que se están generando en los laboratorios y universidades.

En cuanto a los países de Latinoamérica, se encuentran muy por detrás de los líderes en cuanto a cantidad de patentes PCT solicitadas, dado que en orden decreciente, Brasil cuenta con 22 solicitudes, México con 5, Chile con 2 y Argentina con 1, sumas insignificantes en comparación con los primeros países en el ranking.

2.1.3. La evolución de la producción científica nanotecnológica:

La producción científica en el campo de la nanotecnología mundial creció, los artículos sobre nanotecnología alcanzaron un incremento del 100%. Asimismo, pasaron de abarcar el 2,5% de las publicaciones totales en el 2000 a representar el 4,1% de los registros totales en 2007.

Estados Unidos, con 7.206 artículos en 2000 y 12.701 en 2007, manteniendo una presencia cercana al 27% del total en todo el período.

En segundo lugar en 2007 aparece China, destacándose especialmente por su crecimiento muy superior al del resto de los países (pasa de 1.995 a 8.964 registros) y asciende desde el cuarto lugar en 2000.

Completan el listado de los cinco países más importantes en este campo Japón, Alemania y Francia, que presentan un crecimiento moderado.

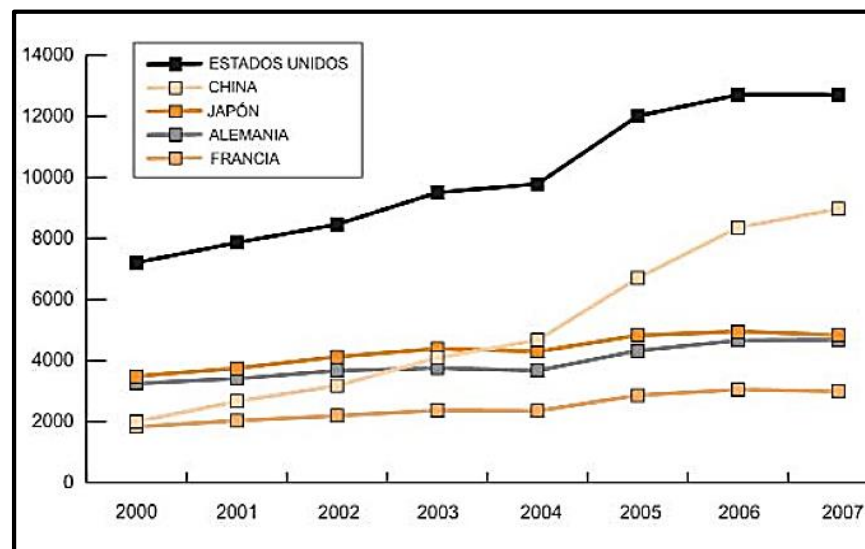


Figura 1: Publicaciones de los principales países del mundo en nanotecnología

Fuente: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2010

Los cinco países con mayor presencia en la producción nanotecnológica a nivel iberoamericano son España, Brasil, México, Portugal y Argentina. (Figura 2).

España se destaca por su fuerte presencia, participa en el 45% de la producción científica en nanotecnología iberoamericana en todo el período. También se destaca por su crecimiento sostenido, a partir del cual asciende de 683 artículos en 2000 a 1.689 en 2007 (con un aumento del 147%).

En segundo lugar aparece Brasil, país latinoamericano responsable de más de la cuarta parte de la producción científica en nanotecnología iberoamericana y también presenta un crecimiento continuo, aumentando más del doble (un 115%). Crecimientos relativos un poco menores registraron, México y Argentina (con aumentos de su producción científica en nanotecnología de un 90% y un 113%).

En cuanto a la participación de cada país en el conjunto de la producción científica en nanotecnología de Iberoamérica acumulado durante 2000-2007 tenemos que España sobresale por su gran volumen de artículos publicados, con 8.955 documentos.

En segundo lugar se encuentra Brasil, con 5.254 publicaciones especializadas. En tercer lugar se ubica México, que registra 2.261

artículos. Portugal, en el cuarto lugar, presenta una producción de 1869 documentos y Argentina, en el quinto, una producción de 1.376 artículos en nanotecnología.

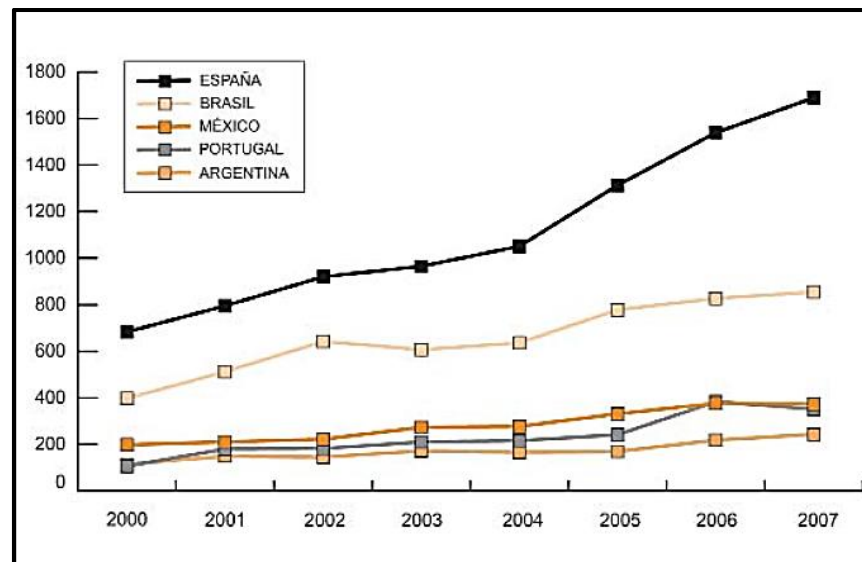


Figura 2: Publicaciones de los principales países Iberoamericanos en nanotecnología

Fuente: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2010

A los cinco principales países iberoamericanos siguen, en orden decreciente, Chile (con 581 publicaciones), Colombia (con 311), Cuba (con 296), Venezuela (con 291), Uruguay (con 83) y Perú (con 50). Por último, pero con una escasa cantidad de artículos (la mayoría inferior a la veintena durante todo el período), se encuentran otros ocho países: Costa Rica, Ecuador, Panamá, Bolivia, Guatemala, Honduras, República Dominicana y Paraguay.

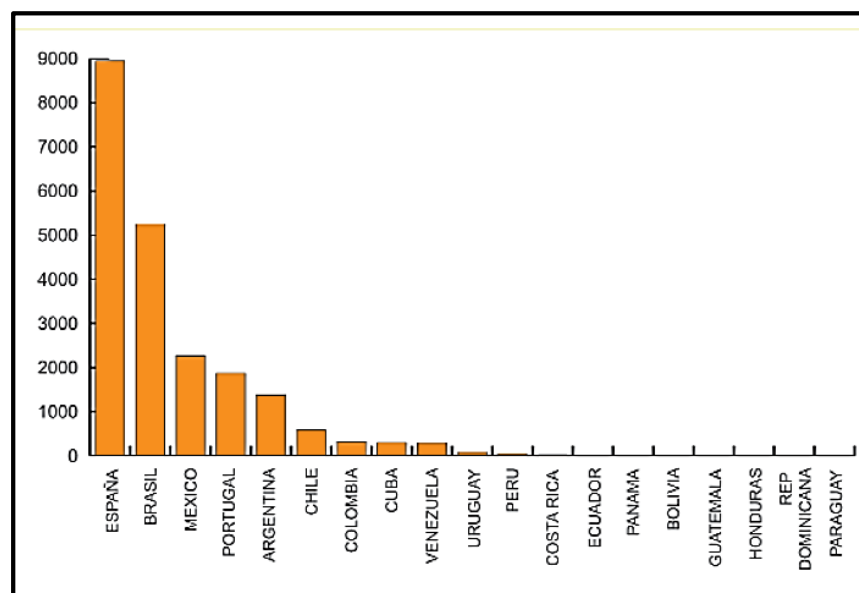


Figura 3: Publicaciones de los países Iberoamericanos en nanotecnología

Fuente: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2010



2.1.4. Inversiones en Nanotecnología a nivel mundial

Estados Unidos fue el primer país en establecer un programa nacional en nanotecnología (NNI) el 2001, con un fondo federal de \$ 464 millones, el 2010 este monto aumentó a \$ 1,800 millones. Actualmente más de 60 países tienen programas nacionales en nanotecnología.

La inversión mundial en investigación y desarrollo (I y D) en nanotecnología es creciente. En el caso de los Estados Unidos y el Japón es notable que la inversión privada sobrepasa la contraparte pública.

Estados Unidos es, por lejos, el país que más invirtió, superando en un 65% aproximadamente a la cantidad invertida por el segundo, Japón. Además, entre los primeros 10 países, se encuentran 6 Europeos, con Alemania liderando la inversión, y 3 países asiáticos. En cuanto a los países de América Central y del Sur, sólo figuran México, Brasil y Argentina, y con montos de inversión muy inferiores al resto de los países en los primeros 10 puestos.

En el 2005 el sector público a nivel mundial invirtió 4.6 miles de millones de dólares en el 2005, con el 36% de Norteamérica (casi todo de Estados Unidos), 36% de Asia (dominada la inversión por Japón), 26% de Europa (liderando la inversión Alemania) y sólo 100 millones de dólares para el resto de los países.

El sector privado realizó casi la misma inversión que el sector público, 4,5 miles de millones de dólares, creciendo un 18% con respecto a las estimaciones previamente realizadas por la consultora para el 2004. En este caso, el 42% de las inversiones se realizaron en Norteamérica, el 38% en Asia, el 19% en Europa y el 2% restante en otros países.

2.1.5. La actividad científica y tecnológica en el Perú

En el Perú, la actividad científica y tecnológica hasta los años sesenta tenía indicadores competitivos en agricultura, medicina, biología y geofísica (Marticorena, 2004).

En los últimos treinta años, la institucionalidad de la ciencia se ha ido fragmentando debido a la implementación de políticas que han desalentado el desarrollo científico y han disuelto los grupos de especialistas ubicados en las universidades y en los centros de investigación (Marticorena, 2004).

La ausencia de políticas internas y el desinterés por el desarrollo científico se incrementaron en los noventa, momento en el que las instituciones involucradas no tenían como invertir ni intervenir en el ámbito público.

En el aspecto institucional, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), no cuenta todavía con una capacidad de convocatoria en los sectores de la política y el empresariado (Marticorena, 2004).

Actualmente, las actividades de investigación y desarrollo experimental (I+D) se realizan en ciertas universidades públicas como es el caso de la UNI y privadas como en la Universidad Peruana Cayetano Heredia y en los centros de investigación del Instituto Peruano de Energía Nuclear). El sector privado tiene una escasa participación.

Los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), el grupo donde Perú aspira a ser incluido, invierten en promedio 2.4% de su PBI y en América Latina, se invierte en promedio 1.75% del PBI. El Perú está muy rezagado con 0.12% del PBI, se piensa duplicar esa cifra al 2016 con 0.25% del PBI y luego aspirar a llegar al 1% del PBI”, según declaraciones del Ministro de la Producción.

Perú se ubica en la posición 119 de un total de 144 naciones en gasto de las empresas en I+D. Esto obedece a que las firmas destinan solo el 0.3% de sus ventas a este rubro (Ver figura 4).

INNOVACIÓN EN EL ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD GLOBAL				
(2014 - 2015)				
PERÚ		MEJOR PAÍS		
Puntuación del 1 al 7	Ránking sobre 144	latinoamericano	Puntuación del 1 al 7	Ránking sobre 144
Innovación				
2.76	117	Puerto Rico	3.96	29
Capacidad para innovar				
3.4	100	Puerto Rico	4.9	20
Calidad de las instituciones científicas				
2.9	117	Costa Rica	4.8	31
Gasto de las empresas en investigación y desarrollo				
2.6	119	El Salvador	4	25
Colaboración universidad y empresa en investigación y desarrollo				
3.1	109	Costa Rica	4.4	33
Compra gubernamental de productos de tecnología avanzada				
3	105	Panamá	4.3	11
Disponibilidad de ingenieros y científicos				
3.3	113	Puerto Rico	5.3	6
Solicitudes de patentes por millón de habitantes				
0.3	89	Chile	6.7	43

FUENTE: Ministerio de la Producción

Figura 4: Publicaciones de los países Iberoamericanos en nanotecnología

Fuente: Ministerio de la Producción del Perú

En 2014, el primer lugar en el gasto de las empresas en I+D lo ocupó Suiza, según el Índice de Competitividad Global. En colaboración entre universidad y empresa en I+D, Finlandia se ubicó como líder mundial



El Congreso aprobó una propuesta del Ejecutivo que incrementa los incentivos tributarios que se otorgan a las empresas que inviertan en investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica (I+D+i).

Según detalló el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec), la iniciativa permitirá que las empresas que invierten en I+D+i puedan deducir esos gastos hasta en un 175%, superando el actual 100% permitido, para el cálculo del Impuesto a la Renta (IR).

Esto se dará en el caso de que los proyectos sean desarrollados directamente por el contribuyente o mediante centros de investigación científica, de desarrollo tecnológico o de innovación tecnológica domiciliados en el país

Según datos del Ministerio de Economía y Finanzas, nuestro país solo cuenta con 0.24 investigadores a tiempo completo por cada 1,000 participantes en la PEA, lo que contrasta con los números de Chile donde el ratio es de 2 por cada 1,000.

La falta de científicos es uno de los motivos que explican por qué las universidades públicas dejaron de invertir 1 500 millones de soles en investigación entre el 2004 y el 2012. Las instituciones reciben ese dinero por concepto de la producción minera y gasífera de su región, con la finalidad que realizar proyectos de estudios que sean útiles en su ámbito. Sin embargo, los fondos no son usados y acaban regresando al MEF.

Por su parte, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) lanzó un ambicioso plan de desarrollo científico llamado "Crear para Crecer" con el que pretende lograr un aumento en la inversión en Investigación y Desarrollo pasando de 0.12% al 0.37% del PBI, para el 2016.

La inversión en tecnología en promedio de América Latina es de 500 millones, pero Perú sólo invierte alrededor del 150 millones (más o menos el 0.12% del PBI).

Entre otros objetivos, el Concytec se propone realizar investigaciones que respondan a las necesidades del sector productivo, incrementar el número de investigadores calificados, mejorar los niveles de calidad de los centros de investigación y desarrollar incentivos para la innovación, motivando la inversión.

Brasil es el país con mayor número de investigaciones sudamericanas, es el creador de dos tercios de las mismas, siendo además el único país de la región que supera el 1% de inversión en I+D, destinándole el 2,8 % del PBI.



700 investigadores peruanos han migrado a otros países que si les permiten dan rienda suelta a su genialidad (la bien llamada fuga de cerebros). Mientras que en territorio nacional sólo existen 400 investigadores y científicos, cifra muy pequeña si es que es comparada con las decenas de miles que hay en Brasil, y más aún, en China. Se debe a que el gobierno peruano no invierte en investigación, importando así casi la totalidad de la tecnología que utiliza para diferentes procesos productivos.

La producción científica de las universidades e institutos en Latinoamérica, según el último informe del grupo SCImago, entre 2008 y 2012, generaron entre todas 3539 investigaciones cifra lejana a las 322260 de las instituciones Brasileñas. Es decir, sólo el 1%. Cabe indicar que Brasil es el país con más universidades en la región (197 universidades), seguido de Perú (137 universidades).

Las instituciones de México, Argentina y Chile no se quedan atrás, y tienen 70 871, 44 007 y 35 009 publicaciones respectivamente.

2.1.6. La Nanotecnología en el Perú

Estados Unidos, China, Japón, Francia y Alemania son los países con mayores tasas de inversión y mayor cantidad de publicaciones (Naciones Unidas, 2011). En América Latina, países como Brasil, Argentina y México se encuentran desarrollando distintas aplicaciones orientadas a la industria, mientras que el Perú presenta serios problemas institucionales. El común denominador de la región es la escasa presencia del sector privado, ya que todavía se estaría a la expectativa de lo que la nanotecnología podría ofrecer.

Respecto al desarrollo de la nanotecnología en el Perú, solamente contamos con un informe sobre el estado de la situación actual. Las líneas principales de investigación se encuentran orientadas al tratamiento del agua, la salud y la contaminación ambiental.

En cuanto al aspecto organizacional, son las universidades las que realizan y promueven más actividades de I+D. Asimismo, se señala que debido al reducido número de investigadores, la mayoría se conocen entre sí. Sin embargo, los vínculos entre las organizaciones y los investigadores son todavía débiles, con lo cual realizar actividades y proyectos en conjunto se tornaría complicado.

La Red Peruana de Nanotecnología está integrada por investigadores del ámbito académico, instituciones públicas, privadas y ONG. Promueve la investigación interinstitucional y multidisciplinaria relacionada con la nanotecnología en el Perú y el mundo. Contiene artículos, tesis, libros



online, revistas, proyectos, reseñas, etc. sobre los temas relacionados a la nanotecnología: nanociencia, nanopartículas, nanomedicina, etc

La Red Peruana de Nanotecnología está conformada por:

Universidades:

- El laboratorio de materiales nanoestructurados, laboratorios de física y química y el laboratorio de películas delgadas de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- El Instituto de química e ingeniería química, el laboratorio de cerámicos y nanomateriales, laboratorio de análisis de suelos, dirección de investigación y desarrollo y el laboratorio de difracción de rayos x de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
- El laboratorio de ecología microbiana y biotecnología Marino Tabusso de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).
- Laboratorio de cerámicos del Departamento académico de ingeniería, metalúrgica y materiales y el Departamento de química de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA).
- Laboratorio de investigación n° 4- sección química- PUCP.
- Departamento académico de física, área de nanoestructuras y películas delgadas de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).

Organizaciones

- Soluciones Prácticas-ITDG
- Oficina de medio ambiente y Dirección nacional de saneamiento (DNS)
- Foro Salud, mesa de salud ambiental Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), subcomité de agua segura.
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM).
- Superintendencia nacional de servicios de agua y saneamiento (Sunass).
- Dirección de investigación y desarrollo del Instituto peruano de ingeniería nuclear (IPEN).
- Laboratorios Centro de innovación tecnología del cuero, calzado e industrias conexas (Citeccal), Ministerio de la Producción (Produce).
- Programa de agua potable y alcantarillado (Proagua) de la Cooperación técnica alemana (GTZ).

La nanotecnología y las Universidades:

En Perú, las primeras actividades relacionados con la Nano ciencia y la Nano tecnología empiezan entre los años 1998 y 2000 como iniciativa de investigadores aislados o pequeños grupos de investigación, básicamente en algunas instituciones como la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), la Facultad de Ciencias Físicas de la

Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), y la Universidad Pontificia la Católica del Perú (PUCP). A la actualidad han incrementado algunas universidades.

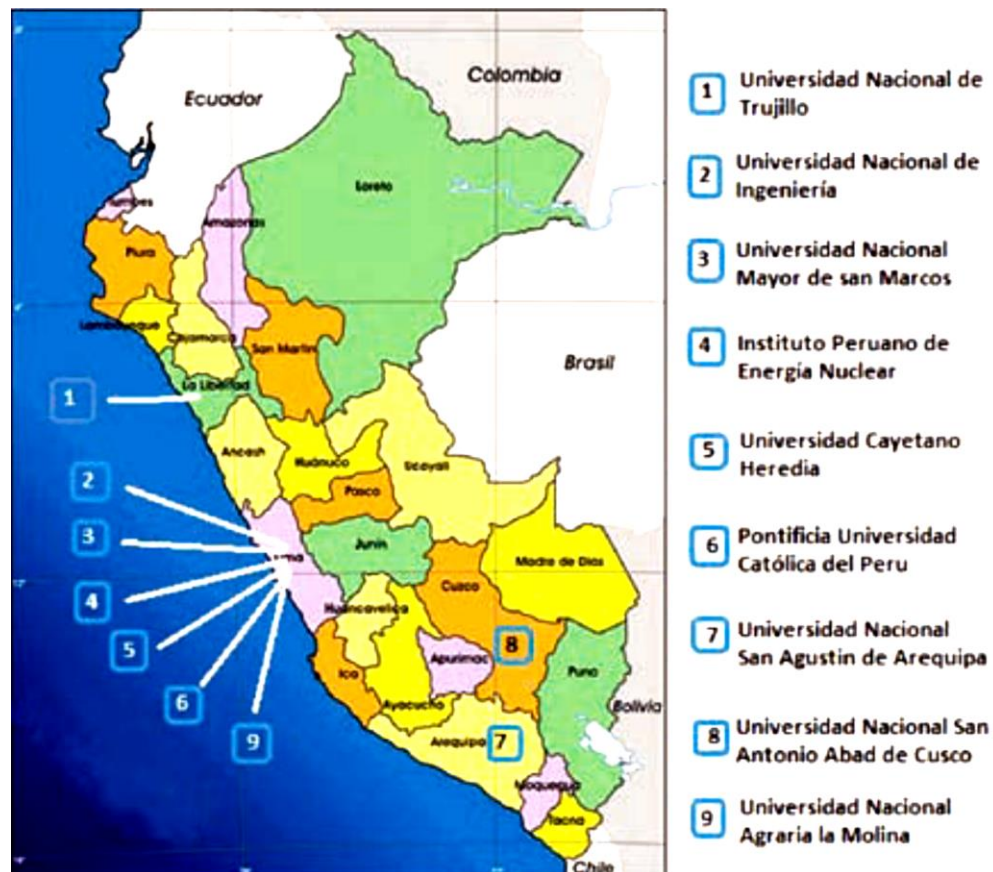


Figura 5: Mapa de Perú con la ubicación geográfica de los centros donde se realiza alguna actividad en nanotecnología

En la tabla 1 se muestra la cantidad de publicaciones en Nano ciencia y la Nano tecnología con participación de autores peruanos (con filiación en uno de los grupos locales) durante los últimos 9 años.

Tabla 1: Número de publicaciones sobre nanotecnología de autores peruanos durante el periodo 2002 - 2010

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
En revistas ISI	3 (1.1%)	0 (0%)	4 (1.2%)	4 (1.1%)	3 (0.7%)	10 (2.1%)	7 (1.3%)	10 (1.7%)	13 (2.2%)	54 (1.4%)
En revistas nacionales	1	1	1	1	1	0	3	5	3	16

Fuente: Red NANODYF-CYTED, 2011

Instituciones que promueven la nanotecnología en el Perú

- Consejo nacional de ciencia tecnología e innovación tecnológica (Concytec). El año 2006 diseñó el plan nacional de ciencia, tecnología



e innovación 2006-2021, donde se establece el programa de materiales, y dentro de él, como eje temático, la manipulación y diseño de nanomateriales.

- Academia nacional de ciencia y tecnología (ANCYT). Realiza seminarios sobre nanotecnología con la participación de investigadores nacionales el 2005 y el 2006 realizó un foro anual con el tema Nanotecnología: desarrollo y perspectivas de los biosensores y nanomateriales en el país.
- Sociedad peruana de física (Soperfi), realizo el XV simposio peruano de física, realizado en Piura, donde se presentaron nueve exposiciones sobre nanotecnologías. La mayoría de ellas referidos a nanomateriales.
- Sociedad química del Perú (SQP)
- Sociedad peruana de materiales (Sopermat), agrupa a nivel nacional a los investigadores dedicados a la ciencia de materiales. En el cuarto congreso, realizado el 2006, se consideró un comité técnico en nanotecnología.
- Instituto nacional de enfermedades neoplásicas (INEN)

En la Universidad de Ingeniería que construyo el “Chasqui 1”, nanosatélite peruano que se halla en el espacio desde el 4 de febrero del 2014, y que entró en órbita desde la Estación Espacial Internacional, construido por ingenieros y científicos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), tiene un peso de 1 kilogramo. Su construcción se inició en el 2009, a un costo de \$631 mil, sufragados con recursos propios de la institución, que será recuperados por los servicios del mismo, y a lo largo de su vida útil generará más del doble de su costo

Ello fue una característica revolucionaria (alta tecnología a bajo costo) que ha puesto los ojos de la industria aeroespacial del mundo entero en nuestro país. “Chaski 1” en estos momentos realiza el rastreo del espacio aéreo del Perú; el estudio y supervisión de la Amazonía como del Mar de Grau y finalmente vistas geográficas.

2.1.7. Los nuevos materiales

Los nuevos materiales con que conviviremos en nuestra vida diaria durante el siglo XXI se desarrollarán a la medida, con el fin de obtener un material con unas propiedades adecuadas para una aplicación determinada y serán “nano”, inteligentes, así como energéticamente más eficientes, reciclables y menos tóxicos a favor del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Muchos de estos materiales no son nuevos son materiales existentes que han sido modificados y mejorados a un nivel manométrico, mejorando sus propiedades. Los materiales inteligentes podrán replicarse y repararse a sí



mismos, e incluso, si fuera necesario, autodestruirse, reduciéndose con ello los residuos y aumentando su eficiencia.

Un elemento que está siendo cada vez más utilizado es el denominado composite, un compuesto que une dos o más materiales, fibras de gran rendimiento como el carbono, la aramida, o vidrio. Estos materiales superan las aleaciones metálicas en resistencia y rigidez, son mucho más livianas, tienen características superiores de fatiga y, lo que es muy importante, son prácticamente inmunes a la corrosión.

2.1.8. Edificaciones Sostenibles en el Perú

En nuestro país se ha comenzado a diseñar y construir edificaciones modernas y sostenibles, edificaciones que buscan lograr obtener certificaciones energéticas, en este caso las certificaciones LEED, mediante el uso de sensores y los nuevos materiales nanoestructurados.

Aun son pocas estas edificaciones sostenibles, de las cuales tenemos:

Residencial Osa Mayor, ubicado en Santiago de Surco construido por Madrid Ingenieros, se convierte en el *primer edificio de viviendas en conseguir la Certificación LEED*. Promueve el uso responsable de los recursos naturales, logrando reducir los consumos de energía y agua a través de un uso eficiente. Su diseño busca ofrecer espacios con buena iluminación y ventilación natural, favorecer el uso de transportes que no contaminen, incorporan áreas verdes, entre otros, todo ello buscando brindar condiciones de vida saludables para sus habitantes.

El edificio REAL DIEZ, el primer edificio certificado LEED para edificios existentes en el Perú. Es un edificio de 7 años de edad, situado en el distrito financiero de san isidro, a principios del 2014 obtuvo la certificación LEED SILVER. Logró una reducción del consumo de energía del orden del 25% en áreas comunes, gracias al uso de luminarias led, sensores de movimiento y equipos de consumo eficiente como los ascensores y las bombas de agua. También logró un ahorro del 40% en el consumo de agua, a través del uso inodoros ahorradores con descarga dual, así como reductores de presión en todas las griferías que regulan el caudal de agua sin afectar el confort.

El edificio El Capital Derby cuenta con certificación LEED, con una inversión de S/. 103,000 este edificio se encuentra situado en la avenida El Derby en Monterrico (Surco), y que conjuga entre sus características principales con un diseño vanguardista.

Los nuevos pabellones de la universidad San Ignacio de Loyola con el certificado LEED en la categoría SILVER. Este logro se ha obtenido gracias al financiamiento del banco interamericano de desarrollo y del fondo climático canadiense (C2F).



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO



3. MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas

3.1.1. La nanotecnología y el sector construcción

La nanotecnología se entiende como el estudio, diseño, creación y aplicación de materiales a nano escala a través del control de la materia, reordenando los átomos y la estructura molecular.

Las nanotecnologías ofrecen un alto potencial para promover innovaciones radicales y de alto valor en la fabricación, propiedades y uso de los materiales de construcción. La nanotecnología facilitará materiales más ligeros, resistentes, con menor impacto ambiental e incluso autoadaptables e inteligentes.

Es imprescindible que los materiales de construcción, y los sistemas constructivos derivados, cumplan con varias características como son: alta durabilidad y resistencia al deterioro, buen comportamiento mecánico, entre otras.

Además la nanotecnología en la construcción se refiere en ciertos aspectos como la modificación de pinturas y barnices con nanopartículas, el uso de aditivos para la optimización del rendimiento cemento-hormigón, nano compuestos poliméricos de arcilla para el reciclaje de PET, Pegamentos rápidos y activados a distancia basados en nanopartículas de ferrita, vidrios orgánicos como alternativa al vidrio común, entre otras.

La nanotecnología llega al sector de la construcción, generando grandes cambios a lo que antes era la metodología de construcción la tradicional, llevándola así a un nuevo nivel y proyectando el área de la construcción a un futuro tecnológico. Ofrecen nuevas e interesantes oportunidades en la industria de la construcción y la arquitectura, mediante el desarrollo de materiales de construcción, extremadamente ligeras de larga vida y al mismo tiempo muy duradero.

Existe un gran consenso en que la nanotecnología nos llevará a una segunda revolución industrial en el siglo XXI tal como anunció hace unos años, Charles Vest (ex-presidente del MIT).

Supondrá numerosos avances para muchas industrias y nuevos materiales con propiedades extraordinarias (desarrollar materiales más fuertes que el acero pero con solamente diez por ciento el peso), nuevas aplicaciones informáticas con componentes increíblemente más rápidos o sensores moleculares capaces de detectar y destruir células cancerígenas en las partes más dedicadas del cuerpo humano como el cerebro, entre otras muchas aplicaciones.

Podemos decir que muchos progresos de la nanociencia estarán entre los grandes avances tecnológicos que cambiarán el mundo.



3.1.2. Empleo de los nuevos materiales en la construcción

A través de la nanotecnología se pueden desarrollar materiales mucho más resistente que los convencionales. Caracterizados principalmente por contar con nuevas propiedades físicas y químicas obtenidas a escala nanométrica. Así, la resistencia, elasticidad, conductividad térmica, entre otras propiedades, se comportan de diferente modo y manera a cuando son sometidos a escala macroscópica. De las características más importantes de los materiales nanoestructurados, sobresalen sus extraordinarias propiedades mecánicas.

Las nanotecnologías ofrecen un alto potencial para promover innovaciones radicales y de alto valor en la fabricación, propiedades y uso de los materiales de construcción. La nanotecnología facilitará materiales más ligeros, resistentes, con menor impacto ambiental e incluso autoadaptables e inteligentes.

Es imprescindible que los materiales de construcción, y los sistemas constructivos derivados, cumplan con varias características como son: alta durabilidad y resistencia al deterioro, buen comportamiento mecánico, entre otras.

Como aspectos que limitan su uso, se debe subrayar la falta de mentalización entre los usuarios y el escaso conocimiento que de estos materiales se tiene. El costo es otro aspecto que en algunos casos limita su utilización.

3.1.3. Los materiales nanoestructurados

A través de la nanotecnología se pueden desarrollar materiales mucho más resistente que los convencionales. Caracterizados principalmente por contar con nuevas propiedades físicas y químicas obtenidas a escala nanométrica. Así, la resistencia, elasticidad, conductividad térmica, entre otras propiedades, se comportan de diferente modo y manera a cuando son sometidos a escala macroscópica.

De las características más importantes de los materiales nanoestructurados, sobresalen sus extraordinarias propiedades mecánicas.

Los materiales nanoestructurados se diferencian de los materiales comunes en que su estructura molecular tiene granos más pequeños, entre cien y mil veces menores que los de dichos materiales. Además de esto, dentro de un mismo volumen, poseen una cantidad de átomos inferior, equivalente al 0,001%. Por consiguiente, se produce un ahorro considerable de materia en los materiales nanoestructurados y como corolario el peso es mucho menor. Estas cualidades permiten dotar a los materiales de nuevas e insospechadas características.



En la actualidad ya existen materiales nanoestructurados o nanopartículas de TiO_2 de especial relevancia para la industria de la Construcción. Su aplicación a los vidrios, ventanas y azulejos, permite limpiar, disolver y eliminar los gases tóxicos que contaminan el aire, al ser expuestos a rayos solares y a la lluvia. Cuando los rayos UV entran en contacto con el dióxido de titanio se produce una reacción catalítica que destruye las moléculas contaminantes.

3.1.4. Aplicaciones de los materiales nanoestructurados

Algunas de las líneas de investigación en este campo son:

- Nanoaditivación de cemento y otros aglomerantes para obtener compuestos que descomponen los compuestos orgánicos volátiles, auto limpiables, antimicrobianos o para incorporar nano sensores que controlen el estado de las estructuras o la calidad del aire en el interior de los edificios.
- Materiales aislantes avanzados basados en aerogeles, vidrio nano poroso o paneles aislados al vacío.
- Vidrios especiales con propiedades de protección anti incendios, recubrimientos funcionales (por ejemplo filtradores de radiaciones)
- Materiales autorreparables.
- Materiales inteligentes que respondan a estímulos como la temperatura, la humedad, la tensión, etc.

Es por ello que podemos decir que los "materiales nanoestructurados " en la industria de la construcción se concentran actualmente en cuatro sectores:

- 1) Los materiales de construcción ligados al cemento.
- 2) La reducción de ruido y el aislamiento o regulación térmica.
- 3) Los revestimientos de superficie para mejorar la funcionalidad de los distintos materiales.
- 4) Protección contra incendios.

3.2. Marco conceptual

3.2.1. La Nanotecnología

La palabra "nanotecnología" es usada extensivamente para definir las ciencias y técnicas que se aplican a un nivel de nanoescala, medidas extremadamente pequeñas "nanos" que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos. En síntesis nos llevaría a la posibilidad de fabricar materiales y máquinas a partir del reordenamiento



de átomos y moléculas. El desarrollo de esta disciplina se produce a partir de las propuestas de Richard Feynman.

La Nanotecnología puede ser definida como un conjunto de técnicas que permite manejar átomos y moléculas con absoluta precisión para construir estructuras microscópicas con especificaciones atómicas sumamente complejas y caprichosas. Se le da el prefijo Nano porque se trabaja a escalas nanométricas, donde una molécula común mide, por ejemplo, entre 2 y 5 nanómetros. O para verlo en perspectiva, un pelo humano tiene aproximadamente 5.000 nanómetros de diámetro.

Podemos decir también que la nanotecnología se refiere a la creación de materiales funcionales, dispositivos y sistemas a través del control de la materia a nivel atómico y molecular. Es una actividad fuertemente interdisciplinaria que involucra, entre otras, a la física, la química, la biología, la medicina y la ingeniería. Desde un punto de vista formal, la nanotecnología se refiere a la comprensión y al control de la materia en escalas de tamaño menores a los 100 nm ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-7} \text{ cm}$). En esta escala, que se denomina escala mesoscópica, aparecen fenómenos únicos, originados en la naturaleza cuántica de la materia, que pueden ser utilizados para nuevas aplicaciones.

Su unidad de medida, el nanómetro, es la milmillonésima parte de un metro, 10^{-9} metros.

Una definición estricta de la nanotecnología sería como la manipulación de la materia a la escala de una mil millonésima parte de un metro o más pequeño. La medición de una milmillonésima parte de un metro es identificado como un nanómetro (nm) (Matsuura, Jeffrey H., 2006).

Cuando se manipula la materia a la escala tan minúscula de átomos y moléculas, demuestra fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos y poco costosos con propiedades únicas

Estas nuevas estructuras con precisión atómica, tales como nanotubos de carbón, o pequeños instrumentos para el interior del cuerpo humano pueden introducirnos en una nueva era, tal como señala Charles Vest (ex-presidente del MIT). Los avances nanotecnológicos protagonizarían de esta forma la sociedad del conocimiento con multitud de desarrollos con una gran repercusión en su instrumentación empresarial y social.

El padre de la "nanociencia", es considerado Richard Feynman, premio Nóbel de Física, quién en 1959 propuso fabricar productos en base a un reordenamiento de átomos y moléculas. En 1959, el gran físico escribió un artículo que analizaba cómo los ordenadores trabajando con átomos individuales podrían consumir poquísima energía y conseguir velocidades asombrosas.



3.2.2. Materiales Nanoestructurados

Los materiales nanoestructurados son aquellos materiales de tamaño muy reducido, cuyo diámetro es del orden del nanómetro, es decir, de las mil millonésimas de metro. Están formados por partículas inferiores a 100 nm.

Los materiales nanoestructurados poseen granos cuyo tamaño es entre cien y mil veces más pequeños que los de un material común, lo cual permite que dentro del mismo volumen, se incluya un número mayor de átomos. Esto permite lograr materiales más ligeros que permiten un ahorro de materia dentro de cada fragmento de material nanoestructurado.

Uno de los procedimientos para obtener materiales nanoestructurados es la síntesis física de vapor, proceso por el que se expone a los materiales a temperaturas superiores a su punto de fundición, lo que permite que los átomos superficiales se evaporen y sean capturados por un colector en forma de cristales y enfriados a bajas temperaturas. Se retiran los cristales sobrantes del tubo y se prensan para moldear cualquier tipo de objeto.

Este procedimiento permite modificar la resistencia a la fractura y a la corrosión, la elasticidad, el color, la plasticidad, la transparencia, la reacción química, el comportamiento eléctrico y magnético y la resistencia acústica y térmica de cualquier material nanoestructurado.

3.2.3. El Confort

El término "confort" es un galicismo cuyo significado puede asimilarse al concepto de bienestar, aunque éste parece ser más amplio y relacionado directamente con la salud.

La Organización Mundial de la Salud (Constitución de la Organización Mundial de la Salud. 1946. New York. USA. OMS.) define la salud como "el estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades".

Por otra parte, podemos describir el confort como el estado físico y mental en el cual el hombre expresa satisfacción (bienestar) con el medio ambiente circundante.

Como se puede apreciar no existe diferencia significativa entre las dos definiciones, sin embargo conceptualmente la primera se refiere a un estado temporal más amplio (aunque no permanente) y además abarcando aspectos que no son considerados por el segundo.

La palabra confort se refiere, en términos generales, a un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a los usuarios.



No obstante, a lo largo de la historia, la idea de confort ha evolucionado de manera que en distintos períodos ha asumido diferentes significados. Inicialmente, el término confort fue sinónimo de confortar, consolar o reforzar, pues éste era el significado de su raíz latina “confortare”. En el siglo XVII, la idea de confort estuvo vinculada con lo privado, con la intimidad y, a su vez, se relacionaba con la domesticidad. En el siglo XVIII, esta palabra dio más relevancia al ocio y a la comodidad, mientras que en el siglo XIX se tradujo como la calidad y el comportamiento de los elementos en los que intervenía lo mecánico: luz, calor y ventilación. Fue en los primeros años del siglo XX que las llamadas ingenieras domésticas subrayaron la eficiencia y la comodidad como la idea de confort y, en los años siguientes, cuando se planteó el confort como algo que podía ser cuantificado, analizado y estudiado.

Hoy en día, es concebido por muchos como una invención verbal, un artificio cultural y, también, como una experiencia objetiva que se experimenta personalmente y que incluye ideas de comodidad, eficiencia, domesticidad e intimidad.

Al mismo tiempo, el confort es una sensación óptima compleja, que depende de factores físicos, fisiológicos, sociológicos y psicológicos, donde el cuerpo humano se siente satisfecho y no necesita luchar contra el frío, el calor, la humedad, el viento, el ruido o la incandescencia usando los mecanismos propios de su cuerpo ya que se encuentra en completo equilibrio con el entorno.

Se cuenta con los siguientes tipos de Confort:

- Confort Térmico,
- Confort Lumínico,
- Confort Acústico,

3.2.3.1. Confort Térmico

El confort térmico representa un estado en el cual una persona se encuentra en equilibrio fisiológico dado que no existe un malestar. A su vez es un concepto utilizado en el diseño bioclimático como parámetro de control de las condiciones de habitabilidad tanto en espacios interiores como de espacios exteriores.

Se refiere a la percepción del medio ambiente circundante que se da principalmente a través de la piel, aunque en el intercambio térmico entre el cuerpo y el ambiente los pulmones intervienen de manera importante.

Para comprender el comportamiento térmico del cuerpo humano ante los factores ambientales es necesario conocer algunos

aspectos fisiológicos. El cuerpo humano es un organismo sumamente complejo que tiene que desarrollar múltiples funciones para mantener su equilibrio e interactuar adecuadamente con su entorno.

En oposición a los animales de sangre fría, cuya temperatura se adapta a la del medio ambiente, el hombre debe mantener constante su temperatura corporal (entre 36.5 °C y 37.5 °C) bajo cualquier condición climática. La energía necesaria para lograr ésta autorregulación se obtiene a través de la oxidación de los alimentos.

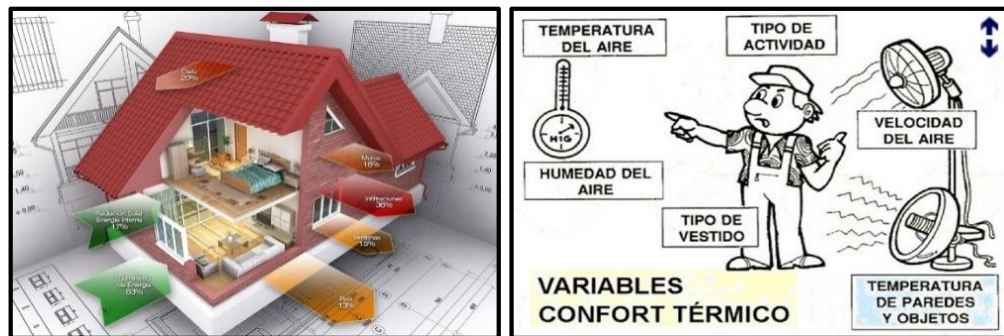


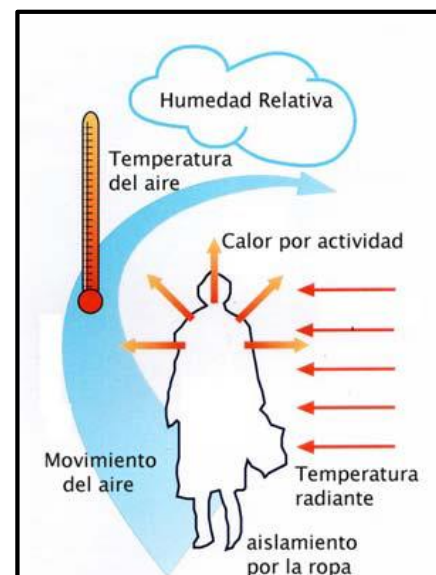
Figura 6: Variables del confort térmico.

Factores que influyen en el Confort Térmico

Según Fanger (Roset, 2001), son seis los factores y parámetros básicos que influyen directamente en los porcentajes de pérdida de calor del cuerpo humano, afectando el bienestar térmico:

- Temperatura del aire (T_a), °C
- Temperatura media radiante (T_{mr}), °C
- Humedad relativa (HR), Pa
- Velocidad del aire (V), m/s
- Tasa metabólica (M)
- La ropa (Clo).

Figura 7: Factores que influyen en el Confort Térmico.



- *Temperatura del aire:*

La temperatura del aire constituye uno de los parámetros principales para determinar el grado de confort térmico de un espacio, se refiere básicamente al estado térmico del aire a la sombra. Se consideran como aceptables en el interior de los diferentes espacios de la vivienda valores de temperatura según la estación del año: 21 °C en invierno y 26 °C en verano, aunque se admite una cierta fluctuación de acuerdo a las características de los usuarios y de las actividades desarrolladas en el espacio, así como de los valores de la humedad relativa.

- *Temperatura media radiante*

Parámetros ambientales menos tomados en consideración, no obstante, en espacios cerrados puede ser un parámetro determinante. Es definida como la temperatura media irradiada por las superficies envolventes de un espacio en su interior.

Teniendo presente que el calor por radiación se intercambia cuando existen diferencias de temperaturas, generalmente desde un cuerpo caliente a uno frío, la temperatura radiante de las paredes, el suelo y la cubierta de una habitación puede dar una sensación de calor o frío independientemente de la temperatura del aire contenido en su interior.

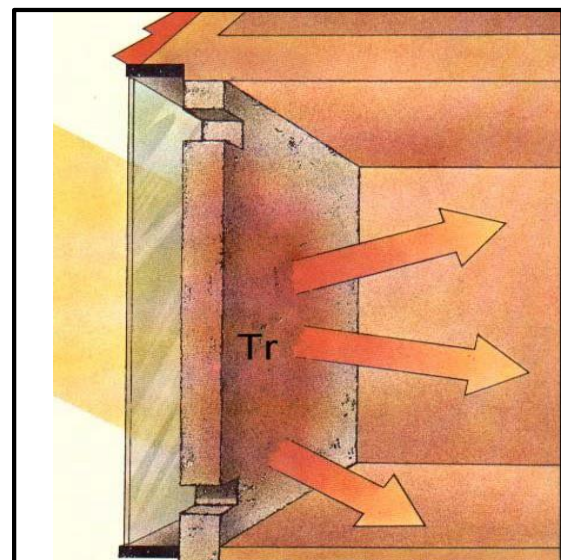


Figura 8: Ejemplo de temperatura irradiada por un muro al interior de un espacio.

Cuando la radiación de calor, que puede ser producida por toda una serie de superficies de la vivienda, excede significativamente la temperatura ambiente, aumenta la incomodidad. Sin embargo, durante el invierno, esta situación puede ser aprovechada para mejorar las condiciones interiores.

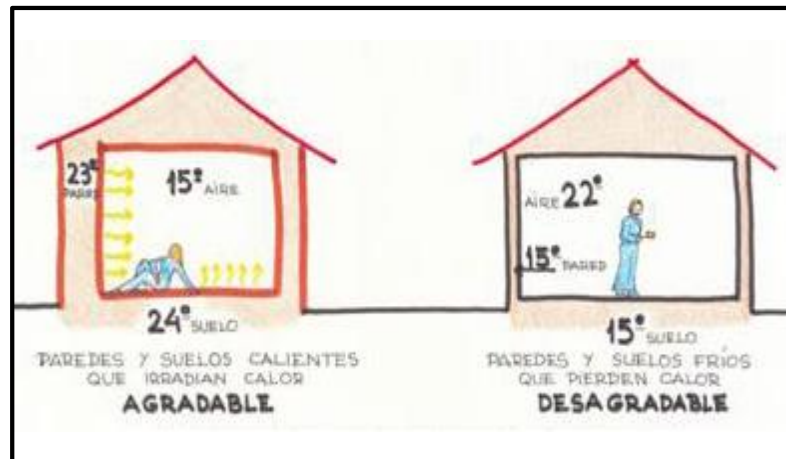


Figura 9: Ejemplo de temperatura irradiada por los muros y pisos interiores de un espacio.

Como puede apreciarse, la temperatura radiante es un parámetro muy valioso para el análisis del comportamiento térmico de un espacio, la determinación de los posibles niveles de confort, así como para el posterior acondicionamiento de las viviendas.

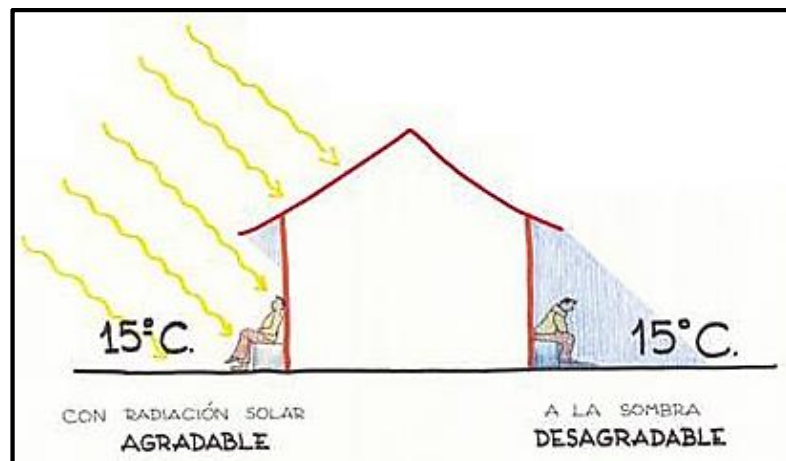


Figura 10: Ejemplo de sensaciones de calor en función a la ubicación.

- *Humedad relativa (HR),*

La humedad relativa, parámetro de importancia para determinar el nivel de confort de un espacio, ya que afecta en gran medida la sensación térmica. Asimismo, es uno de los parámetros sobre el que se puede incidir directamente a través de la aplicación de una serie de correcciones en el diseño.

Es entendida como la cantidad de agua que contiene el aire, por lo que si su valor es elevado durante un día de calor puede afectar negativamente la sensación térmica de un espacio ya que impide

que las personas pierdan calor por evaporación de agua, generando cierta incomodidad por el sudor. Pero, si este porcentaje de humedad relativa es muy bajo, el organismo también responde negativamente debido a que se puede deshidratar.

No obstante, en algunos casos la elevación de la humedad relativa hasta alcanzar valores medios hace que la humedad de la piel se evapore más fácilmente y el vapor cedido al respirar sea mayor incidiendo positivamente en el proceso de refrigeración del cuerpo al ceder el calor.

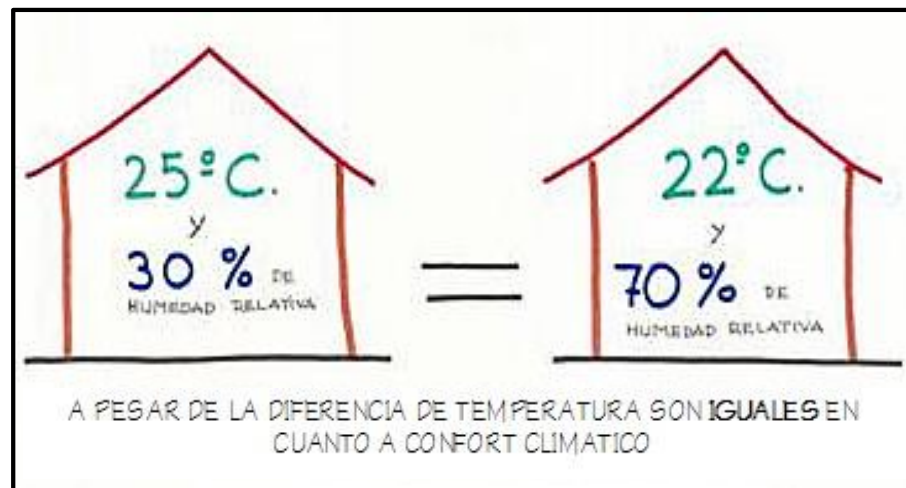


Figura 11: Confort climático en base a la temperatura y humedad.

Los rangos de humedad relativa considerados apropiados, al igual que los de temperatura del aire, suelen ser muy discutidos. Los valores considerados apropiados varían del invierno al verano y, además, indican diferentes valores según el tipo edificatorio, según sus espacios y las actividades que se estén realizando.

- *Velocidad del aire*

La velocidad del aire constituye un parámetro muy valioso, pues ella produce corrientes que pueden ser aprovechadas para refrescar o calentar los espacios. Sin embargo, hay que tener presente que, dependiendo de las velocidades alcanzadas por las corrientes de aire que llegan a la vivienda y de su procedencia, estas corrientes pueden ser apreciadas más como un inconveniente que como una ventaja, especialmente en invierno.

En el caso de que la temperatura del aire esté por debajo de la temperatura de la piel, la velocidad del aire provocará una pérdida de calor que generará una sensación de frescura pero, si es al revés, el cuerpo tomará calor del aire.

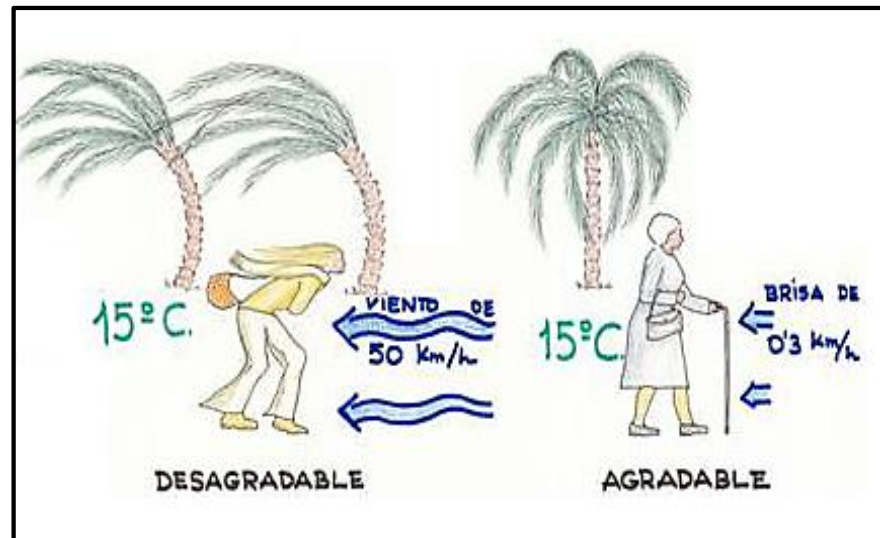


Figura 12: Percepción de la temperatura en función al viento.

La velocidad del aire puede ayudar a reducir la humedad y favorecer la ventilación de los espacios de la vivienda, modificando, con su frecuencia y con su fuerza, la sensación térmica de las personas. Diferentes velocidades del movimiento del aire pueden ser apreciadas de modos muy distintos por las personas



Figura 13: Movimiento del aire.

- *Tasa metabólica*

El metabolismo es un factor térmico que está relacionado con la capacidad del cuerpo humano de producir calor de un modo semejante al de un motor. Es a esta producción continua de energía la que se denomina metabolismo, la cual corresponderá a valores diferentes según la influencia de variables como el nivel de actividad de la persona, la edad, el sexo, el color de la piel u otras. Es un factor de confort de tipo personal, entendido como un flujo continuo de energía producida por el cuerpo humano.

Balance térmico

Es importante tener presente que el confort térmico busca esencialmente el equilibrio térmico entre el hombre y su medio para lo cual se requiere de una serie de mecanismos reguladores como la producción o la pérdida de cierta cantidad de calor, dependiendo de los procesos metabólicos, del desprendimiento de calor por evaporación o de los intercambios por radiación, convección o conducción que se dan entre el cuerpo humano y los elementos que conforman el entorno inmediato.

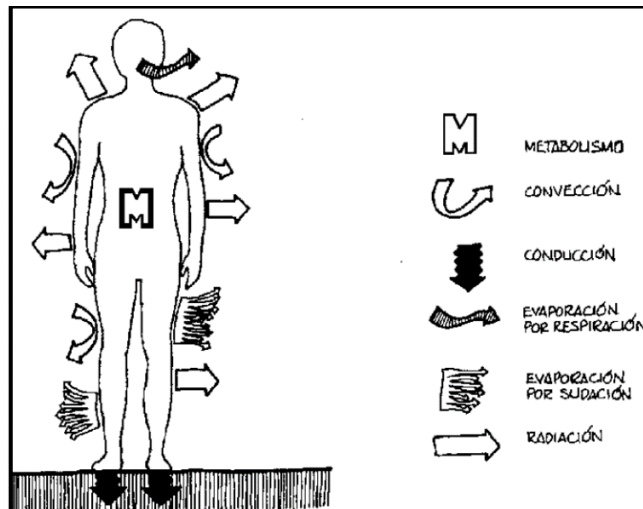


Figura 14: Mecanismos de Equilibrio Térmico.

Fuente: Izard, J.L. y Guyot, A. 1983.

En el campo del diseño arquitectónico, el conocimiento y la utilización de los elementos de transmisión térmica son de importancia.

Olgay diseñó una Carta Bioclimática, estableciendo zonas en donde el mayor porcentaje de personas se encuentran bien (no sienten ni frío ni calor), delimita la zona de bienestar entre los 20/21° C y 28° C, con una humedad relativa entre el 19 y 75%. Novell establece el área de confort entre los 19,5° C (desde los 5 mm Hg, hasta el 80% de humedad) y 27° C (desde los 5 mm Hg hasta el 50% de humedad), prolongada hasta la intersección de los 17 mm Hg con el 60% de humedad.

Givoni la circunscribe en un polígono delimitado por los 22° C / 29 ° C, el 20% / 75% de humedad y los 17 mm hg. y Gonzalo entre 18 / 20 ° C y 26 ° C, con humedad entre el 19 y 80%.

Gonzalo han diseñado la Carta Bioclimática, estableciendo las variables temperatura, humedad, viento para delimitar la zona de bienestar, que incluye los tipos de vestimenta, ventilación, asoleamiento, sombreado y /o humidificación, además ajusta las

características climáticas a la altura sobre el nivel del mar. Gonzalo también desarrolló un Programa Informático para la Determinación del Comportamiento Térmico y Verificación del Riesgo de Condensación de los Cerramientos que incluye recomendaciones específicas.

Existen varios formatos de Encuesta para determinar el confort Térmico de una vivienda, por ejemplo el usado por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, tienen varios formatos que se encuentran en base al tipo de clima de las regiones. (VER ANEXO 1), mediante el cual se puede determinar el confort de la vivienda en base a una inspección visual.

El diagrama con la información correspondiente se observa en la siguiente figura:

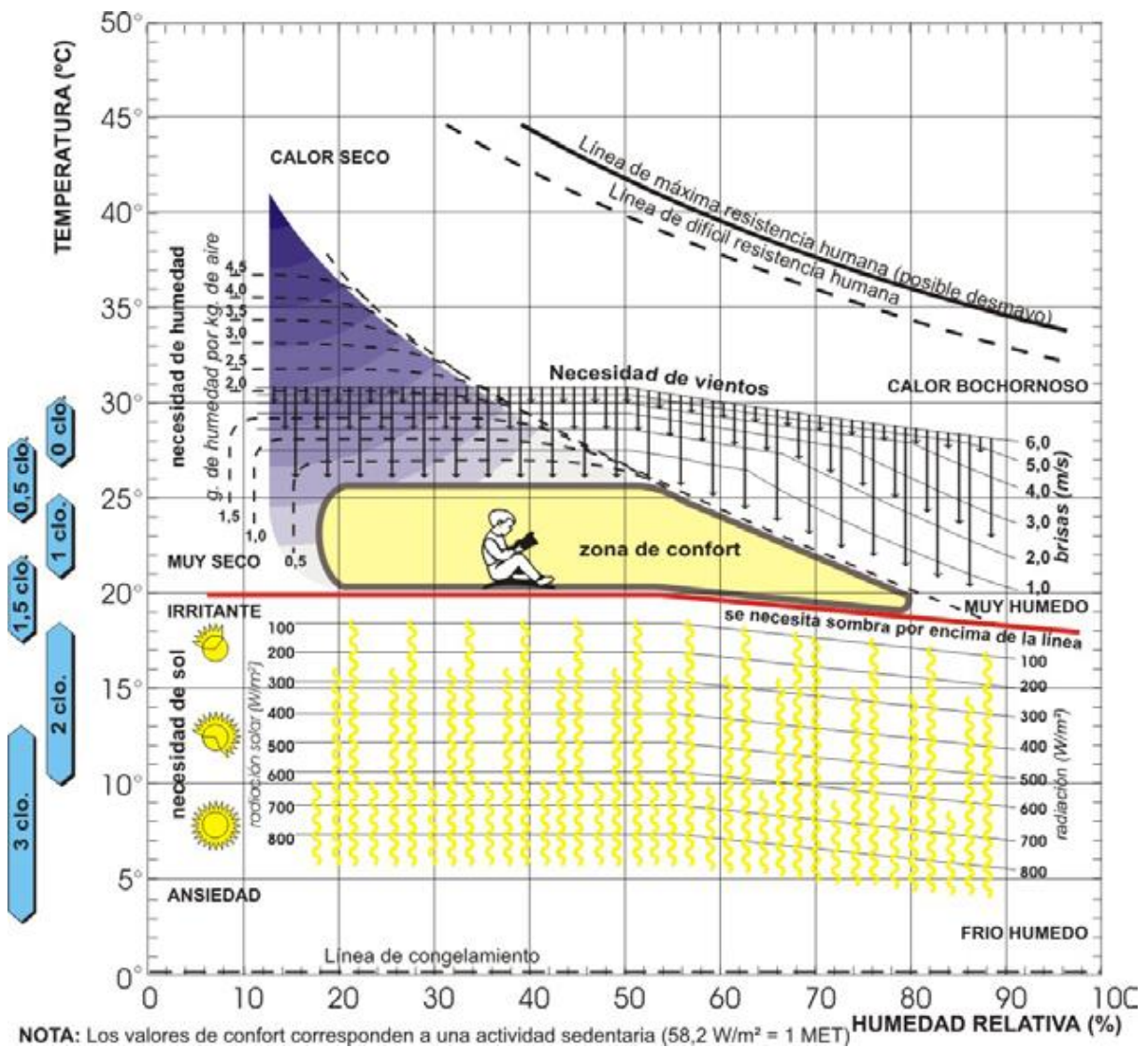


Figura 15: Diagrama bioclimático de confort

Fuente: GONZALO G. (2004) Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. FAU. UNT (Basado en Olgyay)

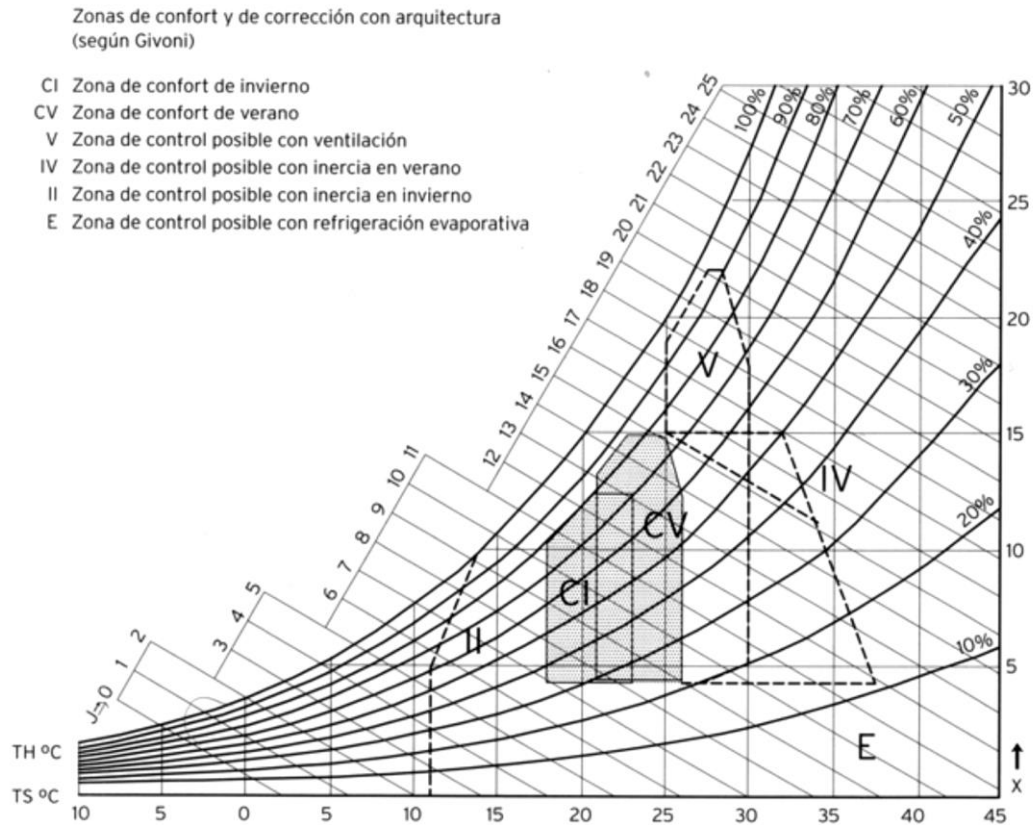


Figura 16: Ábaco psicrométrico de Givoni, donde además de la zona de confort se observan las zonas que pueden corregirse con la aplicación de determinados principios térmicos.

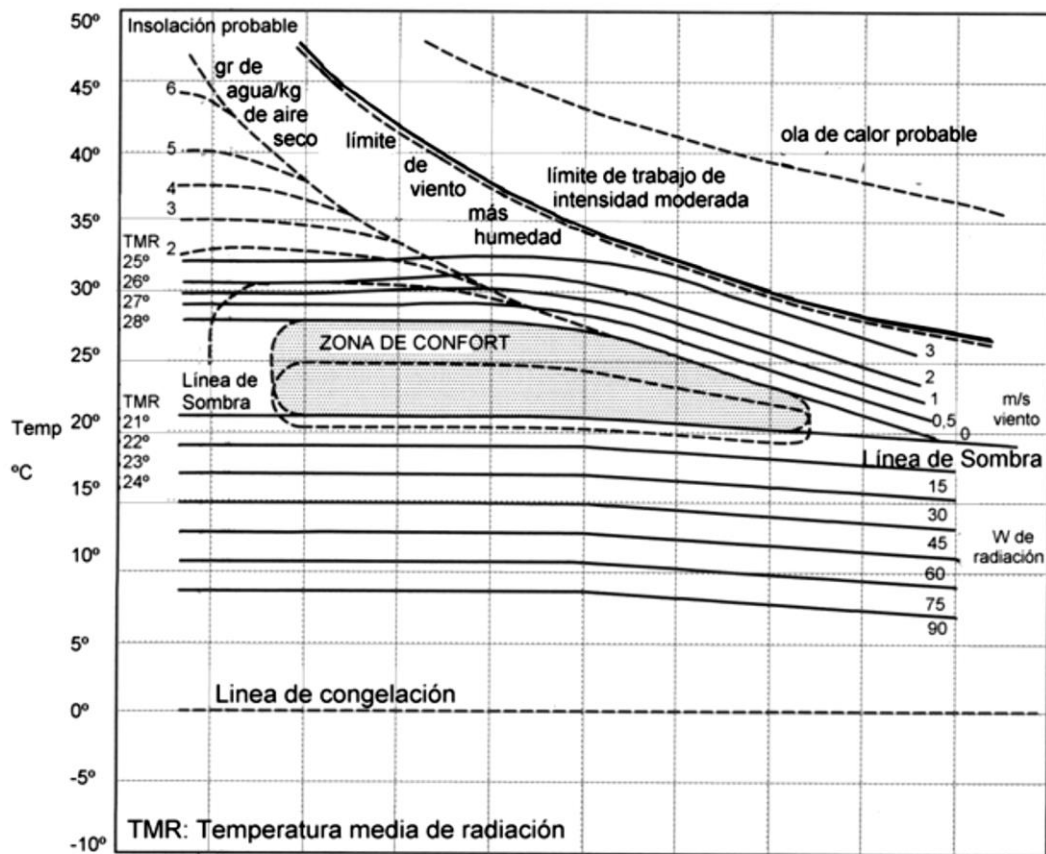


Figura 17: Carta Bioclimática de Olgay



Tabla 2: Propiedades Térmicas de Distintos Materiales Utilizados en la Construcción

Material	Densidad Kg/m³	Calor Especifico Wh/kg °C	Conductividad Térmica W/m °C
Estructural			
Granito	2,600	2,5	0,25
Concreto aligerado	1,200	0,4	0,28
Concreto denso	2,100	0,23	1,30
Obras de Ladrillo			
Ligero	1,300	0,22	0,40
Medio	1,700	0,22	0,75
Denso	1,900	0,22	1.0
Exteriores			
Mármol	2,500	0,22	2,0
Vidrio – ventana	2,500	0,5	1,05
PVC rígido	1,350	0,29	0,16
Aluminio	2,800	0,25	160
Acero al carbono	7,800	0,1	450
Acabados			
Yeso	950	0,23	0,16
Parquet	650	0,33	0,14
Aislantes			
Lana mineral	300	0,28	0,06
Poliestireno	30	0,39	0,038
expandido	10	0,39	0,04
Espuma	175	0,28	0,17
formaldeido			
Vidrio celular			

Tabla 3: Fluctuaciones de Temperatura y Espesores Comunes de Muros Usados en Construcción

Material	Fluctuaciones de Temperatura en función del espesor del muro					
	10 cm.	20 cm.	30 cm.	40 cm.	50 cm.	60 cm.
Adobe		10°	4°	4°	5°	
Ladrillo		13°	6°	4°		
Concreto		15°	8°	5°	3°	3°
Ladrillo (Magnesio)		19°	13°	9°	7°	5°
Agua	17°	10°	7°	6°	6°	5°

Material	Conductividad Térmica (kcal/hm °C)	Espeso Recomendado (cm.)
Adobe	0.45	20-30
Ladrillo	0.63	25-35
Concreto	1	30-45
Agua		15 o mas

3.2.3.2. Confort Lumínico

El confort lumínico se refiere a la percepción a través del sentido de la vista. Se hace notar que el confort lumínico difiere del confort visual, ya que el primero se refiere de manera preponderante a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el segundo principalmente a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo.

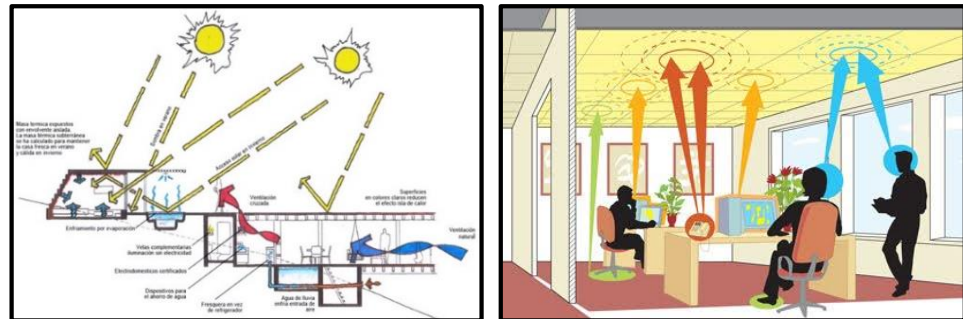


Figura 18: El confort Lumínico.

Parámetros fotométricos y colorimétricos.

El confort visual y lumínico se ve afectado por una serie de factores personales, parámetros ambientales y arquitectónicos. Los parámetros ambientales y arquitectónicos a considerarse son varios, los más estudiados e importantes son: la cantidad de luz o iluminancia, el deslumbramiento y el color de la luz.

Como puede apreciarse, los parámetros son básicamente los principios físicos de la luz que intervienen de modo directo sobre la percepción de la luz y, por ende, sobre el bienestar visual y lumínico de los usuarios. Algunos de los más significativos y que se tomarán en cuenta en el análisis de las viviendas son los siguientes:

- **Intensidad Luminosa (I).**

Entendida como la cantidad de luz que puede emitir una fuente en una determinada dirección. Suele ser medida a razón de 1 lumen/estereorradián y su unidad de medida es la candela (cd). Según Steegmann (1986), la adaptación visual del ojo humano a las diversas intensidades de iluminación está íntimamente relacionada con el color de la luz manejado, sobre todo si se trata de luz artificial; aunque también con los medios utilizados para oscurecer una habitación o para tamizar la luz natural.

- **Iluminancia (E)**

La iluminancia es interpretada como el nivel de iluminación de un espacio, aunque en realidad se trata de la cantidad de luz o flujo

luminoso (lm) que incide sobre un cuerpo. Tiene como unidad el lux, según el Sistema Internacional de Unidades. Como parámetro de confort es manejado para determinar el nivel lumínico adecuado para un espacio según el tipo de actividad que allí se desarrolla.

La medición de la iluminancia es establecida desde la perspectiva de un espacio interior o exterior. En el primer caso, la iluminancia generalmente es medida a 75 cm sobre el suelo, ya que es donde se estima que está la zona de trabajo; en el segundo caso, el valor de la iluminancia es analizado en el suelo, pues ésta es la superficie que interesa analizar o evaluar lumínicamente.

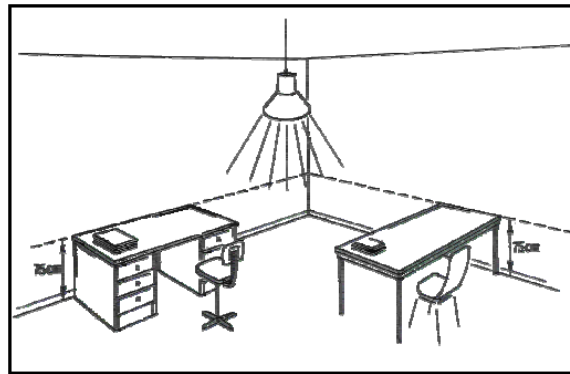


Figura 19: Medición de Iluminancia en interiores.

▪ Luminancia (L)

Se refiere a la intensidad de luz emitida por una superficie en una dirección determinada. Es ésta la que en realidad percibe el ojo humano y no la iluminancia o la intensidad de luz, pues no es la luz procedente de una fuente la que se percibe sino la luz reflejada por el objeto o por la superficie que la recibe. Según Jiménez (1998), la luminancia puede ser directa, ya que es la cantidad de luz recibida por el ojo desde la fuente de luz (lámpara, sol), e indirecta, que es la cantidad de luz reflejada por una superficie u objeto que es recibida por el ojo (mesa, pared, etc). El confort visual depende directamente tanto de los valores de iluminancia como de luminancia registrados en el interior de los diferentes espacios de la vivienda de acuerdo a los efectos que pueden provocar en los sujetos.

Manejar los valores de iluminancia como el conocimiento de la capacidad de reflexión de las diferentes superficies resulta de gran ayuda, ya que incide notablemente en la selección y uso de determinados colores y materiales que pueden aumentar o reducir los niveles lumínicos que llegan al interior, ayuda en el control de las diferencias lumínicas entre el interior y el exterior, lo que nos lleva a los siguientes parámetros de confort visual y lumínico:



○ *Contraste y Deslumbramiento.*

Estos dos parámetros están muy interrelacionados por cuanto los dos tienen que ver con el brillo del objeto y el del fondo, el contraste es necesario para poder distinguir los objetos del entorno, pues se trata de la relación entre el brillo del objeto y el brillo de su fondo. A mayor contraste, menor será el tiempo necesario para poder distinguir el objeto, al tiempo que la percepción será mejor. Esta es una afirmación que debe orientar el diseño, si se generan contrastes demasiados elevados entre las diferentes superficies se puede caer en el deslumbramiento.

○ *Color.*

El color percibido por los ocupantes de un espacio está relacionado directamente con sus emociones, su estado anímico y sus respuestas fisiológicas y, por lo tanto, con las condiciones de confort psicológico, las cuales pueden llegar a determinar su eficiencia, productividad, estado de ánimo y hasta la salud

Tabla 4: Colores y asociaciones

Colores	Asociaciones e influencia
Rojo (color cálido)	Como tal es asociado a la calidez, excitación y pasión, pero si se convierte en rosa se relaciona con la feminidad, absorción de la energía vital corporal, la ternura y la juventud.
Café (color neutro)	Presenta un carácter orgánico asociado al sentido de la protección y el arraigo.
Naranja (color cálido)	Es estimulante, excitante y produce entusiasmo. Se asocia al ardor, la atracción y la pasión, aunque puede resultar agresivo y violento.
Amarillo (color cálido)	Se asocia con la inteligencia y la arrogancia y con la intensidad de las emociones
Verde (color frío)	Junto con el azul y dependiendo de los tonos es relacionado y asociado a los diferentes tipos de clima. Además se utiliza por sus propiedades tranquilizantes, de adaptación, de expectativas positivas y por asociarse a la esperanza.
Azul (color frío)	Se asocia con las emociones profundas, la reflexión y el juicio. Propicia el relajamiento y la concentración.
Violeta (es el más frío y oscuro)	Se asocia con virtudes como la bondad, espiritualidad, humildad, lealtad, tolerancia y la paciencia.
Gris (color neutro)	Asociado a la imparcialidad y neutralidad
Blanco (suma de todos los colores)	Representa la pureza, la pulcritud y la perfección.

Fuente: Información de Rodríguez, 2001, p.130.

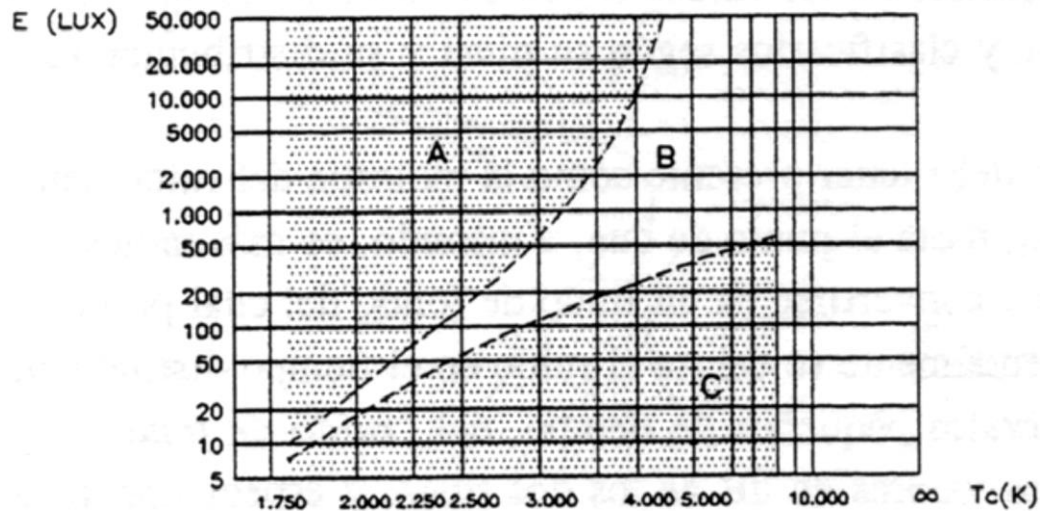


Figura 20: Gráfica de Kruithof, en la cual se relaciona la iluminancia con la temperatura de color y define una zona de mayor compatibilidad entre ambas.

Tabla 5: ILUMINANCIA (valores generales)

Actividades con esfuerzo muy alto; dibujo de precisión, joyería, etc.	1,000 lux
Actividades con esfuerzo visual alto o muy alto de poca duración, lectura, dibujo, etc.	750 lux
Actividades con esfuerzo visual medio o alto de poca duración: trabajos generales, reuniones, etc.	500 lux
Actividades con esfuerzo visual bajo o medio de poca duración: almacenaje, circulación reunión, etc.	250 lux

3.2.3.3. Confort Acústico

El confort acústico es aquella situación en la que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para el descanso, la comunicación y la salud de las personas.

El confort acústico se refiere a las sensaciones auditivas, tanto en contar con niveles sonoros adecuados (aspectos cuantitativos), como contar con una adecuada calidad sonora (aspectos referidos al timbre, reverberación, enmascaramiento, etc.).

El confort acústico es el nivel de ruido que se encuentra por debajo de los niveles legales que potencialmente causan daños a la salud, y que además ha de ser aceptado como confortable por los trabajadores afectados. El confort acústico es el nivel sonoro que no molesta, que no perturba y que no causa daño directo a la salud. No obstante, pensamos que el confort acústico debe asociarse también con la calidad acústica de los espacios, y se podrá afirmar

que es alcanzado cuando se logren unas adecuadas condiciones de reproducción sonora, evitando los ruidos o sonidos no deseados dentro de las habitaciones, pero además presentando unos sonidos de carácter y magnitud compatibles con el uso y las actividades que tienen lugar en él.

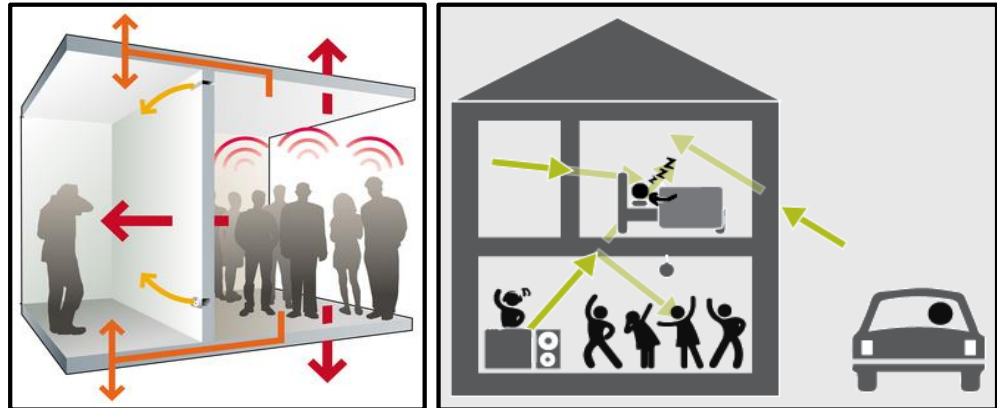


Figura 21: El confort Acústico.

El grado de confort acústico depende de los distintos parámetros y factores de confort, depende directamente de los parámetros ambientales relacionados concretamente con el ruido: Nivel sonoro, Intensidad sonora (db), Tono o timbre (calidad del sonido), Altura o frecuencia (Hz=ciclos/seg.), etc. Además, se debe de tomar en cuenta los parámetros arquitectónicos relacionados con el contacto auditivo y algunos factores personales y socio-culturales como el tiempo de permanencia, la salud, edad, sexo, etc.

El confort acústico debe asociarse también con la calidad acústica de los espacios, y es alcanzado cuando se logren unas adecuadas condiciones de reproducción sonora, evitando los ruidos o sonidos no deseados dentro de las habitaciones.

Parámetros de confort acústico

El sonido en sí no es más que una alteración, que puede ser física o mecánica, y que puede ser detectada por el oído humano. Es por esto que para poder evaluar un ambiente sonoro en función de los niveles de confort debemos tener en cuenta una serie de indicadores o parámetros acústicos como el tono, la intensidad y la velocidad del sonido.

- ***El Tono***

Permite básicamente ordenar los sonidos en función de cuán graves o cuán agudos son, ya que es una cualidad que depende de la frecuencia, es decir, del número de vibraciones o de ciclos por segundo. Si se observan algunas fuentes sonoras y sus correspondientes en las siguientes tablas, se puede tener una



idea del tono del sonido emitido, lo cual permite tener una visión general de algunos de los ruidos más frecuentemente percibidos.

Tabla 6: Rango de frecuencia de distintos sonidos

		Fuente del Sonido	Frecuencia
Rango del oído	Rango del piano	La oscilación del viento en los edificios	1
		Zumbido de las conexiones	50
			100
		Media C/ Media octava en el teclado	262
			500
	Rango de la voz	El despertador del radio	1000
			2000
			5000
			10000
		El eco del sonido de una nave	50000
	100000		

Fuente: Datos tomados de McMullan, 2002 y R. Mondelo, Gregori y Barrau, 1999.

Tabla 7: Frecuencias del sonido que indican el tono de un sonido

infrasonidos	Frecuencias audibles			ultrasonidos
	graves	Medios	agudos	
0	20	400	1.600	20.000
				Hz

De acuerdo a lo anterior, podemos destacar que existen algunos sonidos que pueden variar su frecuencia. En la medida en que se incrementa la frecuencia se distingue un aumento de tono, aunque la percepción de la intensidad acústica puede ser la misma. En efecto, nos podemos encontrar con sonidos que, a pesar de poseer diferentes frecuencias, mantienen la misma presión sonora.

- *La Presión sonora (p)*

Cuando se analiza el comportamiento acústico de una vivienda es el nivel de presión sonora, ya que su unidad permite reducir el rango de medidas y comparar más fácilmente con la forma como el oído humano percibe los ruidos.

En cuanto a la escala de presiones sonoras, de 20 μ Pa a 20 Pa, que representa aproximadamente el umbral de audición y el umbral de dolor del oído humano a la frecuencia de 1 kHz, se reduce al rango de 0 a 120 dB en la escala de nivel de presión, correspondiendo 0 dB al nivel de referencia y 120 dB al nivel máximo.

- *La intensidad acústica (L ó I)*

La intensidad es vista como una propiedad de un fenómeno acústico que determina sus condiciones de audición y que es



dependiente de la amplitud de sus ondas. La intensidad acústica tiende a amortiguarse con la distancia, aunque depende también de la velocidad de transmisión del sonido, la cual varía según sea el medio por el que se transmite la onda. Como se puede ver la velocidad de transmisión del sonido es un aspecto importante a tomar en cuenta en la selección de los materiales constructivos, puesto que su capacidad de absorción, reverberación o transmisión del sonido resulta esencial para lograr el confort acústico de una vivienda.

Tabla 8: Respuesta subjetiva a los cambios de niveles sonoros

Rango del cambio	Respuesta subjetiva
1 a 3 dB	Apenas perceptible en recintos típicos y laboratorios
3 a 5 dB	Claramente distinguibles en la mayoría de los espacios
5 a 10 dB	Percibido al doble o la mitad de la intensidad
20 dB	El sonido se percibe como mucho más intenso o mucho menos intenso

Fuente: Tabla de Cavanaugh y Wilkes, 1999

Según Serra (1996), en una vivienda los ruidos no deben superar los 51 dB con frecuencia de 125 Hz, los 37 dB con 500 Hz y los 30 dB si son sonidos de 2000 Hz. Recuero y Gil (1991) en su libro sobre Ergonomía nos ofrecen una tabla de la cual se destacan los siguientes valores recomendados para la vivienda por algunos especialistas y organizaciones.

Tabla 9: Niveles de presión sonora recomendados para diferentes recintos.

	Residencia: Dormitorio	Sala de estar		Residencia: Dormitorio	Sala de estar
Kundsen 1953	35-45	35-45	Kryter 1970	40	40
Beranek 1953	35	35	Beranek 1971	34-47	38-47
Beranek 1957	35-45		Doelle 1972	35-45	
Lawrence 1962	25	40	Wood 1972	35	40
Kosten 1962	30	35	Rettinger 1973	35	34-42
Ashrae 1967	25-35	30-40			

Fuente: Recuero y Gil, 1991

Tipos de Ruido, según la fuente:

De acuerdo al tipo de fuente existen los llamados ruidos naturales y los ruidos artificiales. Los primeros son parte de la naturaleza y normalmente aceptados, resultando molestos sólo a exposiciones de



elevada duración e intensidad. Dentro de ellos se pueden incluir la voz, la lluvia, las rompientes de las olas, el silbido del viento, las cascadas de agua, etc.

Los ruidos llamados artificiales provienen de automóviles, aviones, tranvías, motores, radios u otras causas ocasionales intermitentes. Son típicos de las ciudades, ruidos que por su intensidad y frecuencia en constante aumento, constituyen una grave enfermedad de todos los centros habitados y que hoy en día son vistos de modo preocupante por el nivel de contaminación acústica que generan.

En cuanto al análisis de los ruidos desde el punto de vista de la ubicación de la fuente generadora del sonido y su incidencia en las edificaciones tenemos la siguiente clasificación:

- *Fuentes de ruidos externos:*

Se trata de todos aquellos sonidos que, aunque son producidos en el exterior de la edificación, la afectan al causar molestias en sus ocupantes debido a los niveles de presión sonora que suelen alcanzar. Estos pueden influir en el diseño acústico de las viviendas incidiendo, fundamentalmente, en la situación y disposición de cada una de las habitaciones en la fase de diseño, debemos decir que es necesario determinar con claridad el nivel de intensidad y la recurrencia de estos sonidos para poder seleccionar las medidas de control tanto pasivas como activas. Dentro de este tipo de sonidos podemos encontrar los producidos por automóviles, aviones, trenes, construcciones, los agentes atmosféricos, etc.

- *Fuentes de ruidos internos:*

En este caso, la fuente causante del ruido se encuentra en el interior de la edificación. En algunos casos, los sonidos son causados por las instalaciones y los servicios de las mismas. Si existen continuidades constructivas, estos ruidos pueden ser apreciados en puntos alejados de la fuente propiamente dicha a niveles considerables.

Se deben de considerar en el diseño los posibles ruidos que se generan dentro de las edificaciones comúnmente percibidos como las pisadas, las conversaciones, arrastre de muebles, niños jugando, etc. Ruidos por vibración de los elementos constructivos de la edificación u otros objetos, como las vibraciones de un vidrio en una ventana causada por un ruido aéreo.

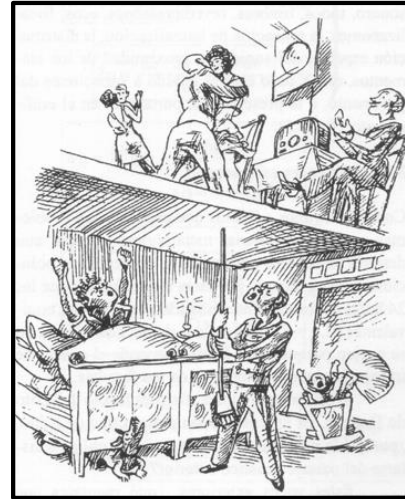


Figura 22: Esquematación del ruido en una vivienda

Acústica

La acústica se encarga del diseño de los espacios, dispositivos y equipos necesarios para contar con una buena audición.

Esto es sumamente importante para determinados géneros de edificios y espacios abiertos, ya que contar con una buena audición (percepción) entraña procesar adecuadamente la información adquirida interactuando de manera más eficaz con el medio ambiente (ligado directamente con la comunicación).

Cuando el sonido es desordenado o demasiado intenso, se convierte en un factor contaminante, que denominamos ruido (aunque en general podemos definir al ruido como cual tipo de sonido indeseable, sea éste ordenado o desordenado, tenue o intenso).

3.2.4. CONSUMO ENERGÉTICO

Los países desarrollados se han caracterizado en estas últimas décadas por la constante búsqueda de eficacia y eficiencia en la utilización de sus recursos energéticos. Bajo esta mirada, las comunidades han impulsado innumerables planes con vista a estos propósitos, planes que subyacen a los distintos sectores productivos de la economía.

El tema del consumo energético de las viviendas esta normado en otros países como es el caso de la Unión Europea donde se llama “certificación energética” y un caso más cercano es el de Chile, se llama “*calificación energética*”, es el primer país en Latinoamérica en aplicar sistema de certificación energética en viviendas. Brasil tiene un sistema de etiquetado nacional para edificios comerciales y públicos que comenzó a operar en julio de 2009.

Si bien en el ámbito privado Chile tiene edificios con certificaciones ambientales, como por ejemplo, la certificación LEED, el aporte del



Gobierno a través de los ministerios de Energía y Vivienda es la oficialización de un sistema de información objetiva a nivel nacional, con una metodología de calificación que se ajusta a la realidad climática y normativa del país. El Sistema de Certificación Energética de Viviendas será administrado por el Minvu, el que regulará la operatividad del sistema, dirigirá la aplicación de la herramienta de cálculo, además de fiscalizar la veracidad y exactitud de los certificados que se emitan.

Congruentemente *la industria de la construcción es uno de los sectores económicos más importantes a nivel mundial*, constituyendo al menos un décimo de la economía global. Asimismo, *los edificios utilizan al menos el 40% de la energía mundial* y es responsable por al menos el *50% de las emisiones de CO₂ al ambiente*. (Alternative Cooling Techniques for Buildings, 2007).

Es necesario considerar que una gran parte de la energía necesaria para nuestras casas se produce con combustibles fósiles, cuyas emisiones de dióxido de carbono contribuyen al calentamiento global (el llamado efecto invernadero), que produce efectos preocupantes que, con el tiempo, bien pueden convertirse en catastróficos. Además, el coste de la energía ha ido creciendo: las facturas de energía son cada día más insostenibles dentro de la economía familiar.

Por estas razones, es urgente intervenir para lograr un equilibrio entre energía y medioambiente, respetando el derecho de las generaciones futuras, para que puedan vivir en un entorno bien conservado y rico en recursos naturales.

Con el uso de tecnologías innovadoras y materiales disponibles en la actualidad, el consumo actual de energía en un hogar se puede reducir incluso en un 40-50%, manteniendo las mismas condiciones de confort, o incluso mejoradas con la consecuente reducción de los costes de energía.

El fuerte impacto que tiene el sector de la construcción lleva a que el ahorro de energía en este sector sea uno de los principales retos a la hora de limitar las emisiones y la dependencia energética del exterior.

La *eficiencia energética* corresponde a un producto holístico derivado en la búsqueda de sostenibilidad de las edificaciones y de hacer funcional a los edificios.

Las tres vías principales para lograr el ahorro de la energía son:

- Buscar diseños ecoeficientes en las edificaciones
- Fomentar el uso de energías renovables
- Fomentar el ahorro y la eficiencia en el uso de la energía a través del fomento de equipamientos eficientes, la innovación en materiales y la concienciación de los usuarios.



Además, hay que tener en cuenta que todo esto debe ir unido a conseguir el máximo confort en la vivienda. Ya que un diseño arquitectónico adecuado:

- Permite reducir la demanda de energía y, por tanto, colabora de forma importante en la reducción de los problemas medioambientales que se derivan de ello.
- Permite reducir el consumo energético y así ahorrar dinero en la factura de la electricidad o del gas.
- Permite reducir el gasto de agua e iluminación.
- Logra unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad de aire interior.
- Permite integrar al edificio con su entorno y favorece la sostenibilidad ambiental.

El sector de la construcción tradicionalmente ha buscado la rentabilidad a corto plazo, obviando otros factores como el mantenimiento energético del edificio, lo que ha eclipsado las ventajas de una arquitectura adaptada al medio en el que se encuentra. La crisis actual del sector y una conciencia cada vez mayor está permitiendo la promoción del ahorro energético.

3.2.4.1. Sostenibilidad y eficiencia energética

La Comisión Mundial de Desarrollo y Medio ambiente (World Commission of Environment and Development) define la sostenibilidad como “La satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

Coherentemente, la construcción sostenible estará centrada en minimizar la cantidad de recursos que consumen actualmente los edificios habitacionales durante su ciclo de vida. Recursos que, en su mayoría, no son renovables y su utilización tiene repercusiones directas en el ambiente. Es decir, desechos sólidos, líquidos y gaseosos. Impactos ambientales que derivan además en impactos sociales y económicos, siendo de este modo la eficiencia en el uso de la energía característico de las construcciones sostenibles.

Es así como hoy las certificaciones energéticas de las viviendas se inscriben en certificaciones de sostenibilidad de los edificios. Como ejemplo se pueden citar: Las metodologías LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEM (BRE Environmental Assessment Method) o CERQUAL (Certification Qualité Logement), entre muchas otras. Todas estas metodologías redundan en los



aspectos que han definido Rey y Velasco (2006) y que deben considerarse durante el ciclo de vida en un edificio sostenible:

- Uso y consumo de energía
- Uso y consumo de agua
- Uso de suelo con valor ecológico
- Uso y consumo de materiales escasos
- Emisiones atmosféricas y de otro tipo
- Impactos ecológicos y de otro tipo

3.2.4.2. Viviendas de bajo consumo energético

Para lograr una vivienda de bajo consumo energético, o eficiente energéticamente, es necesario:

- *Lograr un diseño arquitectónico inteligente*, es decir, una vivienda que adopte estrategias de arquitectura bioclimática como son: orientación y ubicación de ventanas, compacidad, selección de materiales de envolvente, incorporación de energía solar pasiva, entre otras. Dos viviendas iguales, por el mero hecho de estar emplazadas en el espacio de manera diferente, necesariamente una será más eficiente energéticamente que la otra. Estas técnicas permitirán a la vivienda, conforme a las condiciones impuestas por el medio ambiente, disminuir o prescindir de energía para su explotación y uso. Estudios han demostrado que un diseño inteligente que tome algunas precauciones respecto a la iluminación natural puede reducir hasta en un 50% el consumo generado por iluminación (Rey y Velasco, 2006).
- Aislamiento y estanqueidad que permitan controlar los flujos de energía a través de los elementos envolventes de la vivienda. El aislamiento, por absorción y transmisión, brindarán estabilidad térmica interior y resistencia a la pérdida de energía. La estanqueidad, por otra parte, permitirá el control y regulación de la ventilación y, con ello, disminuir o aumentar las pérdidas de energía convenientemente. Para ejemplificar esto, estudios han demostrado que durante el invierno los sistemas de ventilación pueden representar entre el 20% y 60% del gasto energético. (Rey y Velasco, 2006)
- La inyección de recursos (energía, capital, esfuerzo humano y materiales), al igual que los resultados contaminantes y no reutilizables (emisiones y desechos), en cada etapa del ciclo de



vida de la vivienda deben ser mínimos. Las viviendas que incorporen la menor cantidad de recursos no renovables, además de ser más sostenibles, serán más eficientes energéticamente.

- Utilización de materiales de construcción recuperable, reutilizables y con baja energía incorporada (Energy Embodied). La reutilización de materiales de construcción necesariamente conllevará a disminuir la energía incorporada a una nueva vivienda.
- Incorporación de energías limpias y renovables para la operación de los sistemas de instalaciones en las viviendas. El uso de energía solar para el abastecimiento de ACS a través de colectores solares o para el abastecimiento de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos son claros ejemplos de ello. Estas energías, limpias y gratuitas, son preferibles ante aquellas energías contaminantes e ineficientes derivadas de los hidrocarburos.
- Exigencia de elevados rendimientos para todos los sistemas de instalaciones en la vivienda, ya sean de ACS, HVAC u otros. Los diseños inteligentes buscarán prescindir del uso de energía para generar las condiciones de confort dentro de las viviendas, sin embargo, el contraste o la severidad climática de algunas localidades o las condiciones de uso de las viviendas hará obligado el uso de los sistemas de instalaciones, de ahí la importancia de los rendimientos de ellos. Estudios han evidenciado que solo los sistemas de ACS y HVAC usan entre el 55% y 70% de la energía que consume la vivienda, según Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE). En consecuencia, bajos rendimientos de estos sistemas implicarán elevados consumos de energía.
- Bajo consumo energético de aparatos y equipos electrónicos (lámparas, refrigeradores, cocinas, entre otros). La energía utilizada por los electrodomésticos y luminarias (principalmente energía eléctrica) varía entre un 30% y un 45% de la energía total consumida en la vivienda, según EERE. Por lo tanto, también le serán exigibles elevados rendimientos.
- Contar con un sistema de gestión, mantenimiento y mejoramiento continuo. Es decir, un monitoreo constante del funcionamiento de los sistemas en la vivienda para poder rectificar, mejorar o cambiar los elementos que los constituyen según las fallas o anomalías detectadas, especialmente, en los sistemas de instalaciones.

3.2.4.3. La Certificación Energética

Rey y Velasco (2006) definen la certificación energética en los edificios como la prescripción de las características energéticas de estos, que aporta información a los usuarios interesados en utilizar un edificio sobre la eficiencia energética del mismo. En concordancia a los mismos expertos, la certificación energética debe tener las siguientes características:

- Contribuir a la sostenibilidad
- Transparentar el mercado inmobiliario
- Estandarización
- Contar con un certificado y etiquetado energético

Se tienen dos formas de medir la eficiencia energética de las viviendas tenemos:

a) Certificación Energética:

La certificación energética de las viviendas permite conocer, a través de una metodología de cálculo, lo eficaz que es un inmueble respecto al consumo de energía.



Es una exigencia Española, derivada de la Directiva 2002/91/CE, en lo referente a la certificación energética, se transpone parcialmente al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 235/2013, procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios.

Es un proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación energética obtenida con el edificio existente mediante procedimiento reconocidos por la entidad correspondiente y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética por el organismo. El certificado es una información técnica objetiva, sobre las características energéticas que aportará mayor transparencia al mercado inmobiliario y fomentará las inversiones en ahorro de energía. La información final para promotores usuarios tendrá que ser clara y sencilla.

Menos valores de emisión de CO₂ mediante mejoras de la eficiencia energética, implica menores consumos de energía primaria o de otras formas de energía, con sistemas de transformación menos contaminantes. El certificado refleja el coeficiente de transmisión global del edificio y también el consumo de energía para calefacción y refrigeración.

Utilizando diferentes métodos se pueden valorar los efectos que sobre el consumo, tienen determinadas variaciones, suministrando valores que permiten cuantificar una mejora respecto a otra. Son criterios de selección de materiales o elementos, en la fase de diseño que posibilitan una mejora relativa al consumo final de energía del edificio.

Proceso de Certificación o calificación Energética Española

La calificación o certificación energética es la determinación del nivel de desempeño energético referencial e informativo de una vivienda, muy similar al sello de eficiencia que tienen los refrigeradores. En este caso, va desde la letra A la G, es decir, de mayor a menor eficiencia, respecto de una vivienda de referencia.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio	XXXXXXXX
XXXXXXXXXX	Dirección	XXXXXXXX
XXXXXXXX	Municipio	XXXXX
Referencia/s catastral/es	C.P.	XXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	C. Autónoma	XXXXX

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Calificación	Consumo de energía kW h / m ² año	Emisiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente		
B		
C	XX	
D		XX
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX
Válido hasta dd/mm/aaaa	

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 23: Modelo de Certificación Energética

Fuente: Instituto Tecnológico Y De Energías Renovables, S.A.

La Eficiencia Energética de una vivienda es la cantidad de energía mínima necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar de la vivienda, manteniendo o mejorando el nivel de servicio o confort.

Es un proceso que determina el desempeño energético de la vivienda, a partir de los requerimientos energéticos para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria. Se evalúa a través de una calificación energética que conduce a un Certificado y Etiqueta.

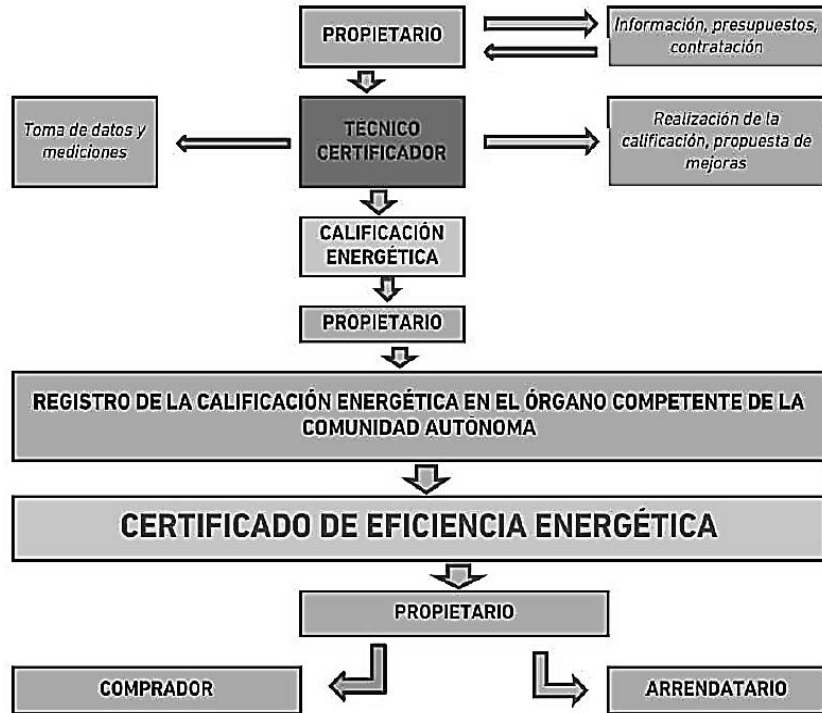
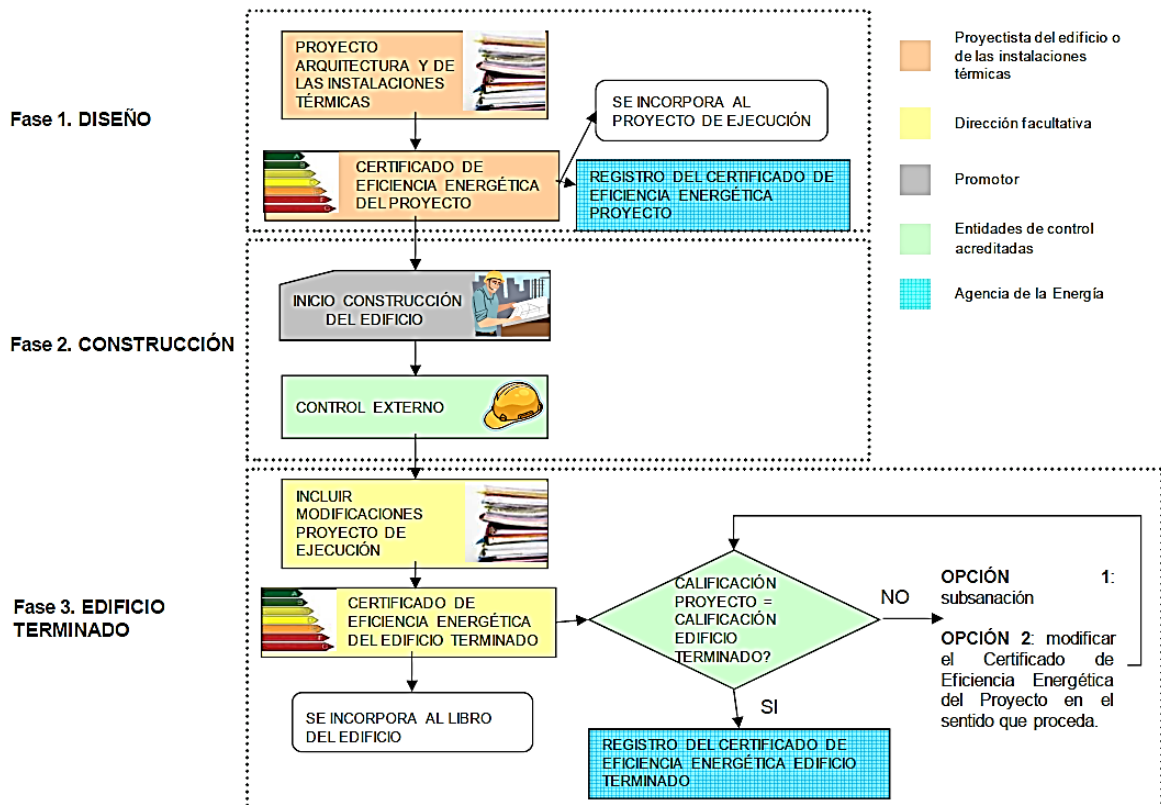


Figura 24: Procedimiento de obtención del certificado de eficiencia energética





b) Certificación LEED:

Leadership in Energía & Environmental Design o “Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental” es un programa de certificación basado en un sistema de estrategias con puntuaciones en 5 diferentes criterios para evaluar las edificaciones sostenibles.

Se basa en un sistema de puntuación que mide el nivel de respeto medioambiental y de salud de los edificios calificado a través de los siguientes criterios:

- **Localización:** Que mide el impacto que tiene la selección de un emplazamiento concreto sobre el medio ambiente local.
- **Gestión de agua:** Que incluye la integración de tecnologías y estrategias para reducir la cantidad de agua potable consumida en el edificio.
- **Energía y atmósfera:** Que mide la eficiencia y comportamiento energético del edificio y que promueve la integración de energías renovables.
- **Calidad ambiental interior:** Que tiene en cuenta el uso de luz natural, criterios de confort térmico, acústico, ventilación y otros aspectos que inciden sobre la salud ambiental de un espacio.
- **Materiales:** Que promueve las prácticas de reducción de deshecho de la construcción, de reciclado doméstico así como el uso de materiales reciclados o rápidamente renovables para la construcción.

Según el tipo de certificación, un edificio LEED® reduce:

- ✓ Entre el 30% y el 70% del consumo de energía,
- ✓ Entre el 30% y el 50% de consumo de agua,
- ✓ Entre el 50% y el 90% del costo de residuos, y
- ✓ El 35% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Beneficios

- **Reconocimiento mundial de sustentabilidad:**
Ser reconocido por la comunidad, los accionistas de la compañía y la industria. Asimismo, permite ser validada por terceros y calificar para un creciente número de incentivos de los gobiernos locales y estatales en categorías de la certificación LEED.
- **Alta productividad:**
Aumenta la productividad de los ocupantes. La mejora de la calidad de aire interior, el aumento de la luz natural correctamente orientada, controles ambientales personales o el

acceso a zonas verdes se traduce en menor stress, mejor predisposición al trabajo y a la interrelación personal en el ámbito laboral, y eso repercute directamente sobre los resultados finales de una empresa.

- *Eficiencia energética:*
Puede llegar a ahorrar entre un 30% y un 50% de energía con respecto a los edificios tradicionales, traduciéndose en una disminución de los costos operacionales del edificio.
- *Mayor competitividad en el sector público:*
Porque LEED es una respuesta efectiva y de alto valor añadido a las políticas medioambientales de las instituciones públicas. Construir edificios sostenibles con certificado LEED permite optimizar los costes de construcción, aporta innovación y proporciona herramientas para comunicar y capitalizar la inversión a los organismos públicos.
- *Mayor valor en mercado inmobiliario:*
Los edificios de alta eficiencia energética y bajo coste de mantenimiento tienen mayor valoración en el mercado inmobiliario. Sus retornos de inversión en régimen de alquiler incluyen ahorros generados por la eficiencia energética y amortizaciones más rápidas.
- *Herramienta de marketing:*
Debemos mencionar también el hecho de que un edificio con certificación LEED se promociona con una importante herramienta de marketing, se proyecta como una construcción de calidad superior en relación al promedio. El sello le otorga un valor agregado reconocido mundialmente, que demuestra un especial compromiso y responsabilidad con el medio ambiente y nuestra sociedad.
- *Reducción de efectos negativos de la construcción:*
Una edificación certificada reduce los efectos negativos que la construcción pudiese tener en el medio ambiente, reduce las emisiones de gas invernadero al medio ambiente, evitando el daño a la capa de ozono y el cambio climático, reduce los desechos enviados a los vertederos, conservando los entornos naturales, protegiendo los ecosistemas y la biodiversidad.





3.2.5. Diseño Arquitectónico

Diseño arquitectónico son un conjunto de actividades intelectivas manuales y operativas destinadas a dar solución a problemas complejos en los que se requiere espacios para realizar una actividad o función. El diseño arquitectónico también provee de estructuras y formas decorativas: diseño de muebles, diseño interior etc.

El diseño arquitectónico es un proceso que empieza por identificar la necesidad o requerimiento. El segundo paso es conceptualizar una solución: esbozos apuntes dibujos maquetas y el tercer paso es desarrollo del proyecto a nivel de diseño. Tiene por objeto generar propuesta e ideas para la creación y realización de espacios físicos enmarcados dentro de la arquitectura. Mediante el diseño arquitectónico se planifica lo que será finalmente la edificación construida con todos los detalles, imagen de estética, sistemas estructurales, confort y todo lo que compete a una edificación sostenible.

3.2.6. Vivienda Sostenible:

La Sostenibilidad en relación con la vivienda tiene un lugar primordial toda vez que, coinciden los expertos, debe apostarse por el aprovechamiento inteligente de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente a favor de las generaciones futuras.

Una construcción sostenible es toda aquella que no genere desperdicios de ningún tipo, pero podemos decir que la sostenibilidad está ligada al ahorro de energía y de diferentes recursos en general. Por ejemplo, para construir una casa de manera más responsable podemos optar por diferentes sistemas que nos permitan evitar el derroche de recursos, como la construcción en seco.



CAPÍTULO IV

LA NANOTECNOLOGÍA Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



4. LA NANOTECNOLOGÍA Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

4.1. La Nanotecnología

El término Nanotecnología se ha expandido velozmente por los distintos sistemas de ciencia, tecnología e innovación a nivel mundial, y se dice que muchas puertas han sido abiertas al mundo de lo pequeño gracias a los avances en esta área.

La tecnología se sigue renovando en varios aspectos, ahora la gran revolución de la nanotecnología llega al sector de la construcción, generando grandes cambios a lo que antes era la metodología de construcción la tradicional, llevándola así a un nuevo nivel y proyectando el área de la construcción a un futuro tecnológico.

“La nanotecnología se entiende el estudio, diseño, creación y aplicación de materiales a nano escala a través del control de la materia, reordenando los átomos y la estructura molecular”... “Caracterizados principalmente por contar con nuevas propiedades físicas y químicas obtenidas a escala nanométrica. Así, la resistencia, elasticidad, conductividad térmica, entre otras propiedades, se comportan de diferente modo y *manera a cuando son sometidos a escala macroscópica*” (Arguelles, A. y Gómez, D., 2008).

Etimológicamente, la raíz nano proviene de la unidad de medida “nanómetro”, que significa 10^{-9} , es decir la mil millonésima parte de un metro.

Los trabajos en la literatura señalan que el origen de la Nanotecnología parten de la conferencia del físico norteamericano, galardonado con el premio Nóbel de Física en 1965, Richard Feynman, quien fue uno de los primeros en darse cuenta de las potencialidades existentes en la nanoescala.

En la conferencia de la reunión anual de la Asociación de Física Norteamericana, Feynman se explayó sobre las posibilidades físicas de controlar la materia a escalas muy inferiores de las que se manejaban en la época, afirmando que teóricamente era posible guardar los 24 volúmenes que en su momento tenía la enciclopedia británica en la punta de un alfiler. Y yendo aún más lejos, afirmó que la información contenida en todas las bibliotecas del mundo podría guardarse en un cubo de algunos centímetros de lado.

La conferencia es reconocida como el puntapié inicial para el desarrollo de la Nanotecnología. No obstante, Feynman nunca mencionó el término Nanotecnología en sí. Esto recién ocurrió en 1974, cuando el científico japonés Norio Taniguchi afirmó en un trabajo que la Nanotecnología consistía en “el procesamiento, separación, consolidación y deformación de materiales manipulando átomos o moléculas” (Taniguchi, 1974).



4.2. Los Materiales Nanoestructurados

Los materiales nanoestructurados se diferencian de los materiales comunes en que su estructura molecular tiene granos más pequeños, entre cien y mil veces menores que los de dichos materiales. Además de esto, dentro de un mismo volumen, poseen una cantidad de átomos inferior, equivalente al 0,001%. Por consiguiente, se produce un ahorro considerable de materia en los materiales nanoestructurados y como corolario el peso es mucho menor. Estas cualidades permiten dotar a los materiales de nuevas e insospechadas características.

El proceso que permite la obtención de los materiales nanoestructurados es la síntesis física de vapor, un proceso que expone al material común a temperaturas superiores a su punto de fundición, lo que ocasiona una evaporación superficial de átomos que son capturados como cristales por un colector enfriado a bajas temperaturas, esto ocurre en una atmósfera constituida por un gas especial. Los cristales restantes se retiran del colector y se prensan para moldear objetos. Al controlar el ritmo de evaporación, elegir el tipo correcto de gas y controlar su presión atmosférica, se logra cambiar la resistencia a la fractura, la plasticidad, la elasticidad, el color, la transparencia, la resistencia a la corrosión, las reacciones químicas, el comportamiento eléctrico y magnético, la resistencia acústica y térmica de estos materiales.

Los nuevos materiales con que conviviremos en nuestra vida diaria durante el siglo XXI se desarrollarán a la medida, con el fin de obtener un material con unas propiedades adecuadas para una aplicación determinada y serán “nano”, inteligentes, así como energéticamente más eficientes, reciclables y menos tóxicos a favor del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Los **materiales inteligentes** podrán replicarse y repararse a sí mismos, e incluso, si fuera necesario, autodestruirse, reduciéndose con ello los residuos y aumentando su eficiencia.

Un elemento que está siendo cada vez más utilizado es el denominado composite, un compuesto que une dos o más materiales, fibras de gran rendimiento como el carbono, la aramida, o vidrio. Estos materiales superan las aleaciones metálicas en resistencia y rigidez, son mucho más livianas, tienen características superiores de fatiga y, lo que es muy importante, son prácticamente inmunes a la corrosión.

Empleo de los nuevos materiales en la construcción

Como aspectos que limitan su uso, se debe subrayar la falta de mentalización entre los usuarios y el escaso conocimiento que de estos materiales se tiene. El costo es otro aspecto que en algunos casos limita su utilización.



Los materiales nanoestructurados:

Es imprescindible que los materiales de construcción, y los sistemas constructivos derivados, cumplan con varias características como son: alta durabilidad y resistencia al deterioro, buen comportamiento mecánico, entre otras.

¿Qué diferencia existe entre un material común y uno nanoestructurado? Si comparamos dos pedazos de materiales con un volumen idéntico, por ejemplo, dos cubos sólidos de cobre de un centímetro cúbico, la diferencia estriba en que en el interior del pedazo de material común, sus moléculas están organizadas en granos con poblaciones típicas de miles de millones de átomos, cuya dimensión granular oscila entre micrómetros y milímetros de diámetro.

En el pedazo del material nanoestructurado, los granos moleculares tienen un tamaño máximo de 100 nanómetros de diámetro y tienen poblaciones granulares menores a decenas de miles de átomos. Dicho de otra forma, los granos nanoestructurados son entre mil y cien veces más pequeños que los de un material común, y además, dentro del mismo volumen poseen el 0.001 por ciento de átomos. Lo anterior significa un ahorro increíble de materia dentro de cada pedazo de material nanoestructurado y, como consecuencia, una ligereza en peso que puede llegar a ser mil veces mayor que lo normal.

Esta distinción física permite también obtener prioridades y características nuevas, singulares y asombrosas que nunca antes han sido vistas en los materiales comunes.

¿Qué tipos de materiales comunes son susceptibles de ser nanoestructurados mediante este proceso? En realidad, todo tipo de sólido conocido puede ser aprovechado para crear estos nuevos materiales. Los cuatro grupos de sólidos presentes en la naturaleza, llamados metales, cerámicas, semiconductores y polímeros, están siendo tratados según este proceso.

Debemos recordar que los cuatro tipos mencionados son los materiales constructivos básicos utilizados en la arquitectura moderna.

¿Qué resultados importantes se han obtenido? Existen actualmente metales cuya resistencia es cinco veces mayor que la de sus contrapartes naturales. Se encontraron cerámicas que nunca se fracturan, sólo se deforman. Hay materiales que cambian de color dependiendo del espectro de luz que se aplique a su superficie, y que se vuelven en algunos casos totalmente transparentes. Se han construido semiconductores 300 veces más eficientes que los utilizados en la electrónica convencional.

Existen cerámicas que resisten altas temperaturas y atmósferas sumamente corrosivas.

La empresa Nanophase Technologies Corporation fabrica y comercializa una línea de producción que abarca actualmente materiales abrasivos,



catalizadores, cosméticos, magnéticos, pigmentos y recubrimientos, componentes electrónicos y cerámicas estructurales. Este último conjunto de productos permite la fabricación de partes estructurales mediante el proceso de moldeo en malla que, en un futuro inmediato, será utilizado principalmente por la industria automotriz y aeroespacial en la construcción de estructuras, motores y laminados.

4.3. La Nanotecnología Aplicada a los Materiales de Construcción

Todo tipo de material sólido puede ser nanoestructurado (metales, cerámicos, semiconductores y polímeros). Estos son los materiales que emplea la arquitectura actual, por lo que se abren grandes posibilidades.

Entre los resultados obtenidos se encuentran: metales cinco veces más resistentes que los naturales; cerámicas que nunca se fracturan, apenas se deforman; materiales que cambian de color de acuerdo a la luz que se les aplique y pueden volverse totalmente transparentes; semiconductores trescientas veces más eficaces; cerámicas que resisten altas temperaturas y atmósferas corrosivas.

Estos nuevos materiales permitirían realizar edificios con estructuras más esbeltas que soportaran cargas cinco veces mayores y con estructuras más esbeltas y una altura cinco veces superior. Podríamos imaginar edificios con paredes y pisos que cambiaran de color de acuerdo a la luz solar, esto nos permitiría tener muros divisorios transparentes durante el día y opacos por la noche. Las casas normales serían tan livianas que podríamos trasladarlas, el transporte de materiales sería sumamente sencillo.

Es imprescindible que los materiales de construcción, y los sistemas constructivos derivados, cumplan con varias características como son: alta durabilidad y resistencia al deterioro, buen comportamiento mecánico, entre otras.

Los materiales nanoestructurados se diferencian de los materiales comunes en que su estructura molecular tiene granos más pequeños, entre cien y mil veces menores que los de dichos materiales. Además de esto, dentro de un mismo volumen, poseen una cantidad de átomos inferior, equivalente al 0,001%. Por consiguiente, se produce un ahorro considerable de materia en los materiales nanoestructurados y como corolario el peso es mucho menor.

Estas cualidades permiten dotar a los materiales de nuevas e insospechadas características.

Los materiales inteligentes, podrán replicarse y repararse a sí mismos, e incluso, si fuera necesario, autodestruirse, reduciéndose con ello los residuos y aumentando su eficiencia.



4.4. Identificación de los Materiales Nanoestructurados usados en el sector construcción

A pesar de que el uso de la nanotecnología es relativamente reciente, existen actualmente múltiples investigaciones de la nanotecnología aplicadas a materiales usadas en el sector construcción, tales como:

- *Pastas de cemento* Portland adicionado con nanopartículas de dióxido de titanio (TiO₂) en fase anatasa y rutilo, *autolimpiantes y bactericidas*, con el fin de lograr materiales amigables con el medio ambiente (Cárdenas, C., 2012).
- *Muros de Concreto que descomponen los gases* expulsados por los tubos de escape de vehículos en túneles de carretera y veredas que limpian el aire en las ciudades (Empresa Sueca Skanska, 2005).
- *Concreto Translucido de Fibra óptica*: Inventado por el arquitecto húngaro Áron Losonczy, y conocido con el nombre de Litracon (light-transmitting concrete) se trata de un microconcreto (96%) reforzado con fibra óptica (4%). Incorporan miles de filamentos de fibra óptica de diámetro entre 2 micras y 2 mm, orientados todos ellos en la misma dirección de una cara. En la dirección de las fibras se transmite la luz y se percibe la placa de concreto como translúcida, mientras que en la dirección transversal a las fibras no se transmite la luz y se percibe como opaca.

Las fibras ópticas (fibras de vidrio) actúan como elemento resistente en el hormigón y simultáneamente como elemento transmisor de la luz. Cuanto menor sea el espesor y mayor la intensidad de la luz detrás de la placa mayor efecto de translucidez se obtendrá.

- *Concreto Translucido Poliméricos*: Inventado por Joel Sosa y Sergio Galván, dos estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapotzalco, México. Concreto capaz de permitir el pase de luz. Se fabrica igual que el concreto tradicional, con cemento blanco, áridos finos, gruesos, agua y un componente llamado Ilum. Se sustituye todo (o la mayor parte) del conglomerante normal del concreto (el cemento) por un material que también tenga propiedades conglomerantes (por tanto adhesivas) y a la vez propiedades translúcidas, como son los polímeros (es decir, plásticos, poliésteres, resinas). Se consigue que la masa sea vítrea y translúcida en todas direcciones, con una transmisión de la luz de hasta el 80%.
- *Vidrios orgánicos* como alternativa al vidrio común.
- *Pinturas y barnices modificados* con nanopartículas, para mejorar sus propiedades.
- *Vidrios especiales* con propiedades de *protección anti incendios, recubrimientos funcionales* (por ejemplo filtradores de radiaciones).



- Presencia de partículas nanoestructuradas de dióxido de titanio embebidas en el cemento aglomerado, las partículas del metal teóricamente cuidarán que el *concreto* se mantenga *blanco y brillante* para siempre, incluso en una ciudad con smog. El dióxido de titanio (TiO₂) tiene propiedades autolimpiantes.
Con la exposición a la luz ultravioleta se impacta al TiO₂ y se excita el material por lo que pasa a actuar como un catalítico al oxidar material orgánico del ambiente, presente en la suciedad. Actúa engullendo óxido nitroso, sulfuros, monóxido de carbono, sustancias químicas aromáticas, amoníaco y aldehidos. (Cassar L., 2004)
- *Superficies autolimpiantes y reducción de los contaminantes del aire.* Ejemplos de cementos foto-catalíticos son TioCem TX Active (Heidelberg Cement), NanoGuardStone-Protect de Nanogate AG y TX Arca y Aria TX (Italcementi), que se producen como aglutinantes para una amplia gama de materiales de *revestimiento*, como en las paredes exteriores, tuneles, pisos de Concreto , adoquines, baldosas, tejas, pinturas de señalización vial, paneles de Concreto , yeso y pinturas de cemento.
- Material formado por Nanopartículas en forma de Nanopolímeros, con propiedades de *pasar del estado sólido a líquido*, Desarrollada por el NanoManufacturing Institute de la Universidad de Leeds, puesta en marcha el 2007 por el proyecto ISSB (Intelligent, Safe and Secure Buildings o “Edificios inteligentes y seguros”), que luego se solidificarían reparando así las casas y edificios. Los muros consiguen esta capacidad gracias a un material formado por nanopartículas poliméricas (macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas, llamadas monómeros) que pasan a estado líquido si se someten a presión. Dicho líquido fluye y rellena las grietas y después se endurece y forma un material sólido, arreglando así las grietas que sufra el edificio.
- Los *nano-recubrimientos*, productos de Nanodepot, para el mantenimiento de superficies como el mármol, piedra, cantera, vidrio, cerámica entre otros, con la finalidad de *proteger y/o limpiar* superficies y con esto conservar las propiedades de los materiales ante las inclemencias del tiempo, suciedad, microorganismos, etc. Una ultra fina capa de SiO₂ (Dióxido de silicio /cristal líquido) se fusiona con las superficies gracias a un enlace químico, protegiéndolas desde niveles microscópicos.
Las propiedades hidro y oleofóbicas de este tipo de recubrimientos permiten que partículas como el agua, aceite, polvo y otros no se adhieran, logrando así una conservación mucho más prolongada de la superficie y evitando la acumulación o propagación de microorganismos.
Excelente opción como protección contra la humedad y el desgaste; el tiempo de vida de las superficies se incrementa aunado a la belleza natural de los materiales, las texturas originales no se pierden. Industrias



PROTECT, dispone de más de 50 diferentes productos marca nanoproofed® para la protección de superficies.

Estas superficies tienen un sistema de poros capilares de diferentes tamaños y dimensiones que puede ser penetrado por agua, suciedad, polvo, aceites, ácidos, cal, óxido, bacterias, hongos, algas, moho, etc

- *Vidrios inteligentes* que son capaces de cambiar alguna propiedad frente a algún cambio en el ambiente en el que se encuentra, existen los vidrios fotocromáticos que *varían su transparencia en función a la intensidad de la luz incidente*, los vidrios termocromáticos que hace lo mismo pero en función a cambios de temperatura y los vidrios electrocromáticos que pierden su transparencia al aplicarles una corriente eléctrica.

Los vidrios electrocromáticos están constituidos por 2 capas de vidrios, y entre ellas una serie de polímeros conductores que tienen la propiedad de colorearse al aplicarles una diferencia de potencial, generalmente a color azul.

- *El vidrio fotovoltaico* no es más que vidrio templado con finas capas de silicio amorfo, en las que mediante láser se consigue diseñar e interconectar las células que componen cada unidad. Ofrece las mismas funciones que los materiales tradicionales, pero aporta, la capacidad de generación de energía eléctrica.
- *Piso fotovoltaico*, cerámico de material vítreo con células fotovoltaicas, con aislación térmica y vidrio acústico, producto de doble vidriado. Estas baldosas son *resistentes, durables* y hacen un aporte estético, brindan doble función, arquitectónica y energética. Comercializado con Onyxsolar.
- Una compañía americana ha desarrollado paneles solares: *tejas con celdas fotovoltaicas*, comercializada por Srsenergy.com. Tienen la forma y grosor de las usuales moldeadas para techos en EEUU, pero en realidad son pequeños paneles de celdas solares. La posibilidad de cubrir parte o todos los tejados de residencias permiten generar un importante quantum de energía eléctrica a partir de la radiación solar. No hace falta instalar grandes y pesados paneles.
- *Graphenstone*, Material creado por la empresa sevillana ledisa, empresa de pintura, y los laboratorios especializados en nanotecnología Graphenano, es un *recubrimiento ecológico*, utilizando materiales nanotecnológicos de baja densidad y combinándolos con materiales naturales que controlan los agentes contaminantes, puede ser utilizado tanto en interiores como en exteriores, "convirtiéndose en la solución más avanzada en pinturas, que además tiene componente ecológico", es capaz de *aislar electromagnéticamente* y además es *antibacteriana, antimoho y antihongo*.
- *Concretos más duraderos, menor contracción, la reducción de la corrosión*, productos sobre una base de humo de sílice, algunos que se encuentran en



el mercado son AgiliaTM ChronoliaTM y DuctalTM de Lafarge y EMACO[®] Nanocrete de BASF.

- Modificación de *pinturas y barnices* con nanopartículas, la adición de partículas de ZnO *mejora* significativamente el *comportamiento frente a la radiación ultravioleta* del recubrimiento, mientras que la adición de alúmina (Al₂O₃) y sílice (SiO₂) *mejora* el comportamiento *frente a los rayados*.
- El *acero* para armaduras, modificado nano estructuralmente, con una *resistencia a la corrosión* similar a la de los aceros inoxidable, de menor costo y con propiedades mecánicas superiores a los aceros de *alta resistencia*.
- *Nano sensores embebidos en las estructuras*, que permitirá una *monitorización* continua y *diagnóstico de su estado*, además de los beneficios por *eficiencia energética*. Por ejemplo para vigilar el estado de los puentes y detectar cualquier anomalía o riesgo.
- *Cerámicas bioactivas*, los cuales son materiales *capaces de auto-repararse*, como en el caso del asfalto y el propio concreto, y materiales con memoria de forma.
- *Cerámicas avanzadas*, Las cerámicas de alto rendimiento tradicionales se producen con polvos cuyos constituyentes poseen un diámetro inferior a un micrómetro o 1.000 nanómetros, resistentes a las altas temperaturas y la corrosión. Los polvos nanoescalados de circonio (ZrO₂) y aluminio (Al₂O₃) se utilizan como componente de cerámicas estructurales con una mayor dureza y resistencia a la fractura y el astillado
- *Recubrimientos de grosor nanométrico* que protegen el *acero* de la corrosión
- *La nanocristalización* catalizada se consigue crear una red de cristales, originada por partículas nanométricas (de entre 0,1 y 0,7 nanómetros) y, gracias a la formulación especial de 84 elementos que componen los catalizadores, otorga a el mejor sellado, por penetración (hasta 20 cms) *en concretos y otros materiales pétreos porosos*, La aplicación aporta:
 - *Impermeabilización*: Al eliminar el agua, el reactivo de las patologías y el medio de transporte para la introducción de elementos nocivos, se dejará inerte cualquier elemento interno rodeado de nanocristales.
 - *Aumento de la resistencia mecánica a compresión*: al cristalizar el producto en la red de capilares, este actúa como un mallazo de silicato uniformemente distribuido.
 - *Consolidación de materiales*: Consolidar las uniones en las reparaciones de concretos, morteros, cerámicas, piedras, etc.
 - *Protección anticorrosiva o inhibición de la corrosión*: Al recuperar y mantener el PH de los materiales por encima de 11,4.



- *Control de fisuraciones.*
 - *Flexibilidad:* el cuarzo puro o silicio tienen una dilatación inferior al concreto, morteros, etc. La red mallada cristalina o red de cristales nanométricos se readapta a los movimientos de los materiales.
 - *Acelerante del fraguado.*
 - *Eficiencia energética:* se evita la disipación de la temperatura a través del concreto de las paredes, con un ahorro energético del 30 al 50%.
 - *Abierto a difusión y no modificación de aspecto y tacto.*
 - *Carácter ignífugo.*
 - *Hidrofugante antigrafiti.*
 - *Reparación sin obras.*
- *Fachadas que cambian con la temperatura.* Sistema de Fachada homeostática, una doble piel de vidrio, fachadas de grandes edificios, capaz de abrirse y cerrarse dependiendo de la temperatura exterior del edificio, consiste en la *auto-regulación* de los elementos que constituyen la fachada dinámica, sujeta a cambios en función de la luz solar y la *temperatura*. Debido a que las condiciones ambientales cambian a lo largo del día, las deformaciones son muchas: cuando la luz del sol calienta el edificio durante ciertas horas del día, las superficies de la cinta se expanden para crear sombra en el interior del edificio, y cuando las temperaturas bajan, se contraen para permitir la entrada de más luz, la gran ventaja es el control solar directamente regulada por la fachada y las condiciones externas específicas, lo que limita la pérdida de calor y un importante ahorro energético.
- En la naturaleza, este tipo de autorregulación se conoce como homeostasis. Realizado por El Estudio & Decker Yeadon, Nueva York



CAPÍTULO V

VIVIENDA SOSTENIBLE - DISEÑO ARQUITECTÓNICO

5. VIVIENDA SOSTENIBLE - DISEÑO ARQUITECTÓNICO

5.1. Estado Situacional de las viviendas en el Perú

El Perú tiene una población de 30 millones 814 mil 175 habitantes, concentrados principalmente en la costa y en menor grado en la sierra y selva. Mientras que Lima Metropolitana llega a 9 millones 752 mil habitantes. Según datos del INEI al año 2014.

Según el Fondo Mivivienda, el déficit habitacional en 2014 alcanzó a 1.86 millones de viviendas. Esta situación se traducía en una demanda de 110 mil unidades nuevas de vivienda por año; aproximadamente el 80% de esta demanda se habría cubierto mediante la autoconstrucción.

Según datos de la Asociación de Empresas Inmobiliarias (ASEI) el año 2014 se vendieron 11 mil viviendas, cifra inferior comparada con las 15 mil 700 unidades de 2013 debido a una serie de restricciones impuestas al crédito para los sectores de menores ingresos.

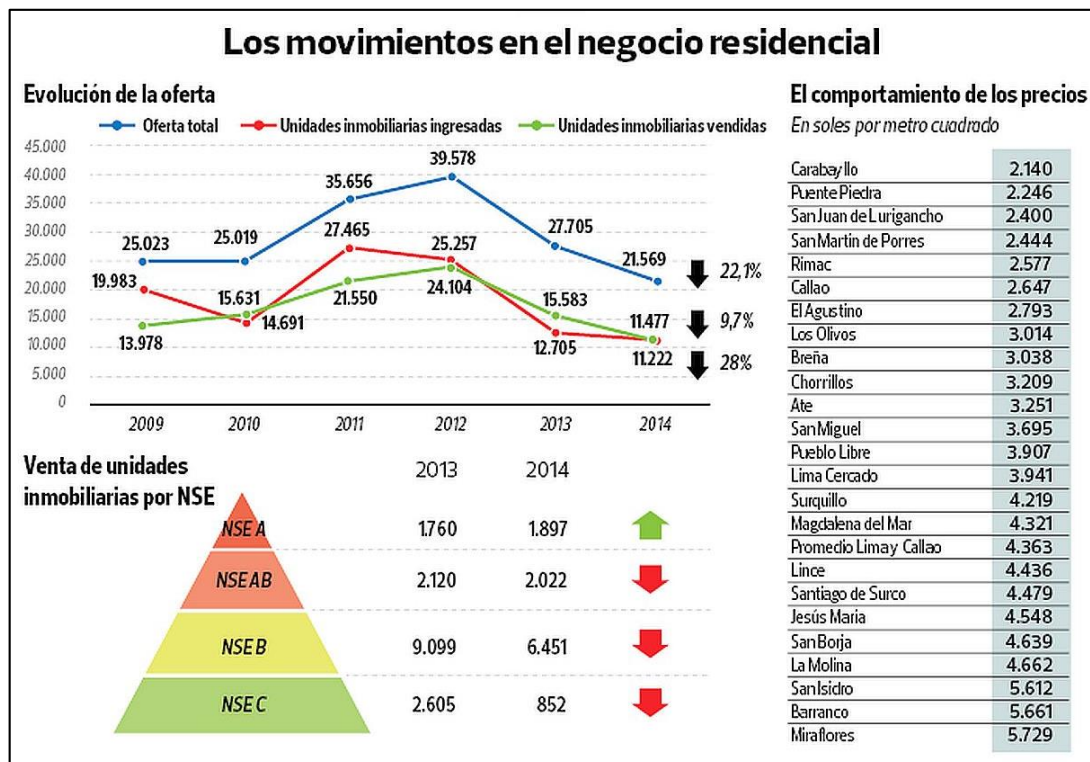


Figura 25: Movimientos en el Negocio Residencial de viviendas en el Perú. Elaborado por el Comercio

La oferta inmobiliaria estará dirigida especialmente a la clase media, es decir, al segmento poblacional B, y se centrará en la construcción de departamentos, por lo cual los distritos tradicionales de Lima continuarán creciendo "hacia arriba".

Hoy en día, la torta inmobiliaria se la lleva la clase media alta y el 65 por de las viviendas que se adquieren en Lima van a manos de familias del sector "B".



Según informó la Cámara Peruana de la Construcción, en 2014 las inversiones inmobiliarias habrían alcanzado los US \$3,500 millones, cuando en años anteriores eran de hasta US \$8 mil millones.

5.2. Vivienda Sostenible

Para logra una vivienda sostenible, en términos de la arquitectura, ha de pasar por entender y optimizar, su relación con el edificio, los ciclos de materia, energía e información. Es la búsqueda de una arquitectura eficiente cuyo objetivo final es mejorar la calidad de vida. Es la composición de soluciones arquitectónicas a partir del conjunto de técnicas y materiales disponibles. Teniendo en cuenta:

- Un adecuado programa Arquitectónico
- Tener en cuenta el medio circundante
- Conocimiento de los materiales
- Conocimiento del Confort

Y cuya síntesis es una envoltura habitable.

Es por ello que para lograr una arquitectura sostenible, que es lo mismo que decir una arquitectura eficiente, se tiene que tener en cuenta la etapa de la construcción y el mantenimiento, para lograr ello se necesita tener una sensibilidad ecológica, conocimiento del medio ambiente y conocimiento de los materiales que nos ayudarán a lograr una vivienda sostenible.

La Arquitectura ambiental, ecológica, bioclimática, etc. son algunos términos, que no son sinónimos, pero persiguen un común denominador a la arquitectura sostenible, promover diseños con el objetivo de restaurar el balance o equilibrio entre el medioambiente y lo manipulado por el hombre.

- Arquitectura ambiental*: es la que es respetuosa con su medio circundante, surge como respuesta al medio que lo rodea y tiene en cuenta el microclima.
- Arquitectura ecológica*: trata de minimizar el impacto de la arquitectura con el ecosistema, evita la contaminación y respeta la biodiversidad.
- Arquitectura bioclimática*: tiene en cuenta la habitabilidad y el confort de los habitantes.

5.3. Diseño Arquitectónico

Para realizar un correcto diseño arquitectónico se deben de tener en cuenta ciertas consideraciones en cada una de las etapas del ciclo de vida de una edificación, para poder lograr una vivienda sostenible, siendo estas las etapas:

- La etapa de diseño
- La etapa de construcción
- La etapa de mantenimiento



Mientras que los puntos más importantes de la etapa del diseño arquitectónico de una edificación son:

- Condicionantes estético-culturales,
- Conformación de los espacios,
- Volúmenes masas,
- Aspectos socio culturales,
- Referentes Históricos
- Orientaciones, ejes nodos,
- Condicionantes Normativos,
- Elementos estéticos a nivel de cobertura,
- Elementos estéticos interiores,
- Confort de los habitantes,
- Aspecto medio ambiental, etc

De las etapas mencionadas, así como de los aspectos del diseño, solo se tomaran en cuenta los que pueden variar mediante el uso de elementos externos, como el uso de los materiales de construcción, tenemos:

5.3.1. Etapa de Diseño:

a) Diseño Espacial:

- Conformación de los espacios.
- Condicionantes Normativos.
- Elementos estéticos a nivel de cobertura e interiores.

b) Aspectos de Confort

- Confort Térmico.
- Confort Acústico.
- Confort Lumínico

5.3.2. Etapa de Construcción y mantenimiento

a) Materiales propuestos.

b) Tecnologías y técnicas constructivas.

c) Mantenimiento de la edificación.

5.3.3. Impacto Ambiental

a) Impacto Ambiental de los materiales

b) Impacto ambiental en la etapa de construcción.

c) Impacto ambiental en la etapa de mantenimiento.



CAPÍTULO VI

PROBLEMÁTICAS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO



6. PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

Como sabemos, considerando la vida útil de una edificación, tenemos que intervienen en el éxito para obtener una vivienda sostenible:

- La etapa del diseño arquitectónico tiene 80 % de posibilidades de intervenir con éxito procurando la eficiencia de la edificación.
- La etapa de construcción las posibilidades son sólo de 15 %.
- La etapa de uso y mantenimiento bajan a 5 %, claro que son excelentes medidas por ejemplo cambiar las lámparas comunes por otras de bajo consumo, o substituir las aberturas comunes por DVH, o si es posible también colocar más aislación térmica, etc.

Por lo que es conveniente intervenir adecuadamente al 80 %. El proceso comienza por adoptar una volumetría y una planta adecuados, que permita racionalizar el uso de la energía, el consumo responsable del agua y su reaprovechamiento, uso correcto de los materiales adecuados, minimizar el mantenimiento, aumentar la durabilidad de la edificación, el reúso de sus materiales al fin de su vida útil.

Por lo cual la aplicación de los materiales nanoestructurados en el diseño arquitectónico de las viviendas tiene implicancia en las siguientes etapas:

6.1. Etapa de diseño

En la historia de la arquitectura, los procedimientos constructivos y los materiales de construcción han determinado en mucho las características formales y funcionales resultantes de cada edificación, y en la actualidad se debe de tomar en cuenta la disminución de costos de mantenimiento que pueda generar la edificación, la cual tienen su implicancia en el diseño de la vivienda.

Es la etapa inicial del Diseño, donde se tienen que tener en cuenta los factores sociales, ambientales y físicos del terreno, se tendrá en cuenta el uso de la edificación, los gustos de los futuros habitantes, sus ocupaciones y costumbres y sobre todo la sostenibilidad de las viviendas.

De todo ello depende el éxito de una propuesta de diseño arquitectónico. Sin olvidarnos de las normativas locales y nacionales existentes que limitan las condicionantes del diseño, en nuestro caso sería el Reglamento Nacional de Edificaciones y los Parámetros Urbanistas de la Municipalidad.



6.1.1. Diseño Espacial

a) *Conformación de los espacios.*

Para garantizar un óptimo diseño arquitectónica de una edificación es necesario una distribución espacial correcta según las necesidades de los usuarios (función para la que fue requerida), tomando en cuenta el entorno social y ambiental, proponer un diseño que permita racionalizar el uso energético mediante el uso correcto de los materiales, para de esta forma minimizar el costo de mantenimiento e incrementar la durabilidad de la edificación.

Teniendo en cuenta el problema de las viviendas en el futuro (disminución del área destinada para las viviendas debido a su demanda), se va a tomar las siguientes problemáticas del diseño en cuanto a la distribución de los espacios.

Problemática 1: Orientación del terreno

Uno de los grandes problemas que afrontan los arquitectos en la etapa del diseño está relacionado con las condicionantes del terreno, los cuales muchas veces conlleva a diseños con altos grados de mantenimiento por el uso de aire acondicionado, problemas de iluminación y grandes desperdicios de área.

- *Tamaño del terreno*, es una condicionante que define las características básicas del diseño, problemática que repercute en el confort de los habitantes, y genera edificaciones ineficientes.

Esto se debe a que es muy difícil diseñar en viviendas de área reducida, teniendo en cuenta que debido a las condiciones ambientales la distribución de espacios es mucho más difícil que en viviendas de áreas más grandes, lo que conlleva a diseños de viviendas inadecuados y con altos costos de mantenimiento.

Es muy diferente realizar un diseño de una vivienda que cuenta con un área de 500 m² (caso A) que en un terreno de 100 m² (caso B). Como se muestra en la figura 26.

Por ejemplo en el caso A, solo se construya 100 m², en este caso se puede variar la ubicación y orientación de la vivienda y por ende de los espacios en función a la orientación del sol.

Otra muy distinta es realizar un diseño en el caso B, enmarcado entre otros terrenos o edificaciones, donde no se puede variar la orientación de la vivienda, ya que viene definida por la forma y ubicación del terreno.

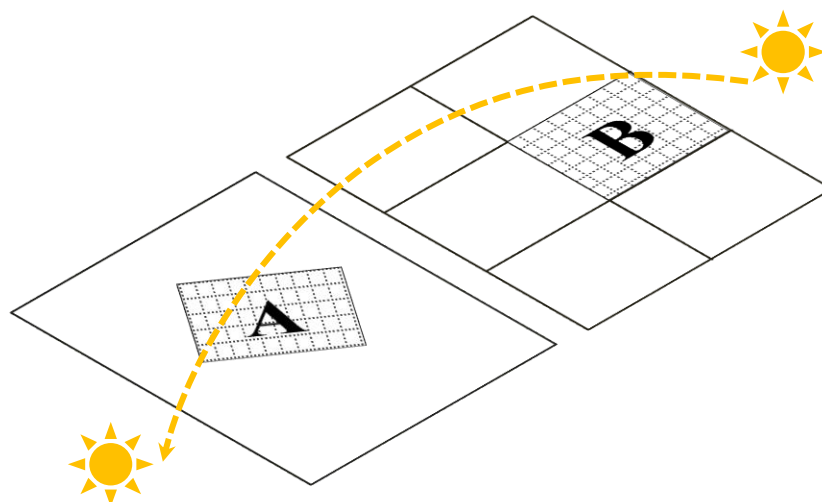


Figura 26: Ejemplos de orientación y ubicación de los terrenos

En el caso de contar con el área disponible, el diseño es más sencillo y se tiene en cuenta de forma fácil las consideraciones ambientales.

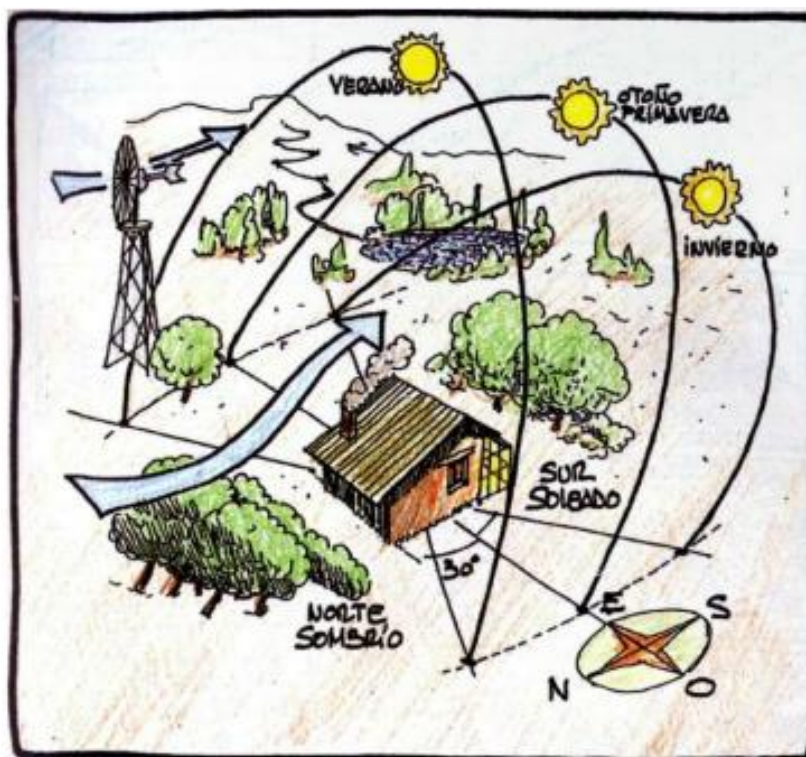


Figura 27: Análisis bioclimático de una vivienda con disposición libre de terreno

Fuente: *Arquitectura Bioclimática, Blog de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Modelo*

En el caso de contar con un terreno pequeño y con una orientación ambiental definida, el problema radica en como diseñar adecuadamente, de tal forma que la incidencia del sol por ejemplo no afecte al confort de sus habitantes, y aun ser una edificación sostenible.

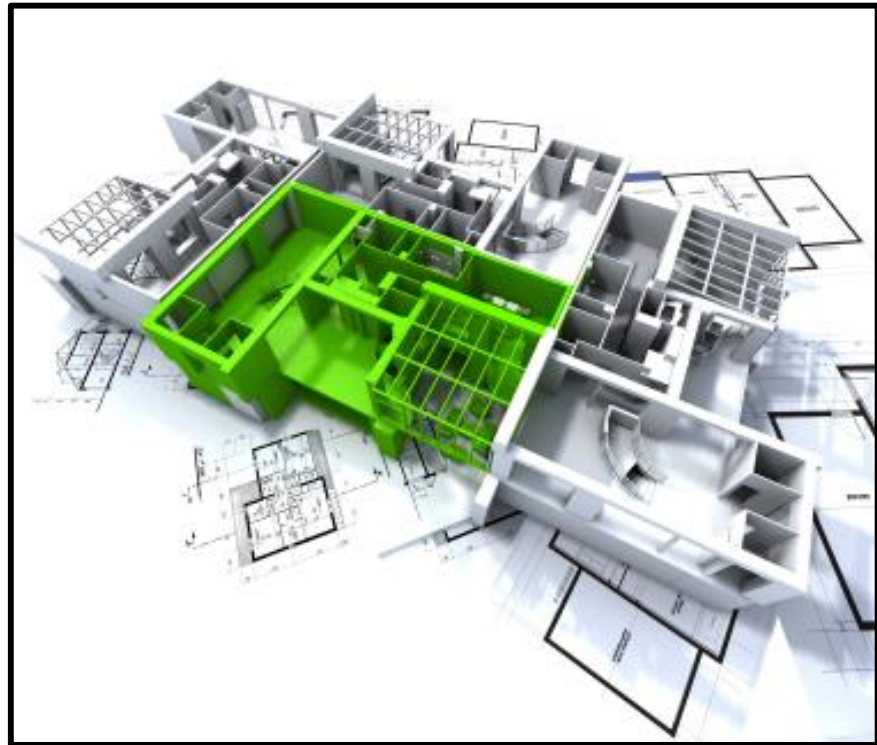


Figura 28: Análisis bioclimático de una vivienda una con posición determinada del terreno

Fuente: Apuntes de Arquitectura, Revista Digital

- *Forma del terreno*, es otra condicionante que define las características básicas del diseño, ya que es muy diferente diseñar una vivienda en un terreno de forma regular (rectangular o cuadrada) que de forma irregular (en forma de L, T, con ángulos diferentes a los 90°, etc.), donde se desperdicia área, si tomamos en cuenta que los terrenos para la construcción de las viviendas viene disminuyendo de tamaño, debido a la gran demanda, esto afecta el área efectiva que se tendría para el diseño de la vivienda, antes se diseñaban las viviendas en áreas mínimas de 200 m², ahora existen viviendas hasta de 60 m² (llamadas vivienda de solteros), esto es por el incremento de la demanda de terrenos para el uso de viviendas debido a la migración de zonas rurales hacia zonas urbanas.

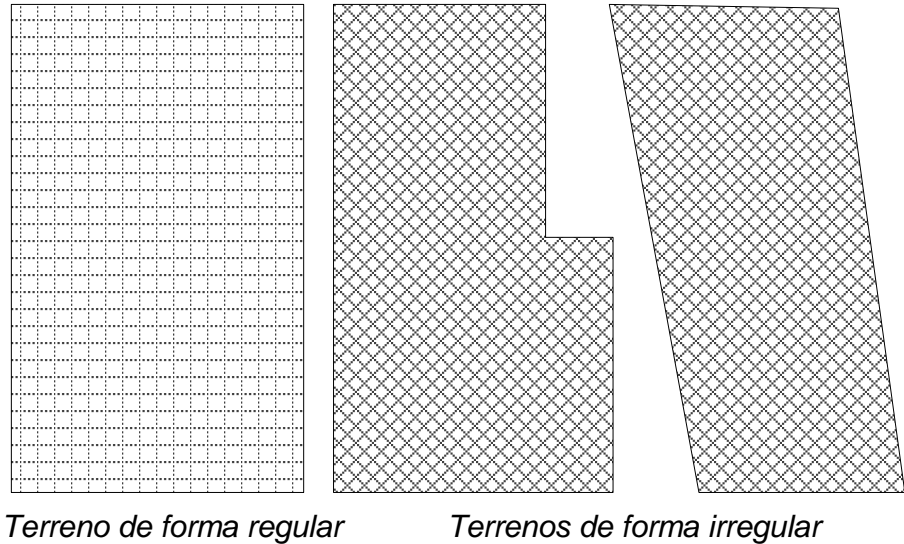


Figura 29: Formas de los terrenos

Por ejemplo existen soluciones arquitectónicas tradicionales planteadas, donde se mitiga el problema pero no se soluciona totalmente, en la figura se puede apreciar que se plantea una solución que resuelve el tema de asoleamiento pero no el aprovechamiento eficaz del área del terreno, ya que la solución es generar un espacio de circulación, de esta forma se aleja el espacio social del contacto directo del asoleamiento.



Figura 30: Soluciones climáticas de asoleamiento

Fuente: Casa Zaror, Jaime Bendersky Arquitectos

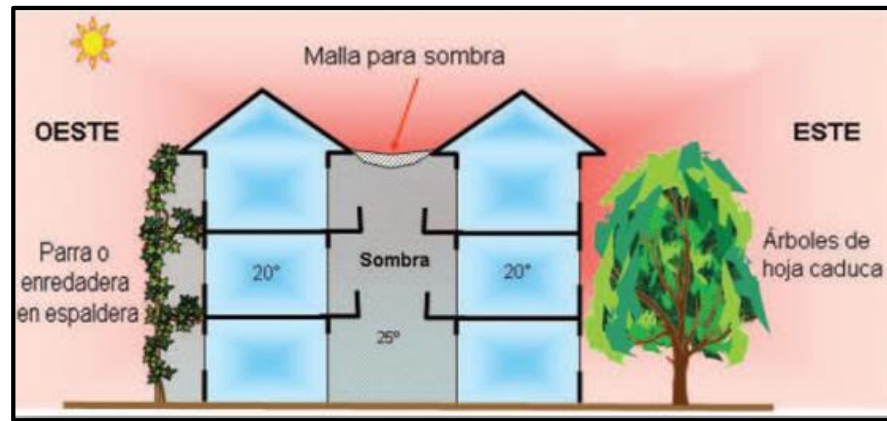


Figura 31: Soluciones climáticas de asoleamiento entre dos viviendas

Fuente: *Arquitectura Bioclimática, Blog de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Modelo*

b) Condicionantes Normativas

Las normativas actuales existentes limitan el diseño de las viviendas, ya que nuestras normas (RNE) están realizadas en base al uso de los materiales tradicionales, para los cuales se tienen una serie de consideraciones.

Problemática 2: Porcentaje de Área libre requerido.

Según nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones en el título III: ARQUITECTURA, norma A.010: Condiciones generales de diseño, CAPITULO 1: Características del diseño, Artículo 4.- “*Los parámetros urbanísticos y edificatorios de los predios urbanos deben estar definidos en el Plan Urbano. Los Certificados de Parámetros deben consignar la siguiente información:e) Porcentaje mínimo de área libre*”, nos exige considerar un Porcentaje de Área libre mínimo para iluminación y ventilación en las edificaciones de vivienda, ya que con esto se garantiza que la vivienda cuente con ventilación e iluminación natural, esto varía en función al área mínima del terreno y a las disposiciones de cada municipalidad contemplada en sus parámetros urbanísticos.

El porcentaje de área libre varía entre un 30% al 60% dependiendo del tipo de zonificación donde se encuentra el terreno y de las disposiciones de cada Municipalidad. Por ejemplo si tenemos un terreno de 100 m², estaríamos hablando que tendríamos disponible para el diseño solo 70 m², restándole a esto el espacio que ocupan los muros y columnas quedaría un espacio efectivo menor que 70 m².

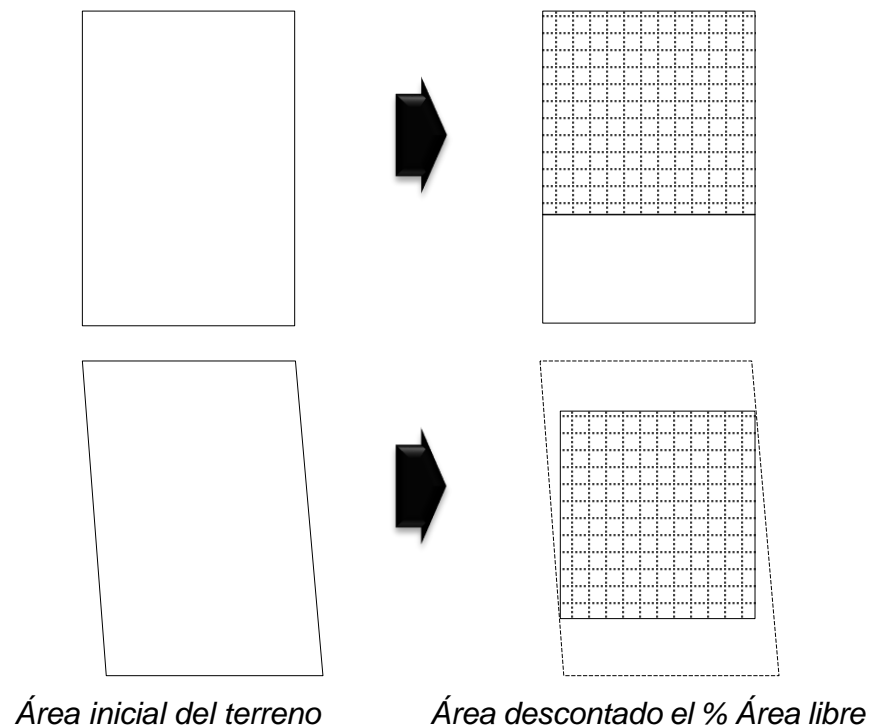


Figura 32: Posicionamiento de una construcción, descontando el % de área libre en dos formas de terreno.

c) Elementos estéticos a nivel de cobertura e interiores.

Es importante adoptar una volumetría acorde al clima del lugar, orientar correctamente los ambientes según las necesidades térmicas y de luz natural. Para obtener belleza y eficiencia juntas, “la forma sigue a la eficiencia”.

Problemática 3: Consideraciones estéticas y funcionales de los acabados exteriores.

Los elementos de cobertura exterior son concebidas por los arquitectos como un tema estético, se prioriza el hecho de que se vea “bonito”, y se olvidan que es más un tema funcional, lo mismo sucede con los acabados interiores, es por ello que el nuevo reto de los arquitectos es trabajar la cobertura a un nivel funcional.

Los acabados exteriores muchas veces se proponen olvidándose del tema de sostenibilidad, es decir se olvidan que tienen que proveer a la vivienda de un bajo costo de mantenimiento, es por ello que se tiene que tener en cuenta los materiales a considerarse y las implicancias que esto conlleva en el mantenimiento de las viviendas.



Por ejemplo si se considera un revestimiento con cemento se tiene que considerar el tema del mantenimiento de la pintura (cada cuanto tiempo se va a considerar el pintado).

Problemática 4: Consideraciones estéticas y funcionales de los acabados interiores.

Otro de los problemas que afronta el arquitecto es el tema de los acabados interiores, ya que debe tener en cuenta las consideraciones de confort de los habitantes y la sostenibilidad de la vivienda.

El arquitecto está acostumbrado a proponer materiales tradicionales para los acabados interiores (por costumbre, tradición o desconocimiento), por ejemplo propone los pisos cubiertos con cerámicos (mayólicas), sin considerar la durabilidad. Se tiene que tener en cuenta que materiales se deben considerar para efectivizar y minimizar los gastos futuros en el mantenimiento de la vivienda.

6.1.2. Confort

El análisis del confort resulta muy valioso al momento de plantear soluciones del diseño de viviendas. El estudio de los niveles de confort permite tener en cuenta los parámetros y factores que intervienen en la edificación con el objeto de lograr que la vivienda se encuentre dentro de la llamada zona de bienestar mediante el diseño adecuado.

Asimismo, debemos destacar que para elaborar un diseño, que tome en cuenta la relación del hombre con la edificación y con su entorno, es fundamental la aplicación de algunos de los parámetros ya establecidos, buscando el equilibrio entre el hombre y su medio.

El confort y un saludable clima interior son elementos que convierten una casa en un hogar y proporcionan una agradable sensación de bienestar a nuestra vivienda. A ello contribuye en mayor medida un sistema de aislamiento térmico adecuado que garantiza temperaturas equilibradas en cualquier época del año, garantizando bajo costo en el mantenimiento de la vivienda.

a) Confort Térmico:

El confort térmico es una de las variables más importantes a tomar en consideración, se refiere a las condiciones de bienestar en el individuo, desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad de un lugar determinado. En



la *Tabla 10* se muestra unos valores aconsejables para conseguir confort térmico en una vivienda.

Tabla 10: Valores aconsejables de temperatura

	INVIERNO	VERANO
Temperatura	19-21	20-24
Humedad Relativa	40-75	40-75
Velocidad del Aire	0,15	0,25
Diferencia de temperatura entre 1,1 y 0,1 m del suelo	<3°	<3°

Por ello es importante adoptar una volumetría acorde al clima del lugar, orientar correctamente los ambientes según las necesidades térmicas y de luz natural. Podemos tener entonces belleza y eficiencia juntas, "la forma sigue a la eficiencia".

Problemática 5: Confort Térmico

Uno de los retos que afronta el arquitecto es crear un diseño que brinde confort a los habitantes de la vivienda, por ello es importante considerar el clima para el cual se está diseñando la vivienda, ya que es muy distinto diseñar para una zona de clima caluroso a otro de clima gélido.

"Es un error pensar que el tema del confort térmico hay que resolverlo al final del proyecto, cuando se instala el equipo de climatización".

Pero reconoce que la bioclimática no lo soluciona todo y que no siempre se cuenta con el terreno o las condiciones del entorno adecuadas para garantizar este confort de una manera 100% natural.

Hay muchos edificios que se dicen inteligentes, en realidad lo son desde el punto de vista de elementos como ascensores, sistemas de comunicaciones y seguridad, entre otros, pero no lo son en la relación de su envolvente con el clima que los rodea, como es el caso de edificaciones con fachadas iguales en todas direcciones"

El uso de la misma cantidad de superficie vidriada a las distintas orientaciones sin utilizar ningún método de control solar, ocasiona en el día fenómenos de excesivo calor en un sector de la edificación, lo que demanda una mayor inyección de aire frío, descompensando finalmente sectores que ya estaban en niveles de confort.

Lo que pasa es que en nuestro país estamos muy influenciados por las imágenes de la arquitectura de climas más fríos, donde se recurre a grandes volúmenes vidriados para aprovechar al máximo la luz natural.

La incidencia directa de los rayos solares durante los meses de verano genera incrementos considerables de la temperatura interior. Lo mismo ocurre durante el invierno; es decir, las paredes y objetos de una habitación acristalada absorben el frío exterior, contribuyendo a enfriar la estancia más de lo necesario. Por tanto, mantener una temperatura de confort en una habitación, tanto en invierno como en verano, requiere la instalación de sistemas de climatización que incrementan el gasto energético de la vivienda o espacio de trabajo, en especial por el uso de aire acondicionado y calefacción, lo que supone un aumento en las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Habrá que aprender a vestir mejor nuestros edificios.

En función a ello el arquitecto propone materiales acordes a la zona, así como los materiales para los acabados, pero muchos arquitectos solo toman en cuenta los materiales existentes tradicionales.



Figura 33: Diseño de una vivienda en zona gélida.

Fuente: Dutch Mountain, VAUMM arquitectura y urbanismo



Figura 34: Diseño de una vivienda en zona calurosa.

Fuente: Construcción sobre pilotes en clima subtropical



Como se puede apreciar se tiene que tener en cuenta los materiales a usar en cada caso, sino se incrementan los gastos de mantenimiento, como la instalación de aire forzado.

Debido a que la energía total consumida por la sociedad el 20 - 25 % es debido a la climatización; en edificios de oficinas con fachadas totalmente vidriadas el consumo con aire acondicionado representa el 40 % del consumo total del edificio.

“La solución moderna de proveer aire acondicionado no es más que un burdo procedimiento de oponer energía al clima; lo cual ya era tonto cuando las energía fósiles eran baratas y no se tomaba en cuenta la contaminación, pero en el mundo de hoy es una insanía”.
(Arq. Robert Vale, 1996)

b) Confort Acústico:

El grado de confort acústico depende directamente de los parámetros ambientales relacionados concretamente con el ruido: Nivel sonoro, Intensidad sonora, Tono o timbre (calidad del sonido), Altura o frecuencia, etc.

El confort acústico debe asociarse también con la calidad acústica de los espacios, y es alcanzado cuando se logren unas adecuadas condiciones de reproducción sonora, evitando los ruidos o sonidos no deseados dentro de las habitaciones.

Problemática 6: Confort Acústico

La sonoridad del espacio es un aspecto al que no se le ha prestado mucha atención, a pesar de que en los últimos tiempos las edificaciones de viviendas y de oficinas, que son las más utilizadas por el hombre y donde pasa períodos más largos, son cada vez más ruidosas; sobre todo si se comparan con las edificaciones de hace más de un siglo. Algo que evidencia esto es que las normativas y reglamentos que contemplan el tema acústico hablan básicamente de aislamiento. Asimismo, hay que destacar que el acondicionamiento acústico ha sido visto más como un aspecto propio de edificaciones diseñadas para albergar actividades relacionadas con la música o la oratoria, como lo son las salas de concierto y los teatros, que como una variable más a tomar en cuenta en el diseño de la vivienda.

Una de las causas principales del aumento de los niveles sonoros es el incremento cada vez mayor del tráfico automotor y aéreo, además de la mecanización de la vivienda, el uso de radios, televisores, sistemas de aire acondicionado, de calefacción, lámparas de luz



fluorescente, entre otros. Este aumento ocurre a pesar de que se vienen aplicando algunas normativas nacionales e internacionales cuyo objeto es reducir los niveles de ruido en ambientes interiores y exteriores.

Otra de las razones del incremento sonoro en el interior de las edificaciones es la utilización de materiales constructivos cada vez más ligeros, cuya característica principal es la presencia de tabiques excesivamente delgados, los cuales no pueden proteger óptimamente los interiores de los ruidos provenientes del exterior o de otras habitaciones de la misma vivienda, como lo hacían, en un pasado, de modo natural, las gruesas paredes de las construcciones antiguas.

El confort acústico es un elemento de gran importancia, ya que el ruido no solamente genera molestias en los usuarios, sino que además puede incidir en el desarrollo de ciertas enfermedades o en ciertos malestares que van en detrimento del rendimiento de las personas, así como en variaciones del sueño. Es difícil cuantificar la fatiga o el cansancio producido por el ruido, como el número de veces que una persona es despertada por el ruido en las horas de sueño y cuáles son estos ruidos (ladrido de perros, sirenas de ambulancias, pitidos de bocinas de automóviles, el sonido de los pájaros o la llegada tarde tanto de algún miembro de la familia como de un vecino), sin embargo estos estudios no han determinado el costo de estas pérdidas de sueño en la calidad del nivel de vida de una persona.

c) *Confort Lumínico:*

El confort lumínico y visual es una variable importante para el diseño de edificaciones. Depende fundamentalmente del ojo humano, el cual es considerado en gran medida como el medio de comunicación más importante del hombre para el desempeño de cualquier actividad.

En el caso concreto de la necesidad de tomar en consideración los factores y parámetros que intervienen en el diseño lumínico y visual viene dada por el efecto que estos pueden tener en la capacidad de visualización de los objetos, superficies, personas y otros elementos que se encuentren dentro del campo visual.

Problemática 7: Confort Lumínico

Es importante adoptar una volumetría acorde al clima del lugar, orientar correctamente los ambientes según las necesidades térmicas y de luz natural.



La utilización de luz natural en las edificaciones es habitualmente muy limitada. Básicamente el problema se puede plantear de la siguiente manera: cómo hacer llegar la luz natural a aquellas zonas situadas muy alejadas del cerramiento exterior, donde se dispone de la luz natural, de la manera más efectiva y económica, y sin causar problemas de CONFORT. La mayor cantidad de estudios sobre el confort lumínico se han dedicado a los edificios de oficina y fábricas, mientras las investigaciones en el ámbito de la vivienda se han relegado a un segundo plano.

Se tienen que tener en cuenta los factores que inciden en la iluminación:

- La Orientación
- El factor día
- Cantidad de luz
- Calidad de luz.
- Actividades que se desarrollan

6.2. Etapa de Construcción y mantenimiento

Los sistemas constructivos descubiertos y los materiales disponibles en cada región y época influyeron en las soluciones ofrecidas en cada tendencia o estilo. Los griegos hicieron del mármol blanco su material predilecto y crearon procesos constructivos para explotarlo. Los romanos necesitaron una rápida expansión de su cultura a lo largo de su imperio, e inventaron el concreto para producir múltiples templos rápidamente. Nuestro siglo se ha distinguido con creaciones arquitectónicas ideadas con materiales que en su mayor parte se han desarrollado y descubierto en los últimos doscientos años. En la actualidad, estos materiales han sido ya explotados al máximo mediante la creación de innumerables procedimientos edificatorios que fueron inventados por sus constructores y han permitido generar las formas singulares que distinguen a la arquitectura del siglo XXI.

El encontrar un nuevo procedimiento constructivo o descubrir un nuevo material, modificaría definitivamente todo concepto formal o funcional de un espacio, e inclusive, dependiendo del hallazgo, de nuestra definición general de arquitectura.

Hoy es común se piense básicamente en reducir los costos de construcción, sin preocuparse si el edificio consumirá muchos recursos naturales, si generará emisiones de CO₂ y residuos; a veces se incorporan alegremente nuevos materiales sin saber su toxicidad futura. Cuando hablamos de una sociedad sostenible estamos hablando de reducir el impacto de nuestra acción sobre el medio ambiente; o sea de la sociedad que es capaz de proporcionar bienestar

a su población, interactuando con ese medio ambiente sin hipotecar la vida de las futuras generaciones.

6.2.1. Materiales propuestos

En la etapa del diseño arquitectónico se propone los materiales a usar en la construcción de la edificación así como en los acabados. Esto es debido a que el diseño propuesto puede ser convencional o no convencional y por ende los materiales necesarios para su construcción.

Problemática 8: Impacto ambiental de los materiales propuestos

Los arquitectos están acostumbrados a realizar sus diseños considerando los materiales tradicionales, por ende diseños tradicionales de viviendas, construcciones ineficientes debido a que no consideran la sostenibilidad de las viviendas.

No se analizan la implicancia del uso de los materiales, si son ambientalmente amigables en su fase de producción, es decir en la extracción y procesamiento de la materia prima, y durante su traslado y comercialización.

Normalmente se proponen los materiales tradicionales por costumbre, desconocimiento y facilidad de uso.



Figura 35: Materiales tradicionales del sector construcción.

6.2.2. Tecnologías y técnicas constructivas.

Cuando se propone un diseño arquitectónico también se propone el tipo de material que se va a emplear para su construcción, las tecnologías y las técnicas constructivas que se emplearan durante la construcción. Es importante tener en cuenta sobre las técnicas y tecnologías constructivas existentes.

Problemática 9: Impacto ambiental de las tecnologías constructivas

Cuando se realiza el diseño de las viviendas muchas veces no se consideran las tecnologías a usar en la fase de construcción.

Es por ello que el arquitecto tiene que tener conocimiento de las tecnologías y técnicas constructivas existentes, no puede proponer un diseño inviable constructivamente o que encarezca la construcción; además tienen que conocer si el procedimiento constructivo a emplearse, debido a los tipos de materiales y diseño propuesto, son contaminantes o ambientalmente amigable.

En la actualidad en su mayoría los diseños tradicionales implican tecnologías constructivas tradicionales, como sabemos generan gran contaminación del entorno, como por ejemplo los vaciados concreto tradicionales (usando los tradicionales mezcladores de concreto transportable de 8 HP, llamado trompitos) que después de su uso, quedan muchos desperdicios a exteriores de la construcción, generando contaminación en el medio circundante, además que ya son tecnologías obsoletas, que no brindan la calidad requerida en las edificaciones y al final son más caras.



Figura 36: Tecnologías constructivas tradicionales

6.2.3. Mantenimiento de la edificación.

Hoy es común que se piense básicamente en reducir los costos de construcción, sin preocuparse si el edificio consumirá muchos recursos naturales, si generará emisiones de CO₂ y residuos; a veces se incorporan nuevos materiales sin saber su toxicidad futura.



Problemática 10: Impacto en el Mantenimiento de la edificación

Las ciudades contribuyen actualmente con cerca del 70 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero, consumen el 75 por ciento de los recursos y dos terceras partes de la energía utilizada. La acelerada urbanización podría causar potencialmente un desastre ambiental si no es gestionada de forma sabia.

Mientras que los edificios se consume el 40 por ciento de la energía del planeta y ocasionan aproximadamente el 21 por ciento de todas las emisiones de gases de efecto invernadero.

Es por ello que son estos temas que tiene considerar el arquitecto en la etapa del diseño arquitectónica de la vivienda, y más aún en estos tiempos donde el tema mundial es la conservación del medio ambiente.

6.3. Impacto económico

Los costos y tiempo de construcción deben balancearse con los beneficios de largo plazo de los materiales de construcción utilizados, su practicidad e impacto en la calidad de vida

El impacto económico se puede apreciar en la vida útil de la vivienda, ya que es allí donde se pueden apreciar los ahorros económicos.

Problemática 11: altos costos de mantenimiento versus bajos costos de construcción

Normalmente se usan los materiales tradicionales en la construcción por sus bajos costos, pero en realidad estos materiales de bajo costo producen mayores gastos de mantenimiento durante la vida útil de la vivienda.

El arquitecto no solamente debe de tener en cuenta los materiales disponibles en la zona sino los beneficios económicos a largo plazo que brinda el uso de los mismos.

No se tiene en cuenta los gastos que generan las edificaciones durante su vida útil, solo se consideran los gastos de construcción. Normalmente se piensa que es mejor disminuir los gastos en la etapa de construcción, edificaciones cada vez más baratas, y se olvidan de los gastos que estos pueden ocasionar a futuro.

Por ejemplo no se tienen en cuenta aspectos de confort térmico o acústico lo cual generan gastos en aire acondicionado o gastos en enfermedades respiratorias de sus habitantes, como también los insomnios, etc. no son cuantificables fácilmente, pero repercuten en el bienestar de los habitantes.



CAPÍTULO VII

APLICACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO



7. USO DE LOS MATERIALES NANOESTRUCTURADOS EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

En base a los conceptos desarrollados, al análisis y discriminación de los materiales nanoestructurados encontrados, se va a realizar propuestas de aplicación de dichos materiales en la solución de las problemáticas encontradas, con el objetivo de proponer una vivienda sostenible.

7.1. ETAPA DE DISEÑO

En la historia de la arquitectura, los procedimientos constructivos y los materiales de construcción han determinado en mucho las características formales y funcionales resultantes de cada edificación, y en la actualidad se debe de tomar en cuenta la disminución de costos de mantenimiento que pueda generar la edificación, la cual tienen su implicancia en el diseño de la vivienda.

Se planteará las propuestas de solución a los problemas de diseño encontradas en base al uso de los materiales nanoestructurados.

7.1.1. Diseño Espacial

En un momento determinado, toda arquitectura concebible se verá influida por el descubrimiento de un nuevo y extraordinario material. Es una realidad palpable.

a) Conformación de los espacios.

Se va a proponer una solución a la problemática planteada, en cuanto a la distribución de los espacios, en base al análisis de las propiedades de los materiales y cómo estos influyen en el diseño.

Propuesta de Solución 1: Orientación del terreno

En base a la problemática planteada y buscando una solución adecuada tanto social, funcional y ambientalmente se plantea el uso de los materiales nanoestructurados que no solo nos permiten dar solución a este tipo de problema, sino que nos permite crear edificaciones sostenibles, es por ello que el arquitecto no solo debe plantear soluciones en base a los conceptos adquiridos, sino siendo prospectivos, en base a los nuevos materiales de construcción. Aprovechar los nuevos avances científicos para poder plantear nuevas formas de diseño. Para ello se cuenta con los siguientes materiales nanoestructurados:

- *Vidrios inteligentes*, los vidrios fotocromáticos que *varían su transparencia en función a la intensidad de la luz incidente*, los vidrios termocrómicos que hace lo mismo pero en función a cambios de temperatura y los vidrios electrocrómicos que pierden su transparencia al aplicarles una corriente eléctrica.

Los cuales nos permiten controlar la incidencia del sol sobre la vivienda. La dificultad radica en que son los habitantes de la casa los que tendrían que activar esta función. Se tiene los vidrios inteligentes activos y pasivos como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11: Tipo de Vidrios inteligentes

TIPO	CONTROL ACTIVO				CONTROL PASIVO	
	SPD	LCD	EC	GASOCROMICOS	FOTOCRÓMICOS	TERMOCRÓMICOS
COMPONENTE	Partículas en suspensión	Cristales líquidos	Materiales electrocrómicos	Gas Hidrogeno	Haluros metálicos	Gel termocrómico
AGENTE	Electricidad				Luz	Calor
EFEECTO	Claro - oscuro	Opaco - transparencia	Claro - oscuro	Claro - oscuro	Claro - oscuro	Opaco - transparente
¿CUANDO ES TRANSPARENTE?	Encendido	Encendido	Apagado	Apagado	-	-
ESTADO DE TRANSICIÓN ENTRE ENCENDIDO - APAGADO	SI	NO	SI	SI	SI	SI
APLICACIÓN DE VOLTAJE PARA MANTENER EL ESTADO	NO	NO	SI	NO	No corresponde	No corresponde
TRANSMITANCIA	0.22 - 0.05 a 0.57 - 0.12	0.22 - 0.05 a 0.57 - 0.12	0.5 - 0.7 a 0.02 - 0.25	0.10 - 0.59	En experimentación	En experimentación
FACTOR U	Dependiendo del tipo de vidrio usado. No varía en la transición.				En experimentación	En experimentación

Los de Revestimientos Electrocrómicos pueden modificar su absorción de la luz y el calor cuando se le aplica la corriente, como se aprecia en la figura 37.

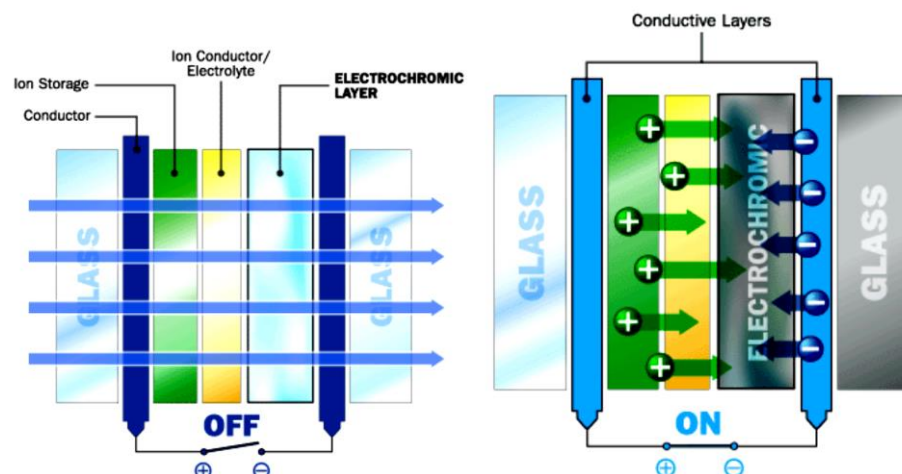


Figura 37: funcionamiento de los vidrios inteligentes electrocrómicos

La capa 1 y la 5 son transparentes y conductoras, *la 2 y la 4 son electrocrómicas, y la 3 es conductora de iones pero no de electrones*

Cuando se aplica un bajo voltaje, los iones de las capas 2 y 5 se mueven hacia la capa electrocrómica en las que ya están los electrones, lo que hace que absorban la luz y se vean pintados. En este modo se puede bloquear en su interior hasta 91% de calor. Cuando se cambia el voltaje se produce el proceso contrario. La transición toma típicamente de 3 a 5 minutos para alcanzar el 90% de su rango.

Es una solución tecnológica alternativa que contribuye al ahorro energético y a la reducción de la huella de carbono.

Disponer de grandes superficies acristaladas garantiza luz natural durante todo el día, reduciendo el gasto energético en iluminación artificial

El control de la radiación solar que entra en las estancias permite optimizar el uso del aire acondicionado y la calefacción, colaborando así en la mejora de la eficiencia energética del inmueble.

El vidrio es capaz de adoptar tres estados: brillo, por lo que permanece completamente transparente a la luz solar y al calor; fresco, bloqueando el calor, pero dejando pasar la luz visible; y sombras, impidiendo el paso tanto del calor como de la luz.

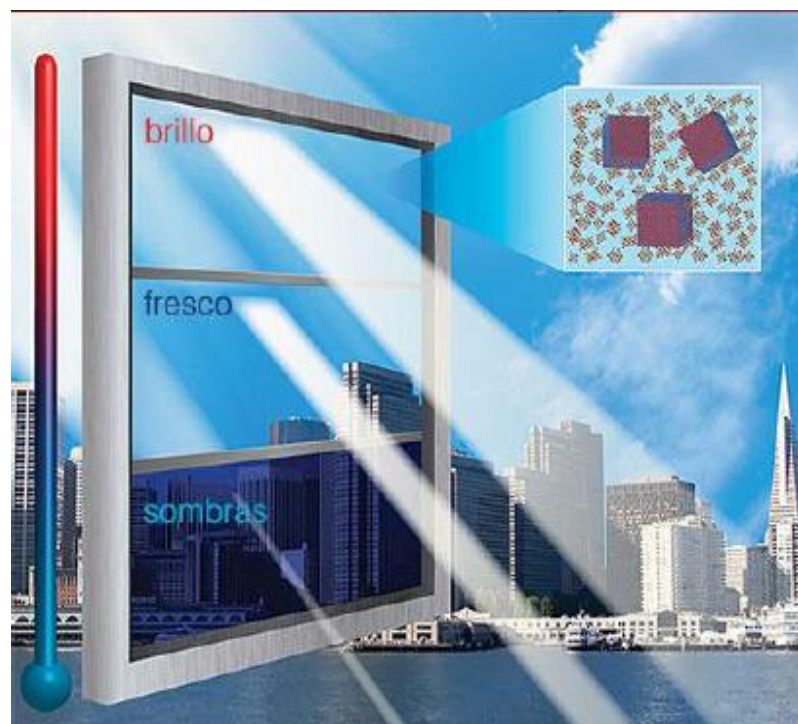


Figura 38: control de ingreso de la luz y el calor de los vidrios Electrocrómicos

- *Fachadas que cambian con la temperatura.* Sistema de Fachada homeostática, una doble piel de vidrio, fachadas de grandes edificios, capaz de abrirse y cerrarse dependiendo de la temperatura exterior del edificio, consiste en la auto-regulación de los elementos que constituyen la fachada dinámica, sujeta a cambios en función de la luz solar y la temperatura. Debido a que las condiciones ambientales cambian a lo largo del día, las deformaciones son muchas: cuando la luz del sol calienta el edificio durante ciertas horas del día, las superficies de la cinta se expanden para crear sombra en el interior del edificio, y cuando las temperaturas bajan, se contraen para permitir la entrada de más luz, la gran ventaja es el control solar directamente regulada por la fachada y las condiciones externas específicas, lo que limita la pérdida de calor y un importante ahorro energético.

En la naturaleza, este tipo de autorregulación se conoce como homeostasis, además funciona como una cobertura sobre la fachada, brindando una estética moderna a las edificaciones.



Figura 39: Fachada homeostática, cuando la incidencia del sol es poca y permite el ingreso de la luz.

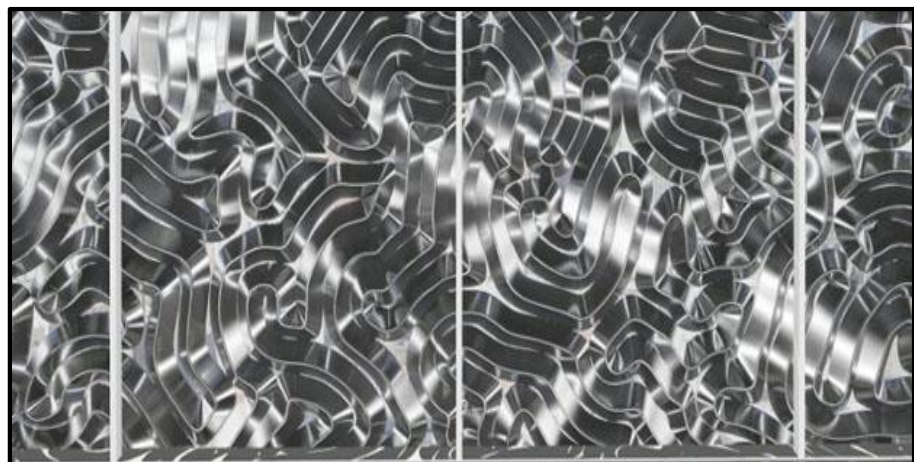


Figura 40: Fachada homeostática, cuando la incidencia del sol es directa, funciona atenuando el ingreso de la luz en la vivienda.

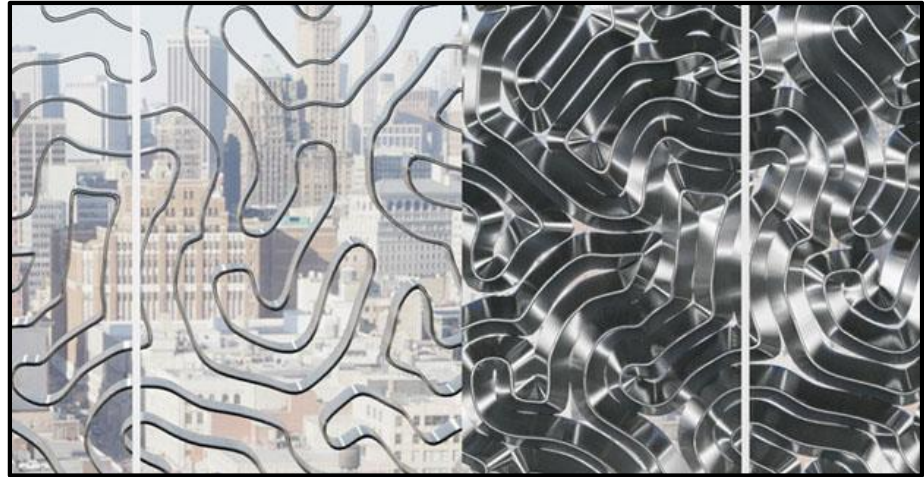


Figura 41: Fachada homeostática, se aprecia los dos casos en comparación.

Por ello se plantea como propuesta, considerando un terreno con orientación solar inadecuada, el diseño de una vivienda con fachada homeostática, es decir una doble piel de vidrio, fachadas capaces de abrirse y cerrarse dependiendo de la temperatura exterior del edificio, sujeta a cambios en función de la luz solar y la temperatura; lo cual NO limita el diseño espacial y funcional de la vivienda, aprovechándose al máximo el área del terreno: brindando confort a sus habitantes y disminución en los gastos de mantenimiento en ventilación forzada.



Figura 42: Vivienda con fachadas inteligentes que permiten el ingreso de luz adecuada a la vivienda, garantizando el confort térmico de la vivienda.



Figura 43: Fachadas naturales que ayudan a controlar el ingreso de la luz a la vivienda, pero se debe dejar un retiro necesario para la cobertura exterior de la fachada, disminuyendo el área de construir final.

b) Condicionantes Normativas

Las normativas actuales existentes limitan el diseño de las viviendas, se puede disminuir su inferencia en el diseño mediante el uso de los materiales nanoestructurados.

Propuesta de Solución 2: Porcentaje de Área libre requerido.

En base a la problemática planteada y considerando el uso de los nuevos materiales nanoestructurados podemos disminuir el porcentaje de área libre, debido a que estos materiales nos permiten cumplir con la condición de una adecuada iluminación y ventilación de las viviendas, incluso podríamos plantear nuevas formas y diseños de las viviendas, ya que los materiales de construcción ya no son una limitante.

Esto lo podríamos lograr mediante el uso de los siguientes materiales nanoestructurados:

- i. Vidrios inteligentes** que son capaces de cambiar alguna propiedad frente a algún cambio en el ambiente en el que se encuentra, existen los vidrios fotocromáticos que varían su

transparencia en función a la intensidad de la luz incidente, los vidrios termocrómicos que hace lo mismo pero en función a cambios de temperatura y los vidrios electrocrómicos que pierden su transparencia al aplicarles una corriente eléctrica.

Los vidrios electrocrómicos están constituidos por 2 capas de vidrios, y entre ellas una serie de polímeros conductores que tienen la propiedad de colorearse al aplicarles una diferencia de potencial, generalmente a color azul.

Un producto es transparente cuando las moléculas están ordenadas de modo tal que permiten el paso de la luz como se muestra en la figura 44, esto se logra con la activación eléctrica.

En condiciones normales (sin activación eléctrica) las moléculas de la película están desordenadas, por lo que no será posible ver a través de él, pues el desorden de las moléculas difumina la luz en todas direcciones, como se muestra en la figura 45.

El vidrio de cristal líquido es translúcido de un color blanco lechoso y prácticamente opaco a la visión, lo que permite obtener el grado de privacidad deseado.

En cuanto se activa el campo eléctrico (con aproximadamente 100 VCA), los cristales líquidos se orientan y se alinean, lo que permite el pasaje de la luz, obteniéndose así la transparencia

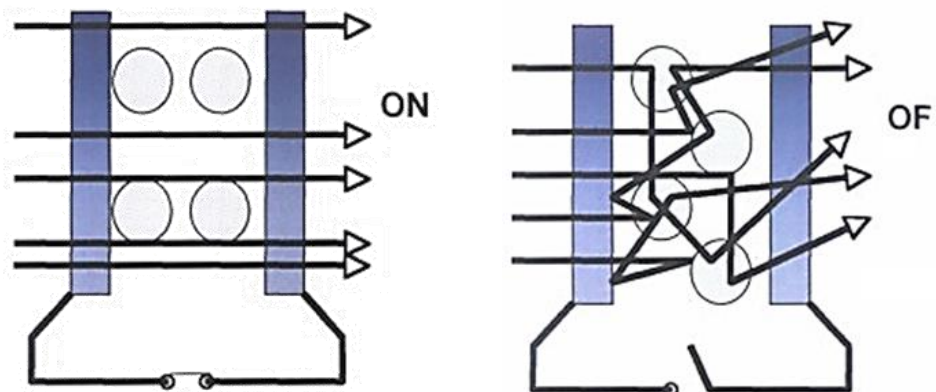


Figura 44: Permite el paso de la Luz. **Figura 45:** No permite el paso de la Luz.

- ii. **Concreto Traslúcido:** Un novedoso material que otorgará luminosidad a los espacios cerrados. Los días del concreto gris y oscuro están quedando atrás.
- *Concreto Translucido de Fibra óptica:* Inventado por el arquitecto húngaro Áron Losonczy, y conocido con el nombre de Litracon (light-transmitting concrete) se trata de un microconcreto (96%) reforzado con fibra óptica (4%).

Incorporan miles de filamentos de fibra óptica de diámetro entre 2 micras y 2 mm, orientados todos ellos en la misma dirección de una cara. En la dirección de las fibras se transmite la luz y se percibe la placa de concreto como translúcida, mientras que en la dirección transversal a las fibras no se transmite la luz y se percibe como opaca.

Las fibras ópticas (fibras de vidrio) actúan como elemento resistente en el hormigón y simultáneamente como elemento transmisor de la luz. Cuanto menor sea el espesor y mayor la intensidad de la luz detrás de la placa mayor efecto de translucidez se obtendrá.



Figura 46: Concreto Translucido de fibra óptica

- *Concreto Translucido Poliméricos:* Inventado por Joel Sosa y Sergio Galván, dos estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapotzalco, México.

Concreto capaz de permitir el pase de luz. Se fabrica igual que el concreto tradicional, con cemento blanco, áridos finos, gruesos, agua y un componente llamado llum.

Se sustituye todo (o la mayor parte) del conglomerante normal del concreto (el cemento) por un material que también





tenga propiedades conglomerantes (por tanto adhesivas) y a la vez propiedades translúcidas, como son los polímeros (es decir, plásticos, poliésteres, resinas).

El concreto translucido presenta las siguientes características:

- Se puede usar cualquier tipo de agregado pétreo poroso, NO se pueden utilizar agregados orgánicos ni de superficie lisa.
- La resistencia a la compresión es superior a los 450 Kg/cm² validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- El módulo de elasticidad en compresión es de 24,320 Kg/cm² validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- La resistencia a la flexión es de 590 Kg/cm² validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- El módulo de elasticidad en flexión es de 2,050 Kg/cm² validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- Es resistente a la acción de los sulfatos de Calcio, Magnesio y Sodio validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- Es resistente al ataque de los ácidos Sulfúrico, Clorhídrico y Sódico validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- Es resistente al ataque de los sulfatos de Sodio, Potasio y Calcio validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- Es resistente al Hidróxido de Sodio, Potasio y calcio validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- Es aplicable a pisos, muros, cubiertas para cocina, placas para lavaderos, tragaluces, mamparas, ventanas ciegas, escritorios, cabeceras, repisas, bancos, mesas de centro, lámparas, macetas entre otros.
- El tiempo de vida es de 50 años validado por el Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM.
- Se consigue que la masa sea vítrea y translúcida en todas direcciones, con una transmisión de la luz de hasta el 70%.
- La diferencia con el concreto tradicional es que requiere de un encofrado especial y de personal especializado para su aplicación.

El uso de estas nuevas tecnologías aplicadas a los materiales nos permitiría reducir el porcentaje de área libre en el diseño de la

vivienda, es un hecho que es difícil por ahora eliminar el tema del porcentaje de área libre, pero si disminuirlo, en base a un análisis siendo un poco conservadores podemos aventurarnos a proponer una estandarización del porcentaje de área libre a un 30%.

Es por ello que se plantea como propuesta en el diseño arquitectónica el uso de vidrio como tabiquería, en las habitaciones para el ingreso de la iluminación, el cual se puede oscurecer dependiendo del momento y uso dejando de esa manera el ingreso de la iluminación a todos los ambientes sin la necesidad de contar mucha área libre.



Figura 47: Uso del vidrio como tabiquería que garantiza la iluminación de los ambientes, sin necesidad de mucha área libre.

También se puede solucionar el tema de la iluminación interior de las viviendas usando como tabiquería muros de concreto traslucidos, que deja pasar la luz. A diferencia del vidrio provee a la edificación resistencia estructural y mejor control de la intimidad, ya que es traslucido en un solo sentido, pero no brinda la iluminación que provee el vidrio.

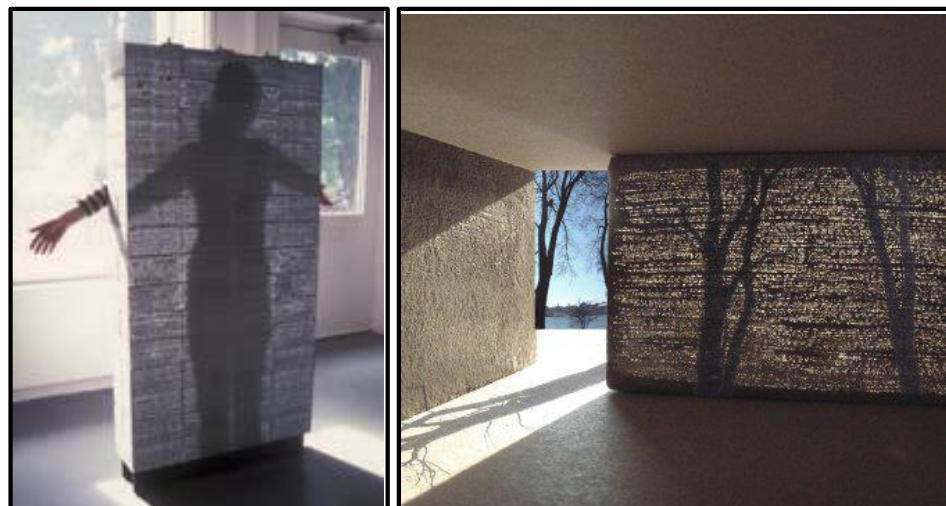


Figura 48: Uso del concreto traslucido como tabiquería que garantiza la iluminación de los ambientes, sin necesidad de mucha área libre.

Siendo prospectivos podríamos proponer nuevas formas de diseño, por ejemplo el diseño de viviendas tipo árbol, donde el primer nivel sería libre, solo estaría las estructuras de soporte (con las nanoestructuras en los materiales de construcción se evitaría el tema de piso blando) como una especie de tronco del árbol y sobre ellas la casa como el follaje de los árboles, donde el núcleo central sería los elemento de desplazamiento vertical (escalera o ascensor), en el primer nivel se consideraría áreas verdes, contribuyendo de esta forma con el medio ambiente; logrando así la disminución del área libre para la iluminación.



Figura 49: Propuesta de un símil de viviendas futuras a la casa en el árbol con una circulación vertical central.

c) Elementos estéticos a nivel de cobertura e interiores.

Podemos tener belleza y eficiencia juntas, “la forma sigue a la eficiencia”, usando los materiales nanoestructurados.

Propuesta de Solución 3: Consideraciones estéticas y funcionales de los acabados exteriores.

Es por ello que ante esta problemática el arquitecto tiene que ver las posibles soluciones para poder diseñar una arquitectura sostenible, considerando las propiedades y ventajas de los nuevos materiales de construcción, generando incluso una nueva tendencia de diseño innovador, futurista y sostenible.

Esto lo podríamos lograr mediante el uso de los siguientes materiales nanoestructurados:

- Presencia de partículas nanoestructuradas de dióxido de titanio embebidas en el concreto, las partículas del metal teóricamente cuidarán que el *concreto se mantenga blanco y brillante para siempre*, incluso en una ciudad con smog. El dióxido de titanio (TiO₂) tiene propiedades autolimpiantes. Con la exposición a la luz ultravioleta se impacta al TiO₂ y se excita el material por lo que pasa a actuar como un catalítico al oxidar material orgánico del

ambiente, presente en la suciedad. Actúa engullendo óxido nitroso, sulfuros, monóxido de carbono, sustancias químicas aromáticas, amoníaco y aldehidos.

- *Superficies autolimpiantes y reducción de los contaminantes del aire.* Ejemplos de cementos foto-catalíticos son TioCem TX Active (Heidelberg Cement), NanoGuardStone-Protect de Nanogate AG y TX Arca y Aria TX (Italcementi), que se producen como aglutinantes para una amplia gama de materiales de revestimiento, como en las paredes exteriores, tuneles, pisos de Concreto, adoquines, baldosas, tejas, pinturas de señalización vial, paneles de Concreto, yeso y pinturas de cemento.
- Una compañía americana ha desarrollado paneles solares: tejas con celdas fotovoltaicas. Tienen la forma y grosor de las usuales moldeadas para techos en EEUU, pero en realidad son pequeños paneles de celdas solares. La posibilidad de cubrir parte o todos los tejados de residencias permiten generar un importante quantum de energía eléctrica a partir de la radiación solar. No hace falta instalar grandes y pesados paneles.

Por ejemplo pensando en innovaciones de diseño tenemos como propuesta futurista el realizada por John M. Johansen que propone viviendas biológicas, en su artículo arquitectura biológica, donde plantea la idea de colocar sobre la zona a edificar unos materiales biológicos, los cuales similares a los árboles crecerían convirtiéndose en espacios habitables que se acomodan a los requerimientos de los habitantes, donde no existe la restricción de porcentaje mínimo de área libre, debido a la forma final que adoptaría la edificación.

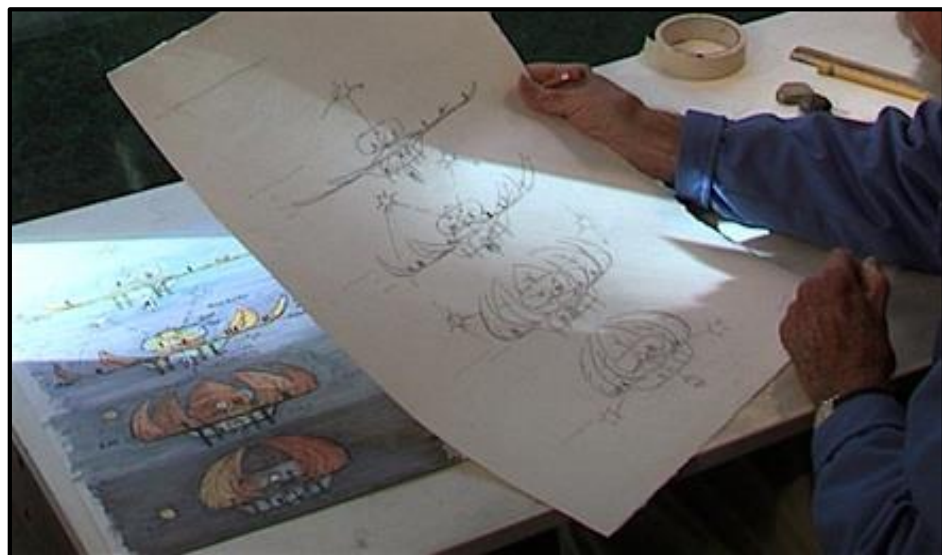


Figura 50: Propuesta futurista de casas biológicas.

Fuente: *Nanoarquitectura, John M Johansen*

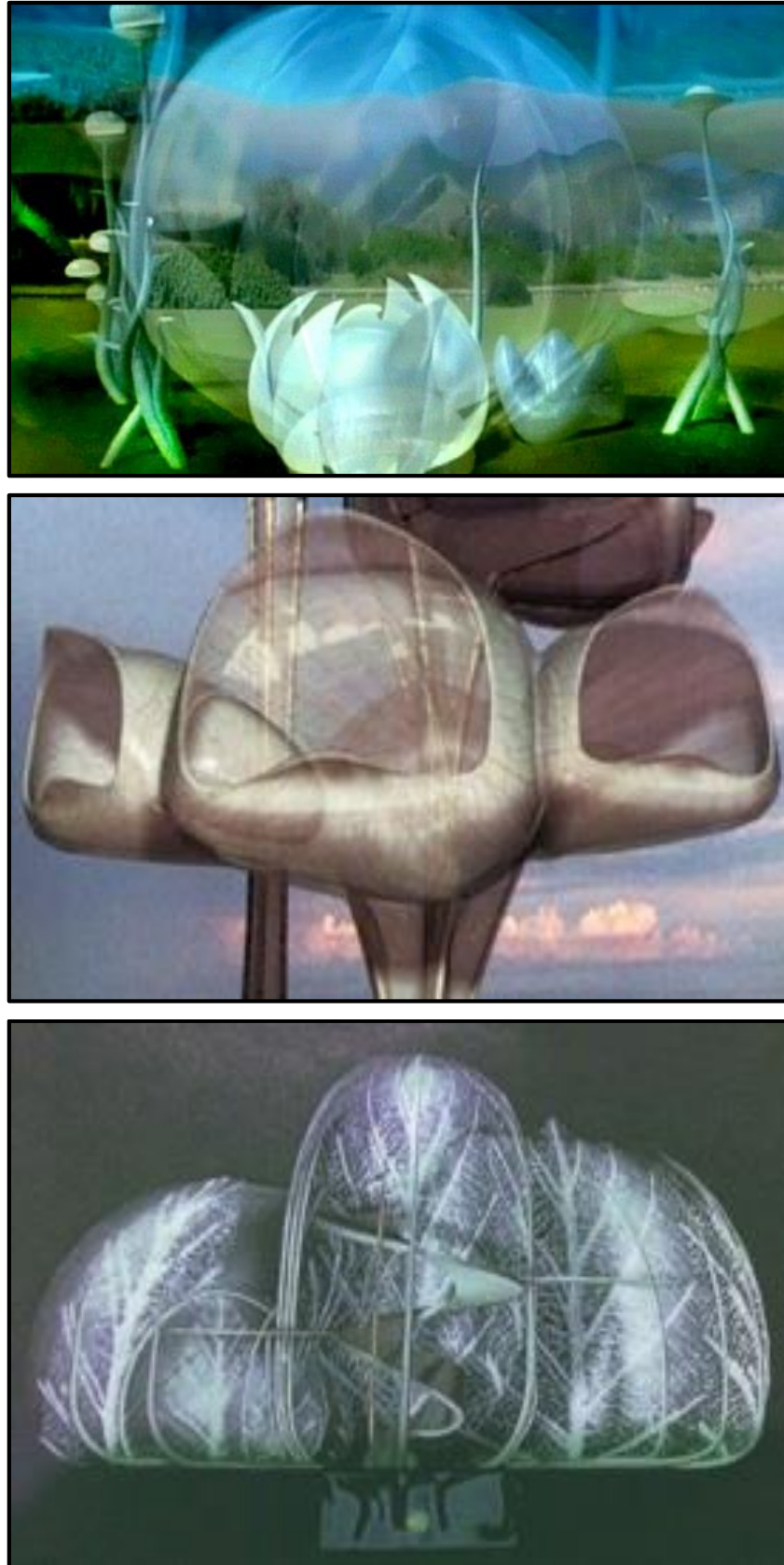


Figura 51: Propuesta futurista de casas biológicas que se construyen solas, tomando el símil de las plantas, y se acomodan a las necesidades de los habitantes.

Fuente: *Nanoarquitectura, John M Johansen*

Propuesta de Solución 4: Consideraciones estéticas y funcionales de los acabados interiores.

Teniendo en cuenta los nuevos materiales nanoestructurados disponibles el arquitecto debe ser capaz de proponer los acabados interiores que ayuden a diseñar una vivienda futura sostenible.

Esto lo podríamos lograr mediante el uso de los siguientes materiales nanoestructurados:

- Los nano-recubrimientos, para el mantenimiento de superficies como el mármol, piedra, cantera, vidrio, cerámica entre otros, con la finalidad de proteger y/o limpiar superficies y con esto conservar las propiedades de los materiales ante las inclemencias del tiempo, suciedad, microorganismos, etc. Una ultra fina capa de SiO₂ (Dióxido de silicio /cristal líquido) se fusiona con las superficies gracias a un enlace químico, protegiéndolas desde niveles microscópicos. Las propiedades hidro y oleofóbicas de este tipo de recubrimientos permite que partículas como el agua, aceite, polvo y otros no se adhieran, logrando así una conservación mucho más prolongada de la superficie y evitando la acumulación o propagación de microorganismos.

Excelente opción como protección contra la humedad y el desgaste; el tiempo de vida de las superficies se incrementa aunado a la belleza natural de los materiales, las texturas originales no se pierden. Industrias PROTECT, dispone de más de 50 diferentes productos marca nanoproofed® para la protección de superficies. Estas superficies tienen un sistema de poros capilares de diferentes tamaños y dimensiones que puede ser penetrado por agua, suciedad, polvo, aceites, ácidos, cal, óxido, bacterias, hongos, algas, moho, etc.

Evita manchas indeseables, repele líquidos y aceite, no disminuye ni aumenta el brillo en pisos, causa un efecto de fácil limpieza y no altera la apariencia de la superficie tratada.

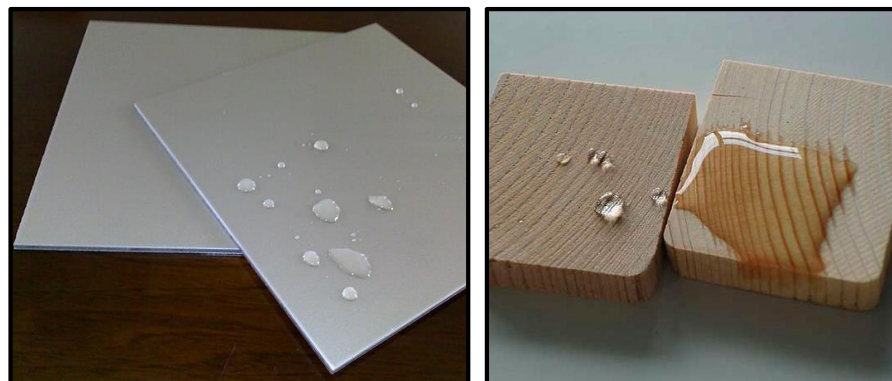


Figura 52: Recubrimientos de los acabados interiores.



7.1.2. Confort

a) **Confort Térmico:**

Es importante adoptar una volumetría acorde al clima del lugar, orientar correctamente los ambientes según las necesidades térmicas y de luz natural.

El arquitecto propondrá los materiales empleados en la construcción de la vivienda, así como los materiales para los acabados, los cuales permitirán que la vivienda sea sostenible y amigable con el medio ambiente.

Propuesta de Solución 5: Confort Térmico

Para poder dar solución al problema del confort térmico se tienen que tener en cuenta los siguientes Criterios:

Criterios de Diseño:

- Estudiar el destino de la vivienda.
- Tener en cuenta las condiciones climáticas.
- Estudio del confort natural y artificial

Criterios Térmicos:

- Precaución en la orientación.
- Dirección de las ventanas.
- Tomar en cuenta las radiaciones solares.
- Aislamiento térmico: tomar en cuenta los tipos de materiales.

Lo ideal es agotar al máximo las alternativas que ofrece el diseño arquitectónico. Si luego de evaluadas todas las posibilidades, se estima que las medidas naturales propuestas no son suficientes para lograr el confort térmico, hay que pensar en recurrir a las tecnologías y determinar cuáles de ellas se aplicarán.

En la medida que el edificio tenga una “*piel*” más inteligente se puede lograr mayor eficiencia en el uso de los recursos energéticos.

Es por ello que ante esta problemática el arquitecto tiene que proponer soluciones mediante el uso adecuado de los materiales, de esta forma lograr una vivienda sostenible. Para ello contamos con los siguientes materiales nanoestructurados:

- ✓ Por ejemplo, el uso de aberturas Doble Vidriado Hermético DVH implica un aumento en el presupuesto de construcción, pero con el ahorro producido en climatización de la vivienda se amortizan fácilmente.

- ✓ Aisladores térmicos, se pueden colocar en las viviendas con espesores de 10 cm de aislación térmica, los cuales producen ahorros energéticos que pueden llegar a ser iguales o mayores incluso al costo de la vivienda.
- ✓ También podemos hacer un techo vegetal para obtener esa aislación térmica en verano, la temperatura de éste no superará los 25 ° C y los ambientes bajo éste estarán 3 a 4 ° C más fríos que el aire exterior.
- ✓ Protección duradera: El sistema SATE de Baumit actúa como una capa protectora para el edificio. Protege las paredes de las inclemencias climatológicas cubriéndolas como un abrigo. Al mismo tiempo previene eficazmente la condensación en las estancias interiores. Los componentes perfectamente compatibles del sistema Baumit compensan las tensiones producidas por los cambios de temperatura previniendo así la formación de grietas en las paredes.
- ✓ Una buena opción para climatizar una vivienda sin perder espacio habitable es optar por la instalación de suelo radiante, un sistema que bien sirve para calentar o enfriar nuestro hogar y que se coloca oculto bajo el suelo. La mayor ventaja que le pone fin a los radiadores y los splits o aparatos de aire acondicionado que. Hay varios tipos de instalación; eléctrica o a través de la circulación de fluidos específicos. En ambos casos, la base la forma un serpentín de tubos instalados bajo el suelo que transmiten frío o calor según la estación, proporcionando una temperatura homogénea en todos los ambientes. Se regula con un termostato con control remoto que permite cambiar individualmente la temperatura de cada habitación. Además, es compatible con cualquier tipo de suelo (parket, cerámica, etc...). Con el suelo radiante se consigue una repartición óptima de la temperatura en la zona que deseamos calentar.

Con el generador funcionando durante 6-8 horas, se dispone de calefacción las 24 horas del día. Además, es compatible con otras fuentes de energía alternativas como la solar.



Figura 53: Suelo radiante, climatizador de viviendas

Se propone el uso de los aisladores térmicos de doble vidrio, el cual tiene doble función ayuda al confort térmico y al confort acústico, y adicional si es una zona de clima frígido se empleara los aisladores térmicos en las paredes, para garantizar el confort térmico de las viviendas.

Si hablamos de zonas más calurosas se propone el uso del techo verde, tecnología usada en los techos para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir tecnologías que cumplen una función ecológica. Otros nombres para los techos verdes son techos vivos y techos ecológicos.



Figura 54: Usos de los techos verdes en las viviendas.

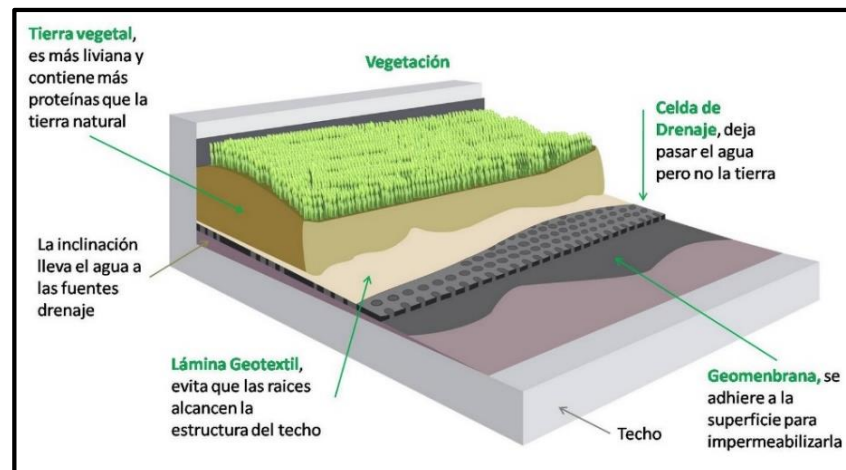


Figura 55: Especificación de los componentes del techo verde.

b) Confort Acústico:

El confort acústico debe asociarse también con la calidad acústica de los espacios, y es alcanzado cuando se logren unas adecuadas condiciones de reproducción sonora, evitando los ruidos o sonidos no deseados dentro de las habitaciones.

Propuesta de Solución 6: Confort Acústico

Para dar solución al problema del confort acústico en el diseño de una vivienda se debe evitar el ruido exterior con un sistema de aislamiento en los materiales de construcción que han de ser pesados, no porosos, y flexibles. También contar con elementos de cerramiento (ventanas y puertas) aislantes. Además realizar un análisis de la variabilidad del ruido de las principales fuentes de contaminación sonora exterior e interior

Se puede controlar el ruido interior mediante el encamisado de los conductos con materiales aislantes, instalando silenciadores de ruido, o elementos antivibratorios para evitar la transmisión de vibraciones a la estructura, modificación del tamaño o modelo de los difusores y las rejillas de retorno del aire.

Evitando la transmisión de ruido entre ambientes mediante la colocación materiales aislantes en muros.

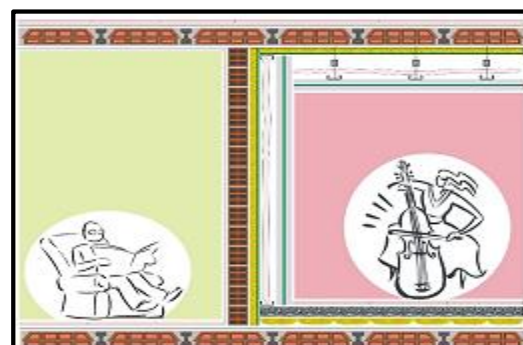


Figura 56: Materiales aislantes o silenciadores de ruidos.

En ambientes donde se destina el uso intenso de sonido, La colocación de materiales fonoabsorbentes en paredes, techos y suelos, que reducen el ruido evitando que las ondas sonoras reboten y se reflejen, las superficies de los ambientes.



Figura 57: Materiales fonoabsorbentes en paredes.

c) Confort Lumínico:

Todo espacio debe contar con luz natural. Para que esta sea de buena calidad debe ser difusa, homogénea (a modo de no producir encandilamientos ni deslumbramientos); sin excesos de sombras y contrastes.

Propuesta de Solución 7: Confort Lumínico

Las características fotométricas de los diversos materiales son de la mayor importancia. Los materiales reflejan y/o transmiten la luz incidente.

Estos son ejemplos de materiales reflectores pertenecientes a distintas categorías:

- a) *Especulares*: espejo de cristal, aluminio anodizado, acero pulido, etc.;
- b) *Difusores*: moquetas, terciopelo, paneles de fibra mineral, concreto poroso;
- c) *De alta difusión*: la mayoría de los materiales de construcción, particularmente: pinturas y superficies mates, concreto, tejido de poliéster, etc.;
- d) *De baja difusión*: pinturas satinadas, superficies brillantes;
- e) *Especulares y difusores*: superficies reflectoras onduladas e irregulares, superficies prismáticas, etc.



Los materiales están siendo desarrollados para controlar la reflexión y la transmisión. He aquí algunos ejemplos:

- *Superficies prismáticas*: incrementan la sensibilidad del factor de transmisión respecto al ángulo de incidencia, de manera que es factible reflejar la luz solar directa y transmitir y re-dirigir la luz cenital, como función del ángulo del Sol;
- *Películas holográficas*: interceptan la luz solar y la difractan en otra dirección. Por ejemplo, si va pegada a una ventana, puede dirigir la entrada de luz solar.
- *Elementos electrocrómicos*: el principio de funcionamiento consiste en cambiar las propiedades ópticas de absorción de determinados materiales mediante la aplicación externa de un campo eléctrico. El campo típico de transmisión varía entre un 15% y un 70% del espectro visible. En otras palabras, es posible convertir, eléctricamente, una ventana transparente en un elemento casi opaco, por medio de la utilización de un signal eléctrico.

Para proponer soluciones al problema del confort lumínico tenemos el siguiente material nanoestructurado:

- ✓ *Vidrios inteligentes*, los vidrios fotocromáticos que *varían su transparencia en función a la intensidad de la luz incidente*, los vidrios termocromáticos que hace lo mismo pero en función a cambios de temperatura y los vidrios electrocromáticos que pierden su transparencia al aplicarles una corriente eléctrica.

Los cuales nos permiten controlar la incidencia del sol sobre la vivienda. La dificultad radica en que son los habitantes de la casa los que tendrían que activar esta función.

- ✓ *Vidrio laminado fotovoltaico*. Creado por el arquitecto Martín Ferrero (2012). Se trata de un sistema basado en una lámina delgada de silicio amorfo que sirve para crear una integración completa, con capacidad para crear superficies curvas a partir de módulos hexagonales.

Se trata de un vidrio templado con finas capas de silicio amorfo, en las que mediante láser se consigue diseñar e interconectar las células que componen cada unidad.

El silicio amorfo hidrogenado elimina muchos de los inconvenientes que el silicio cristalino crea cuando se utiliza como sistema BIPV.

Este método está formado por una capa de estructura, una capa de montaje, y la capa activa con el vidrio fotovoltaico, que puede ser opaco o translúcido.

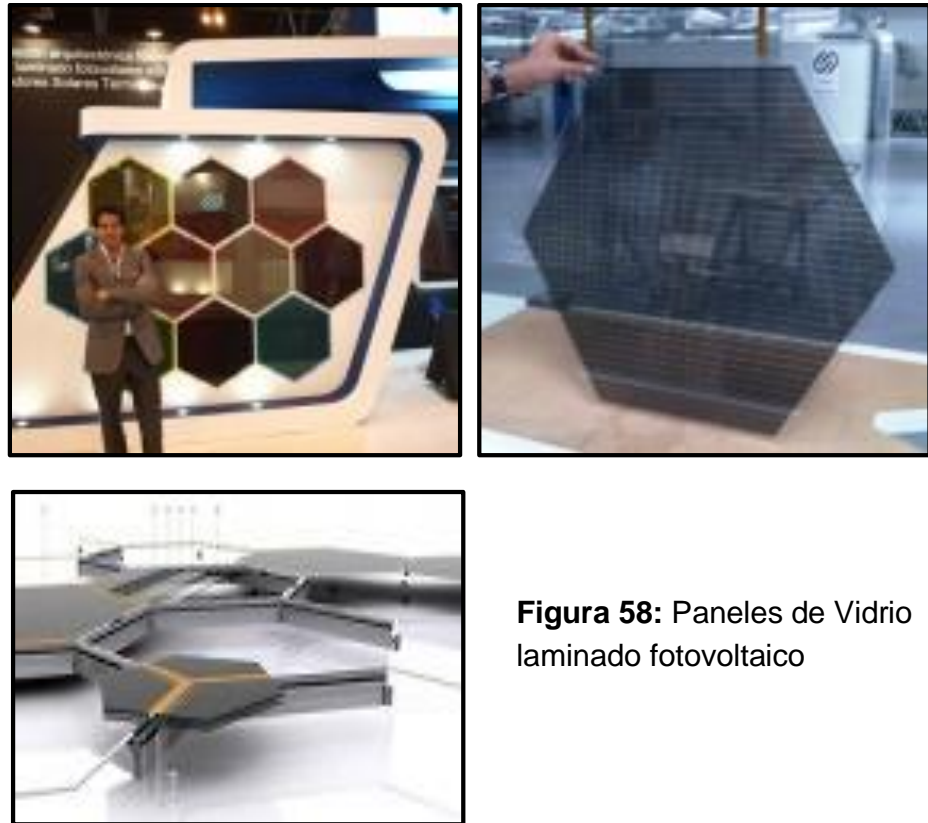


Figura 58: Paneles de Vidrio laminado fotovoltaico

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

HEX-PV® pending Building Integrated Glass	OPACO	SEMITRANSARENTE10%
Voc (Tensión de circuito abierto)	67,9 V	67,9 V
Icc (Intensidad de cortocircuito)	382 mA	343 mA
Pnominal (Potencia nominal)	20 W	18 W
Inominal (Intensidad nominal)	318 mA	286 mA
Vnominal (Tensión nominal)	63 V	63 V

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS Y LUMÍNICAS

HEX-PV® pending Building Integrated Glass	OPACO	SEMITRANSARENTE10%
Valor U (DIN EN 673)	~5 W/m²K	~5 W/m²K
Valor g	23%	27%
Transmisión lumínica	1%	10%

COEFICIENTES DE TEMPERATURAS DE LAS CÉLULAS

Coefficiente de temperatura de potencia T: - 0,2 % / K
 Coeficiente de temperatura de tensión de Voc: - 0,31 % / K
 Coeficiente de temperatura de tensión de Icc : + 0,08% / K

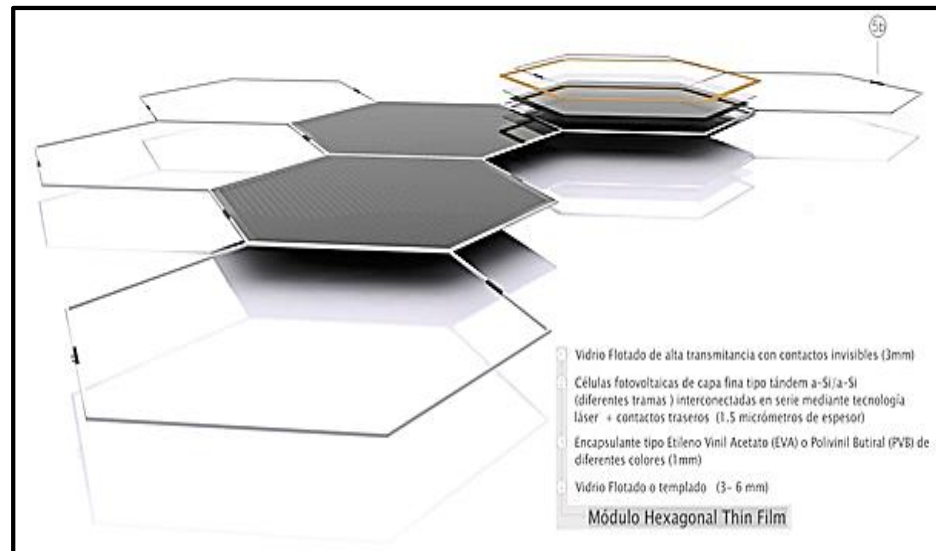


Figura 59: Organización de los paneles de Vidrio laminado fotovoltaico

Se propone el ingreso de luz mediante el uso de vidrios inteligentes que controlan el acceso de luz en función a la intensidad, a mayor intensidad lumínica del sol se oscurece el vidrio y no deja pasar mucha iluminación, a menor intensidad lumínica del sol el vidrio es transparente y deja pasar la luz, de esta manera regula el ingreso de la luz en la vivienda.



Figura 60: Vidrios inteligentes que controlan el ingreso de la iluminación.



7.2. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO

Los sistemas constructivos descubiertos y los materiales disponibles en cada región y época influyeron en las soluciones ofrecidas en cada tendencia o estilo. El descubrir un nuevo material, modificaría definitivamente todo concepto formal o funcional de un espacio, e inclusive, dependiendo del hallazgo, de nuestra definición general de arquitectura.

Cuando hablamos de una sociedad sostenible estamos hablando de reducir el impacto de nuestra acción sobre el medio ambiente; o sea de la sociedad que es capaz de proporcionar bienestar a su población, interactuando con ese medio ambiente sin hipotecar la vida de las futuras generaciones.

7.2.1. Materiales propuestos.

La nanotecnología es famosa fundamentalmente por dos de sus tendencias principales: la nanoestructuración de materiales y la creación de nanosistemas.

La nanoestructuración es producto de investigaciones en los procesos industriales que han conducido a una serie de nuevos materiales cuyas propiedades y características básicas pueden ser prediseñadas antes de su creación. Los materiales resultantes han demostrado romper con nuestra comprensión general del comportamiento de los materiales convencionales. Para los arquitectos, ambas disciplinas ofrecen descubrimientos y conocimientos prácticos que podremos aprovechar inmediatamente en el siglo XXI para construir edificios habitables con materiales novedosos.

Propuesta de Solución 8: Impacto ambiental de los materiales propuestos

Actualmente el arquitecto cuenta con nuevos materiales, los materiales nanoestructurados, los cuales se encuentran en sus inicios de investigación, es por ello que ahora se deben de considerar los nuevos materiales, el cual repercute en el diseño de las viviendas, es decir en la forma, envolturas, etc., generando una nueva visión arquitectónica.

La propuesta futura contempla nuevas formas de diseño no solo de las viviendas sino de toda la urbe, planteando incluso viviendas biológicas, convirtiéndose en nuevos estilo de diseño, en base a nuevos materiales de construcción que no generen impactos negativos el medio ambiente.



Figura 61: Las casa flotantes, Casas Futuristas

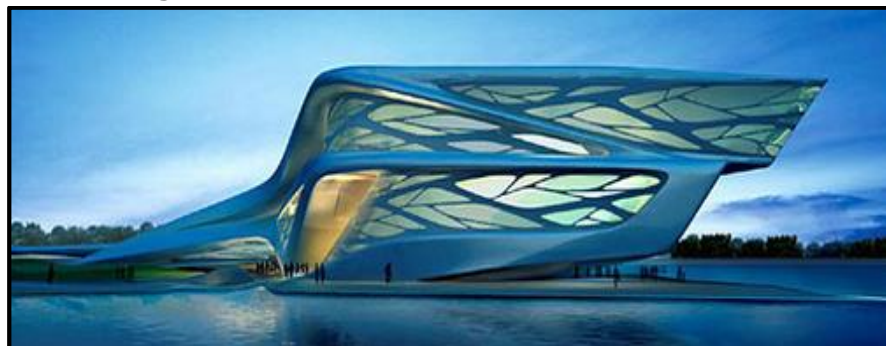


Figura 62: La arquitectura Futurista

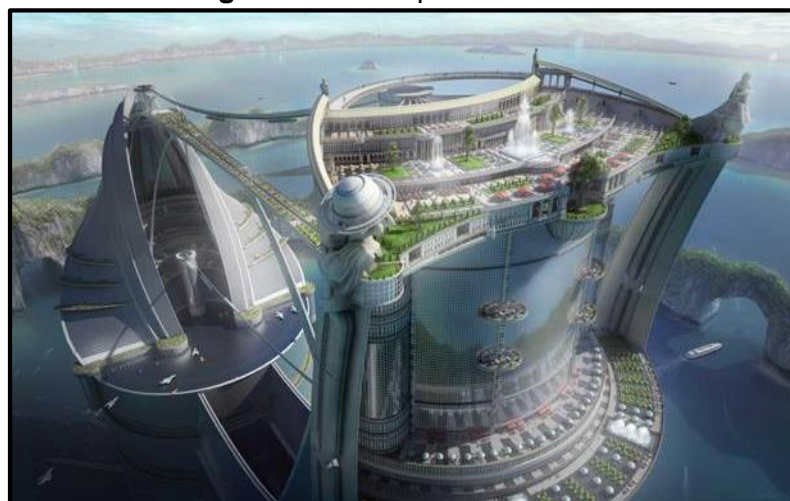


Figura 63: Hoteles Futuristas, Rafael L. Collier



Figura 64: Comuna Seúl 2026: Torres verdes, *Diseñada por Mass Studies*



Figura 65: Casa del futuro proyecto de formas orgánicas.

En cuanto al impacto ambiental debido al uso de los materiales nanoestructurados se pueden ver que la depredación del medio ambiente disminuye debido a que se limitan el uso de las materias primas no renovables y el impacto en la fase de construcción.

La nanotecnología nos permite pensar por ejemplo que el peligroso cristal desaparezca al fin de las ventanas, para ser sustituido por un metal o una cerámica transparente e irrompible.

Además se consideran en los diseños los nuevos materiales nanoestructurados, los que nos permitirán planificar edificaciones sostenibles, generando edificaciones eficientes.

7.2.2. Tecnologías y técnicas constructivas.

Cuando se propone un diseño arquitectónico también se propone el tipo de material que se va a emplear para su construcción, las tecnologías y las técnicas constructivas que se emplearan durante la construcción.

Propuesta de Solución 9: Impacto ambiental de las tecnologías constructivas

Se deben contemplar los nuevos métodos industriales de edificación que nos permitirán que las casas se construyan más rápidamente, lo que implica que bajaran los costos de mano de obra. Por supuesto que estas ventajas tienen que ver con avances que se darán en los procedimientos de construcción.

Con el uso de los nuevos materiales de construcción también se requiere nuevas tecnologías constructivas, estos materiales obligan a crearse nuevas técnicas de construcción, por ejemplo los diferentes concretos, impermeables, translucidos, autolimpiables, etc. requieren de nuevas técnicas constructivas, en la actualidad se usan los concretos premezclados y con impulsadores de concreto, los que garantizan su calidad.



Figura 66: Técnicas y tecnologías constructivas.

Una propuesta de solución son las construcciones modulares, sobre todo económicas, valiéndose de métodos industriales de construcción en seco, de todo tipo de casas mediante piezas de concreto que se ensamblan unas con otras. Creados en una línea de producción industrial.

Para el tema de las paredes se emplearán otros materiales que son buenos aislantes del frío, calor, y los ruidos, como bien podría ser el caso de una mezcla a base de cemento y espuma de polietileno u otros materiales que tienen la ventaja de ser muy livianos, por ende fáciles de transportar.

Con esta variedad de piezas, la construcción de una casa se basara en ensamblar bloques que encajan unos con otros. Mejor aún, estos bloques

serán movidos y ensamblados en forma automatizada mediante una serie de robots montados sobre una estructura con forma de caja.

Esta modalidad de edificación ayudara a acelerar los tiempos, una casa podría construirse en un día.



Figura 67: Unidades redondas de casas futuristas montadas en altura

7.2.3. Mantenimiento de la edificación.

Cuando hablamos de una vivienda sostenible estamos hablando de reducir el impacto de nuestra acción sobre el medio ambiente; es decir de las viviendas que son capaces de proporcionar bienestar, interactuando con su medio ambiente sin comprometer la vida de las futuras generaciones.

Propuesta de Solución 10: Impacto en el Mantenimiento de la edificación

Lo que se requiere es pensar en otras formas de producción; debemos de pensar en que todas las edificaciones tendrán impacto en el medio ambiente, el cual perdurará por varias décadas, pues la mayoría de los materiales de construcción se fabrican a costa de grandes cantidades de energía, por eso la importancia de un adecuado uso de los materiales.

Es por ello que se debe pensar en diseñar viviendas sostenibles, amigable son el medio ambiente.

Pensar en la disminución del mantenimiento de la vivienda, que sean autosostenibles, mediante el uso de los nuevos materiales de construcción.

Es importante tener en cuenta el impacto que tienen los materiales en el costo de mantenimiento de las viviendas, es importante elegir los materiales correctos, pensando en las propiedades y beneficios que otorga a las viviendas.

Por ejemplo una urbe plantea el uso de coberturas de paneles solares, los cuales brindan energía a toda la urbe, sin necesidad de generadores o reactores eléctricos.



Figura 68: Viviendas de lujo en Dubai.

7.3. IMPACTO ECONÓMICO

Los costos y tiempo de construcción deben balancearse con los beneficios de largo plazo de los materiales de construcción utilizados, su practicidad e impacto en la calidad de vida

El impacto económico se puede apreciar en la vida útil de la vivienda, ya que es allí donde se pueden apreciar los ahorros económicos.

Propuesta de solución 11: altos costos de mantenimiento versus bajos costos de construcción

Hay que tener en cuenta el ahorro desde el principio de la obra. Un solo muro en combinación con un sistema de aislamiento térmico por el exterior tiene muchas ventajas frente al sistema tradicional de doble muro con cámara de aire si se quiere conseguir un aislamiento eficiente. Ahorrará material de construcción en la fase de obra y gastos de energía para toda la vida.

- En invierno el sistema SATE de Baunit impide que el calor escape hacia el exterior y en verano evita el calentamiento de las paredes y de las estancias interiores. De esta forma se ahorran gastos de calefacción durante la época fría y aire acondicionado en los meses de verano. Con un aislamiento térmico puede ahorrar hasta un 50% de los gastos energéticos de su edificio. Si se trata de obra nueva incluso puede construir una casa pasiva o de gasto energético cero y reducir los costes al mínimo.
- Las viviendas que son construidas con formaletas aisladas de concreto pueden obtener ahorros de energía durante su ciclo de vida de entre cinco y ocho por ciento, en comparación con casas construidas con estructuras de madera. Estos beneficios se derivan de la mayor masa térmica del concreto que reduce los requerimientos de energía para la calefacción y la refrigeración.

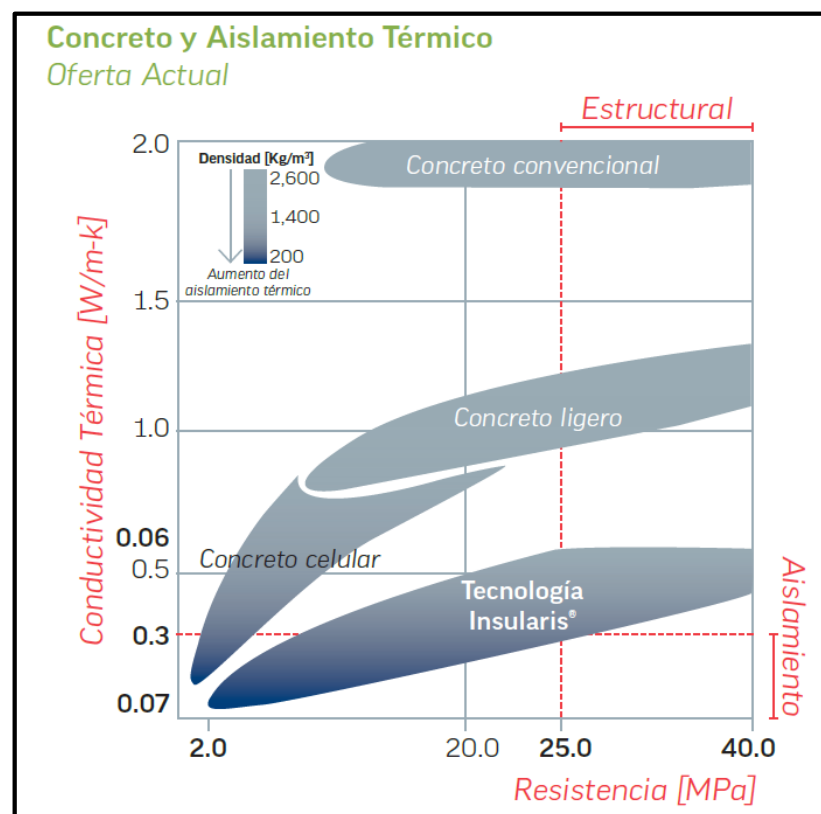


Figura 69: Concreto y Aislamiento Térmico

Fuente: www.cemex.com/sustainability, Informe sostenible 2012.



Mientras que los hogares construidos con concreto podrían requerir una mayor inversión inicial que otras alternativas, la investigación realizada por el MIT confirma que el dinero invertido en el concreto es una buena inversión conforme la mayor eficiencia energética y los bajos costos de mantenimiento se convierten en un menor costo total de operación de la propiedad durante la vida útil del edificio.

- Mejoras en las Propiedades Térmicas Incrementan la Eficiencia Energética, Insularis®, un producto con mejores propiedades térmicas que incrementan la eficiencia energética. Concreto premezclado diseñados para mejorar la eficiencia energética de los edificios mediante mejoras en el aislamiento térmico de los muros de cemento y sistemas de construcción de pisos. Con una conductividad térmica menor (mejores propiedades de aislamiento) que otros productos de concreto, Insularis puede contribuir a alcanzar un ahorro de energía de hasta 20 % y un considerable aislamiento acústico.
- Por ejemplo, el uso de aberturas Doble Vidriado Hermético DVH implica un aumento menor al 3,5 % en el presupuesto de construcción, pero con el ahorro producido en climatización de la vivienda se amortizan fácilmente en 2-3 inviernos.
- Otra alternativa sería : con un incremento menor al 3 % del costo de una edificación se pueden colocar espesores de 10 cm de aislación térmica, los cuales producen ahorros energéticos que pueden llegar a ser iguales o mayores incluso al costo de la vivienda; durante una vida útil de 40 años.

7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Luego del análisis de los materiales nanoestructurados, de las problemáticas del diseño arquitectónico de una vivienda sostenible se analizara las propuestas planteadas.

Los nanotecnología y los materiales de construcción:

La aplicación de la nanotecnología se da en todos los sectores, por ejemplo en el sector salud, agricultura, etc., pero los de relevancia para el presente estudio es el sector construcción, es por ello que de acuerdo a las propiedades que presentan y en base a las necesidades del diseño arquitectónico, se han seleccionado solo los materiales que puedan ayudarnos a contar con una vivienda sostenible.

Como sabemos, en la actualidad, existen pocos materiales nanoestructurados que son comerciales, en su mayoría son materiales que aún están en investigaciones, si bien es cierto existe mayor investigación en el campo de la nanotecnología en general, con respecto años anteriores, pero no existe tanta investigación en el campo específico relacionado al sector construcción como si



se presentan en otros sectores como por ejemplo el sector de salud, esto se debe a que las personas o empresas que están relacionadas con el sector construcción son reacios a los cambios, a correr riesgos, ellos apuestan por lo conocido y lo cierto.

Además la inversión de los países en I+D es poca, eso se aprecia más en América Latina, ya que en países Europeos y Asiáticos la inversión en I+D es mucho mayor, además que en estos países existe una cooperación directa Estado – Universidad y Empresa.

Los materiales nanoestructurados presentan mejores propiedades si los comparamos con los materiales tradicionales, por ejemplo el tema del acero, un acero mejorado con nanotecnología presenta mejores comportamientos mecánicos y por ende un mejor resultado en la construcción.

Estos materiales responden a necesidades y problemáticas existentes que los materiales tradicionales no responden adecuadamente, surgen como una necesidad como lo hizo en su momento el cemento, el acero, etc.

Los materiales nanoestructurados y el diseño arquitectónico:

Para elaborar un correcto diseño arquitectónico el arquitecto tiene que afrontar y resolver muchos problemas de carácter técnico, cultural y social, es por ello que se han analizado las problemáticas del diseño en las que el uso de los materiales nanoestructurados puede influir, se propone que estos nuevos materiales pueden ayudar a proponer un mejor diseño arquitectónico, por ejemplo optimizando el área del terreno, que actualmente es un problema debido a que se cuentan con áreas cada vez más reducidas para las viviendas. Además que estos materiales nos permiten brindar a la vivienda mejor iluminación y ventilación sin demasiada área libre, optimizando el uso del terreno propuesto para la vivienda.

El uso de los materiales nanoestructurados puede cambiar el enfoque del tema de la orientación ambiental, siendo este muy preponderante en el diseño de una edificación, factor importante que generalmente condiciona el diseño, pero si se aplica correctamente los materiales adecuados este factor pasa a ser un tema menos preponderante en el diseño.

Los materiales nanoestructurados y una vivienda sostenible:

En base a las propiedades de los materiales nanoestructurados y el correcto uso en el diseño se puede lograr una vivienda sostenible, esto se debe a que los materiales empleados ayudan a tener menores gastos de mantenimiento durante la vida útil de las viviendas, generando por ejemplo menores gastos en acondicionamiento ambiental como son el aire acondicionado, menores gastos en el mantenimiento de las fachadas, menores gastos en la calefacción de las viviendas, menores gastos de mantenimientos de los acabados internos,



mejores condiciones de habitabilidad en el tema de la salud, debido a la existencia de materiales que evitan la proliferación de bacterias en los pisos o paredes, etc.

Es por ello que las viviendas sostenibles realizadas en base a materiales nanoestructurados llegan a ser edificaciones más duraderas y de bajo mantenimiento.

Los materiales nanoestructurados y el confort de las viviendas:

El uso adecuado de los materiales nanoestructurados permite a la vivienda brindar confort a sus ocupantes.

Existen materiales que ayudan a controlar el ingreso del calor o un alto grado de iluminación solar, disminuyen con ello la temperatura interna de la vivienda y controlan la cantidad de luz a ingresar: y en el caso de poca presencia de sol permiten el ingreso total de la iluminación, evitando con ello la iluminación artificial, esto se logra mediante el uso de coberturas o vidrios inteligentes, esto permite que la vivienda brinde confort a sus habitantes.

Existen incluso en estudio láminas de acero transparente, que se pueden usar en las fachadas, brindando seguridad e iluminación, evitando el tema de las roturas de los vidrios en las ventanas.

También existen geotextiles mejorados que ayudan a resolver algunos problemas de filtración que presentan los techos verdes. Los techos verdes brindan confort térmico a las viviendas, debido a que su empleo permite que los ambientes de la vivienda cuenten con una temperatura adecuada (según la estación del año: 21 °C en invierno y 26 °C en verano) para sus habitantes.

Los materiales nanoestructurados y el medio ambiente:

De los análisis a las investigaciones existentes de los materiales nanoestructurados, en su mayoría, mencionan, que en el proceso de fabricación, utilizan pequeñas cantidades de nano partículas que proveen a los materiales de construcción mejores características y/o propiedades, como se sobre entiende de la nanotecnología, como se explicó, se le da el prefijo Nano porque se trabaja a escalas nanométricas, donde una molécula común mide, por ejemplo, entre 2 y 5 nanómetros, para verlo en perspectiva, un pelo humano tiene aproximadamente 5,000 nanómetros de diámetro. , es por ello que la depredación de las materia primas sería mucho menor a la que se realiza actualmente.

Para poder construir una vivienda con los materiales nanoestructurados es importante que las técnicas constructivas deben evolucionar, como lo han hecho los materiales, esto implica nuevas tecnologías y técnicas menos contaminantes, usadas durante la etapa de construcción.



Además como se está tratando el tema de vivienda sostenible esta tácito que la etapa de mantenimiento debe ser amigable con el medio ambiente.

La vivienda Sostenible y la Certificación Energética:

Como sabemos en el mundo existen compromisos mundiales con respecto al tema del cambio climático, como el Protocolo de Kyoto, donde se establece metas vinculantes de reducción de emisiones de Gas de Efecto Invernadero para 37 países industrializados, el Compromiso de la Unión Europea (Objetivos 20-20-20), donde se pretende reducir emisiones de Gas de Efecto Invernadero en un 20%, mejorar la eficiencia energética en un 20% y el 20% de la energía consumida proceda de fuentes renovables.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es un convenio entre los países con el objetivo de reducir las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, a un nivel que permita el desarrollo de las personas y los pueblos, sin poner en riesgo las futuras generaciones.

La COP (Conferencia de las Partes, órgano supremo de la Convención) es la reunión de las partes, no es la convención, son encuentros de alto nivel que se realizan una vez al año desde 1995, en distintas regiones del mundo.

Y el avance científico nos permite contar con materiales de construcción (materiales nanoestructurados) con nuevas y mejores propiedades que nos da la posibilidad de obtener viviendas sostenibles y amigables con el medio ambiente con mejores características a las que se pueden encontrar en la actualidad.

Teniendo en cuenta las estrategias usadas en la reducción del consumo energético de las edificaciones es que nos planteamos la pregunta: *“el uso de los materiales nanoestructurados en la edificación de una vivienda ayudara a conseguir una mejor certificación energética”*, comparada con la edificaciones donde se emplean los materiales tradicional en la construcción de una vivienda orientada a buscar a una certificación energética.

Para poder entender mejor el tema de cuan sostenible es la vivienda planteada mediante el uso de los materiales nanoestructurados se mencionó el tema de la certificación energética, la cual nos indica realmente cuan eficiente energéticamente es una vivienda, mediante las calificaciones que se otorga según la metodología empleada (Española o Americana).

Si además analizamos los parámetros requeridos en las consideraciones de la certificación energética, podemos decir que la vivienda que se puede obtener en base al uso de los materiales nanoestructurados lograría obtener una calificación “A” o PLATINUM, que normalmente se da a las edificios comerciales o administrativos, mas no a las edificaciones de vivienda.



CAPÍTULO VIII

PROTOTIPO DE UN DISEÑO DE VIVIENDA



8. APLICACIÓN DE LAS PROPUESTAS EN EDIFICACIONES URBANAS

En base al análisis realizado a los nanomateriales (capítulo V), los problemas que se presentan en el diseño arquitectónico (capítulo VI) y las propuestas planteadas a los problemas del diseño arquitectónico en base al uso de los nanomateriales (capítulo VII), se procede a plantear un prototipo de diseño de una vivienda multifamiliar, con la finalidad de obtener una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos analizados.

De acuerdo al análisis de la problemáticas de viviendas analizadas en el capítulo IV se va a tomar en cuenta las viviendas con mayor oferta y demanda inmobiliaria que son las destinadas para la clase B, no por ello deja de ser factible para las viviendas destinadas a clase A, pero actualmente es económicamente inviable para la clase E, existen otro tipo de soluciones de viviendas sostenibles destinadas para la clase E que son las viviendas económicas de interés social.

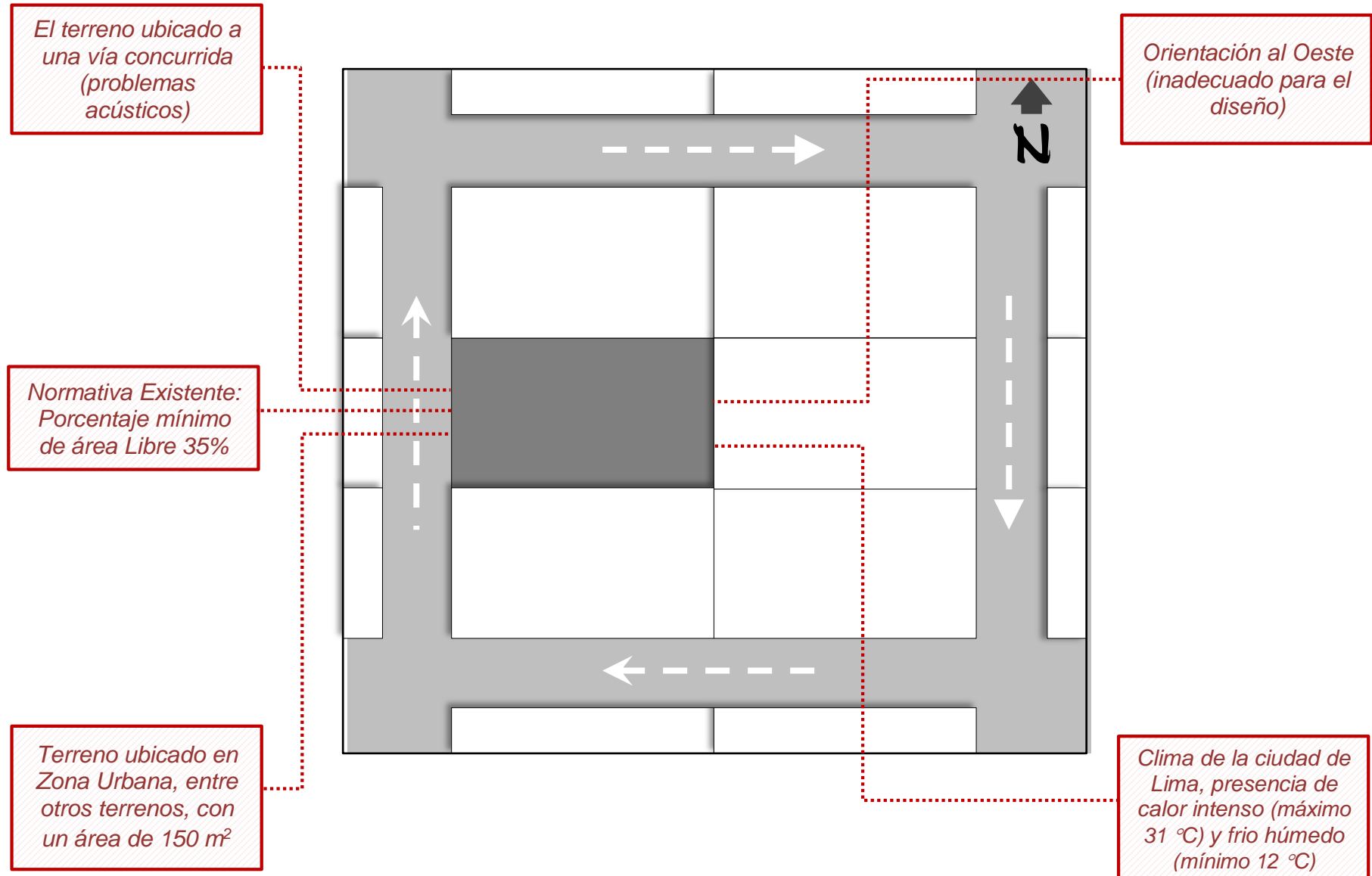
8.1. Prototipo de un Diseño de Edificación multifamiliar empleando los materiales nanoestructurados propuestos

Del análisis de la situación de las viviendas en el Perú, se aprecia que el área las viviendas familiares cada vez se vienen reduciendo, es por ello que actualmente se cuenta con un promedio de 100 m² de terreno. Además la oferta inmobiliaria está destinada a la venta de departamentos y muy pocas las destinadas a la viviendas unifamiliares.

Como se ha mencionado las zonas con mayor demanda inmobiliaria son las zonas urbanas, y de acuerdo al análisis poblacional tenemos que Lima es la provincia con mayor cantidad poblacional, y por ende con mayor demanda habitacional, lo cual viene reflejado en su crecimiento vertical.

Es por ello consolidando las propuestas planteadas en el capítulo VII, y considerando las siguientes condiciones para el planteamiento del diseño arquitectónico de viviendas multifamiliares tenemos:

- Terreno ubicado en la Zona Urbana de la ciudad de Lima.
- Orientación del terreno al Oeste (inadecuado para el diseño), ubicado entre otros terrenos.
- Tamaño del terreno 150 m²
- El terreno se encuentra ubicado a una vía concurrida (presenta problemas acústicos)
- Clima de la ciudad de Lima, presencia de calor intenso (Max. 31 °C) y frío húmedo (min. 12 °C)
- Normativa Existente: Porcentaje mínimo de área Libre 35% (según parámetros urbanísticos)
- Como es una propuesta para vivienda Multifamiliar, se debe tener en cuenta el tema de circulación vertical (escalera)
- Se requiere una vivienda para una familia con una necesidad de 3 habitaciones, 1 baño propio para los padres y 2 habitaciones para los hijos.

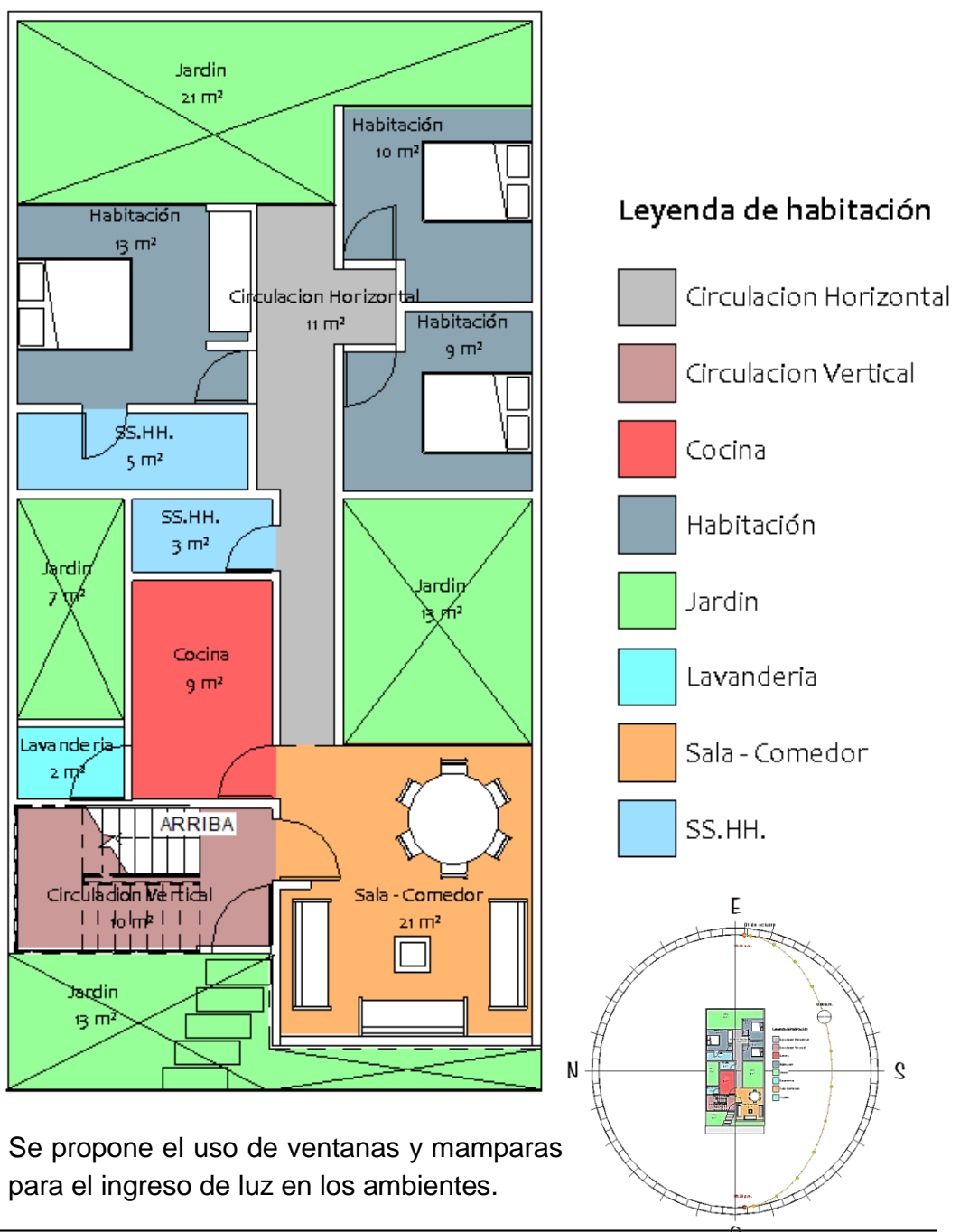


8.2. Propuesta de diseño de la vivienda empleando materiales tradicionales

En base a las características de diseño tenemos la siguiente propuesta de diseño tradicional, empleando para ello materiales tradicionales como tabiquería de ladrillo, concreto armado, vidrios templex insulados.

- Área Total del Terreno: 150 m²
- Área propuesta construida: 96 m²
- Área Libre final 54 m² (se requiere mínimo por normas 35%)

En base al diseño tradicional se puede apreciar que del área total de 150 m², solo se tiene un área efectiva de 96 m², debido al porcentaje de área mínima requerida (35%).



- Se propone el uso de ventanas y mamparas para el ingreso de luz en los ambientes.

- Se han considerado tragaluces internos para garantizar la ventilación e iluminación.

Se ha tenido que considerar áreas libres amplias para poder iluminar y ventilar los ambientes, aun así no se soluciona completamente el tema de la iluminación.

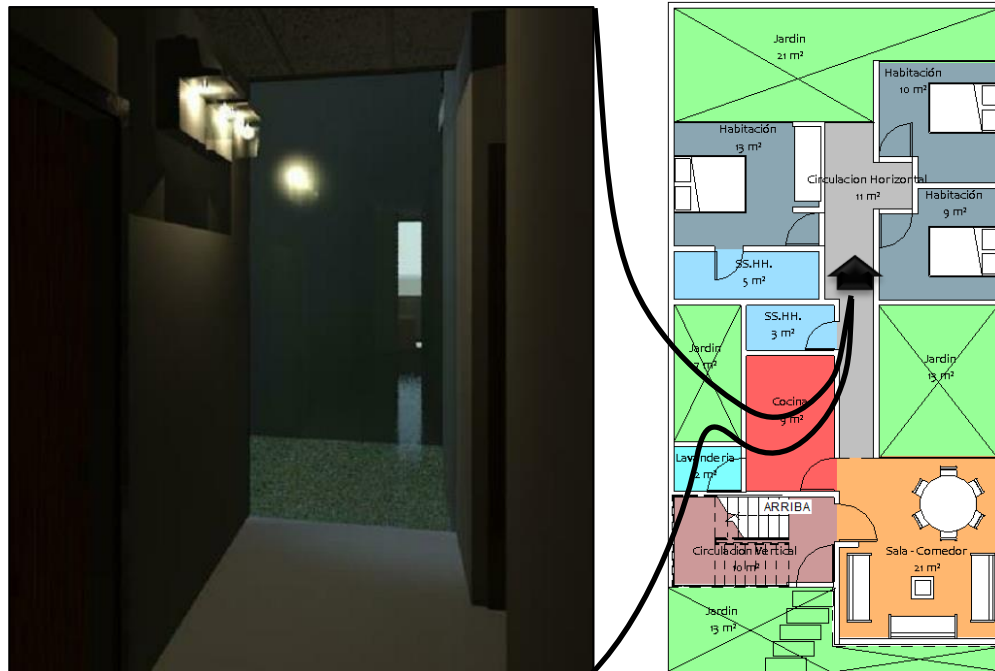


Figura 70: Iluminación del pasadizo interior.

- Se ha tomado en cuenta el tema del asoleamiento, para ello se ha propuesto un balcón para mitigar la incidencia del sol en la zona social (Sala – Comedor).

Es una de las soluciones de diseño, pero el problema final nuevamente es el tema del ingreso de luz en los ambientes sociales en la época de invierno.

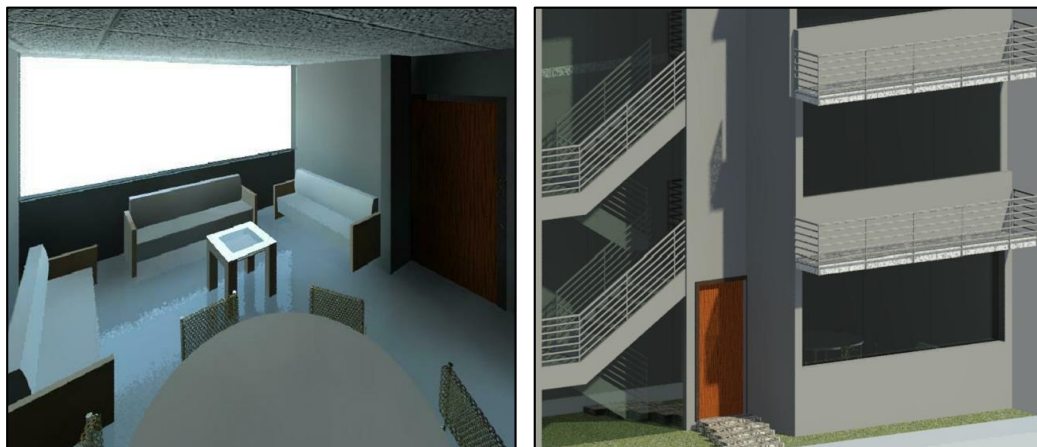


Figura 71: Asoleamiento de la vivienda interior y exterior.

- Para evitar el tema de la molestia del ruido se ha ubicado los ambientes íntimos (dormitorios) en la parte posterior de la vivienda.

8.3. Propuesta del prototipo de diseño de la vivienda empleando materiales nanoestructurados

En base a las características generales del terreno y de la zona se propone un diseño arquitectónico en base al uso de algunos materiales nanoestructurados. Se va a considerar las mismas condiciones climáticas, del entorno y los mismos requerimientos espaciales (3 habitaciones).

a. **Orientación solar**, para el ejemplo la orientación de la fachada es oeste.

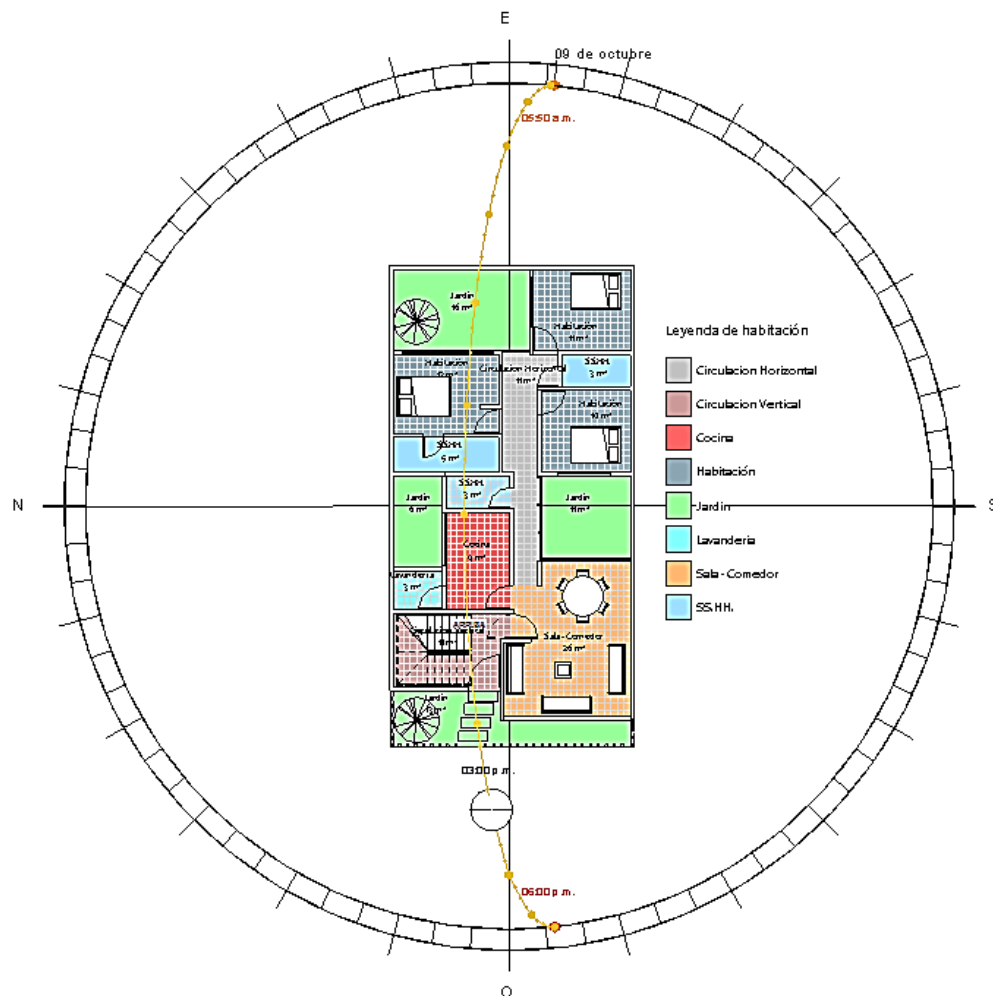


Figura 72: Orientación Solar.

Como se aprecia el sol incide directamente en la parte posterior, zona íntima (habitaciones) en la mañana y en la tarde lo hace directamente en la zona social (sala) y en la circulación Vertical (escalera) ubicados hacia el frente de la vivienda.

De estas consideraciones tenemos que las habitaciones tendrán incidencia directa en las mañanas, para lo cual se ha considerado en el diseño de las habitaciones:

- Ventanas con *vidrio inteligente* que solo deje pasar la luz, más no el calor, además que no permitan tampoco la disminución de la

temperatura interior en invierno. *Con ello se elimina el tema de incluir en la habitación aire acondicionado para garantizar el confort.*

Estos vidrios inteligentes como los mencionados son los de tipo pasivo que cambian su coloración en función a la intensidad del calor del día, a mayor intensidad del sol (en el caso de verano) el vidrio se oscurece y solo dejan pasar la luz mas no el calor, si es baja la intensidad de sol (en el caso de invierno) automáticamente deja pasar toda la luz presentado una coloración transparente.

En las siguientes imágenes se puede observar la propuesta de diseño de los materiales nanoestructurados (vidrios y muros) como dejan pasar la iluminación en los dos casos: cuando la incidencia del sol es directa (10 am) y cuando es indirecta (3 pm).



Figura 73: Incidencia del sol 10 am.



Figura 74: Incidencia del sol 3 pm

- También se ha considerado muros de *concreto translucido* para garantizar un mayor ingreso de luz y así de esta forma *disminuir el porcentaje de área libre requerida y gastos en iluminación durante el día*. Una de las ventajas del concreto translucido es que solo se puede apreciar formas o siluetas en un solo sentido, permitiendo a las habitaciones un nivel de privacidad.



Figura 75: Muro de concreto translucido en la habitación principal posterior (hora: 3 pm)



Figura 76: Muro de concreto translucido en la habitación secundaria posterior.

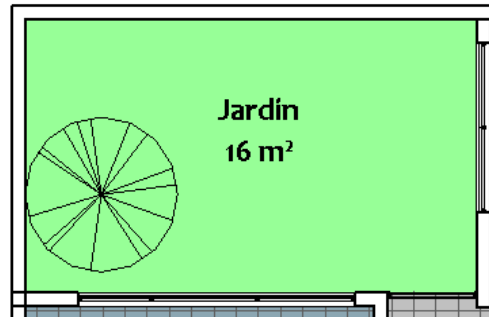
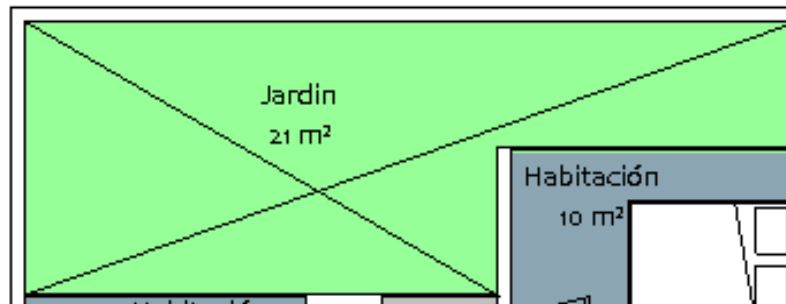


Figura 77: El área del Jardín (tragaluz) interior se redujo de 21 m² a 16 m²



- En las tardes las habitaciones serán muy frescas debido a que la incidencia del sol ya no es directa, por lo que permanecer en las habitaciones en la tarde será muy agradable, aumentando el confort de los habitantes de la vivienda.
- En el caso de los ambientes ubicados en la fachada (ambientes sociales) la incidencia es directa del sol por las tardes, cuando el calor es mayor debido a que la temperatura ambiental se elevó por el calentamiento del día, se ha solucionado proponiendo en el diseño vidrios inteligentes y muros translucidos, ya que la zona social presenta mayor uso por las tardes. De esta forma se tiene mayor iluminación y mejor uso del área del terreno.



Figura 78: Iluminación de la Sala (10 am), deja pasar la luz necesaria.



Figura 79: Iluminación de la Sala (3 pm), controla el ingreso del calor y permite el ingreso de la luz.

El vidrio inteligente es pasivo se activa en función a la intensidad de la luz solar, es decir a mayor intensidad de luz el vidrio se oscurece para dejar pasar menor cantidad de luz, y a menor intensidad de luz solar el vidrio es transparente y deja pasar la luz completamente, pero no deja pasar el calor.

Es un gran aporte a la arquitectura el uso de estos materiales ya que brinda libertades en el diseño al arquitecto, permite eliminar la limitante de la orientación ambiental, es una gran ayuda al diseño arquitectónico, ya que nos permite mejorar la estética de las viviendas combinando diseños “bonitos” y “funcionales”, es decir “diseños eficientes”.

Además la propuesta de diseño, usando los materiales nanoestructurados, nos permite incrementar el área efectiva en la zona social. En este caso el incremento es de 21 m^2 a 26 m^2 es decir aumento 5 m^2 .

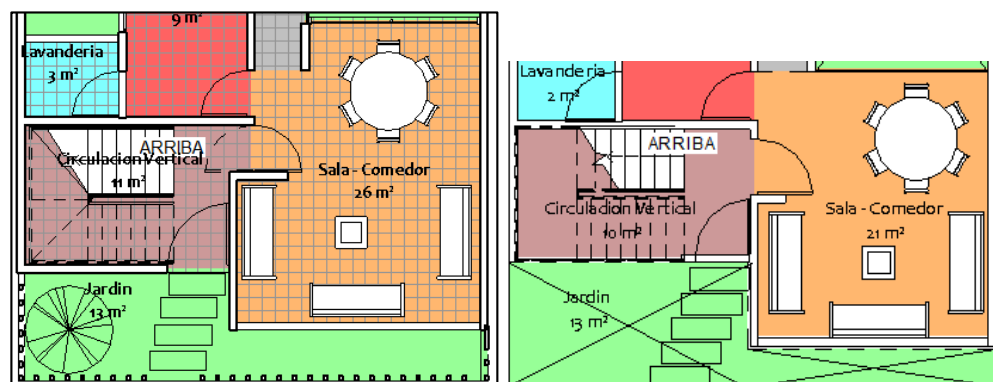


Figura 80: El área de la sala comedor aumento de 21 m^2 a 26 m^2

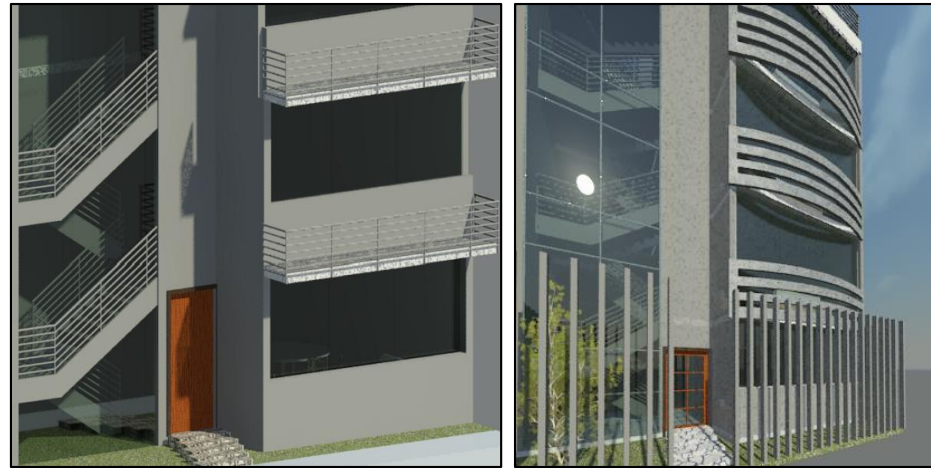


Figura 81: Se ha mantenido el retiro limpio sin balcones, dando una sensación de mayor amplitud

- Los tragaluces interiores se han reducido de tamaño, se han considerado muros de concreto translucido para permitir el ingreso de luz en los ambientes, disminuyendo el uso de luz artificial y maximizando el área total utilizada, en los ambientes de la sala, el dormitorio, la cocina, el pasadizo y los servicios higiénicos. No por ello se han eliminado las ventanas, ya que son necesarias para el tema de ventilación.

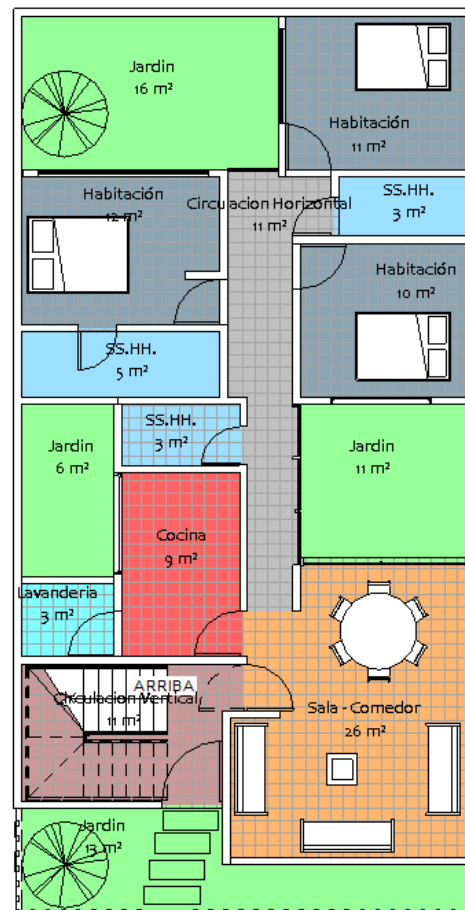


Figura 82: Vivienda propuesta con materiales nanotecnológicos

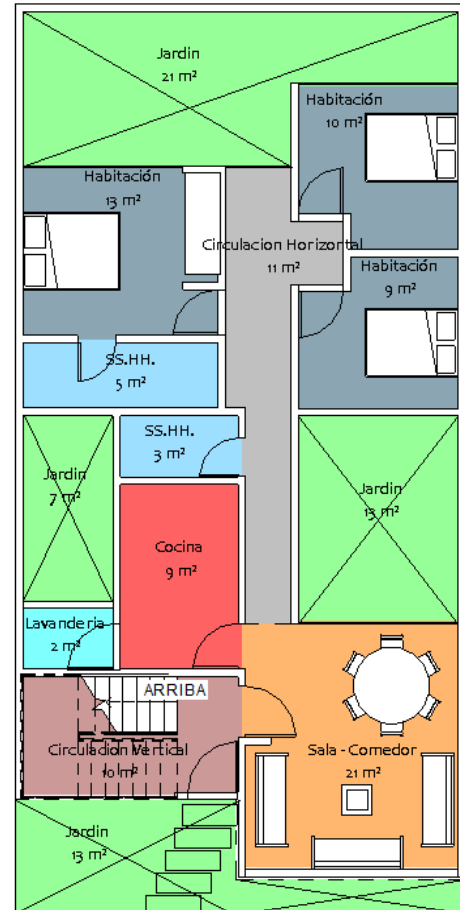


Figura 83: Vivienda propuesta sin materiales nanotecnológicos

En el presente diseño propuesto *el porcentaje de área libre disminuyó de 35 % a 30%*, podríamos decir que se incumplió con la norma que requiere el 35%, pero se puede observar que se cumple mejor con el tema de iluminación con la propuesta de diseño usando los nanomateriales, es por ello que se recomienda realizar una propuesta de modificación a la norma con respecto al porcentaje de área libre, el cual debe considerar los materiales empleados en su diseño para determinar el porcentaje de área libre.



Figura 84: Muro de concreto translucido en la habitación, se aprecia los dos tipos de muros (muro tradicional y muro translucido)

- Debido a la incidencia del sol, el ultimo nivel es el que presenta mayor temperatura, es por ello que se ha considerado en el proyecto el tema de techo verde, el cual nos garantiza una adecuada climatización de la vivienda y la disminución del impacto sonoro, provee un espacio agradable a la edificación, se propone el reúso del agua para el regado de las plantas, además el uso de plantas de bajo consumo de agua, debido que Lima es una ciudad que carece de agua.



Figura 85: Techo verde propuesto en la azotea

Además se ha considerado para el acondicionamiento del techo verde a la estructura el uso del concreto impermeable, para evitar filtraciones del agua, garantizando la durabilidad de la edificación. El concreto impermeable esta nanotecnológicamente mejorado.

Además se va a emplear geotextiles mejorados para evitar que las raíces alcancen la estructura del techo, lo mismo sucede con las geomembranas. Las cuales están modificadas nanotecnológicamente.

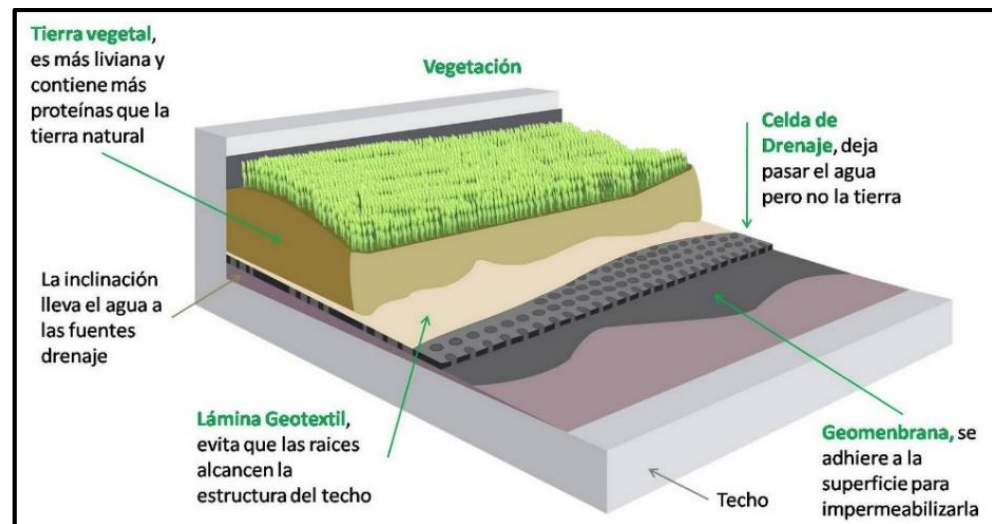


Figura 86: Esquema de un techo verde

- b. **El tema acústico**, para mitigar el impacto sonoro de la vivienda debido a la proximidad a una vía transitada, se ha planteado el uso de materiales que controlen la acústica de la vivienda, como son una estructura no delgada, que disminuya el paso del ruido, además los vidrios de los ambientes con proximidad al frontis tendrán doble capa para evitar el paso del ruido.



Figura 87: Materiales acústicos en el techo y en las ventanas que permitan el control del ruido del exterior.

- c. **Acabados**, en el tema de los acabados se ha propuesto el uso de los materiales nanotecnológicos para un uso racional de los recursos y la sustentabilidad de la vivienda. Por ejemplo se plantea uso de pinturas con nanopartículas autolimpiantes, que generan menores gastos en su mantenimiento, además de nanoaditivos para los cerámicos aumentando su durabilidad y evitando la formación de bacterias.

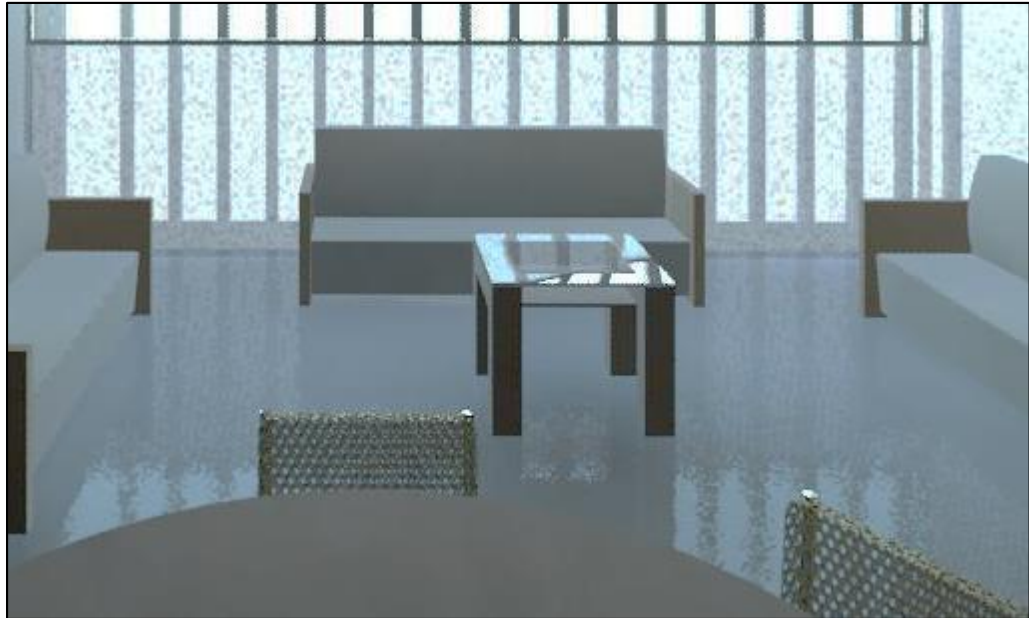


Figura 88: Se propone aditivos en los acabados interiores, en los cerámicos para brindarle mayor durabilidad.



Figura 89: Cerámicos autolimpiables y de mayor duración

- d. **Ahorro Energético:** para evitar el ahorro energético se propone el uso de celdas de vidrios fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, que en épocas de verano serian de gran producción energética, además el proyecto contempla el uso de gas domésticos.

Panel solar ubicado en
el techo para la
captación de la energía
solar



Figura 90: Panel Solar para la generación energética.



8.4. Análisis de la propuesta planteada:

Del planteamiento del diseño en base al uso de los materiales nanoestructurados se puede apreciar que el uso de dichos materiales si tiene influencia en el diseño arquitectónico, en este caso se puede apreciar las siguientes mejoras:

- ✓ Disminución del área libre requerido, sin dejar de considerar el tema de la iluminación y ventilación requerida, como se puede apreciar en las imágenes mostradas.



- ✓ Mejoras en el tema de iluminación gracias a la cantidad de luz que dejan pasar los materiales planteados (concreto translucido).

Material aun no muy comercial, no se vende en nuestro país, pero se puede obtener de otros países como México.

El concreto translúcido permite el paso de la luz hasta en un 70%, asimismo, brinda un reflejo de los objetos de una manera.

Es más costoso que el concreto tradicional, debido a las ventajas de iluminación y mayores resistencias (Superiores a los 450 Kg/cm²) que presenta.

- ✓ Mejora en el tema de confort térmico y lumínico, mediante el control del ingreso de calor en las zonas expuestas al sol.

En el Perú solo existen vidrios que controlan el ingreso del sol pero no son vidrios inteligentes que se regulan de acuerdo a la incidencia del sol, estos materiales son vendidos en Europa y Estados Unidos.

Las ventanas electro crómicas existentes en EE.UU. cuestan alrededor de \$ 100 dólares por pie cuadrado, mientras que la empresa Soladigm podría reducir el coste a alrededor de 20 dólares por pie cuadrado.

Según estudios realizados por la empresa Soladigm en cinco ciudades, el promedio de ahorro en los edificios comerciales es de alrededor de un 25% en el uso de energía para calefacción, ventilación y aire acondicionado al año", según Rao Mulpuri, consejero delegado de Soladigm.

En un ensayo dirigido por el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley se llegó a la conclusión de que las ventanas con vidrios EC pueden ahorrar un 60% de la energía utilizada.

El Departamento de Energía de los EE.UU. predice que los edificios comerciales que incorporen ventanas con vidrios EC podrían ahorrar hasta un 28% de energía. Asimismo, el Departamento de Energía de los EE.UU. tiene la meta de edificios de "cero consumo energético" para 2030, un objetivo que solamente puede cumplirse con el empleo de vidrios dinámicos.

En estudios realizados en viviendas, con un adecuado confort térmico se puede ahorrar hasta un 50% de los gastos energéticos.

- ✓ Mejora en el confort sonoro, debido a que los materiales nanoestructurados permiten controlar el ingreso del ruido a decibeles adecuados para las personas.

Se ha considerado el techo con paneles de tecknoport para controlar la transferencia de sonido, la tabiquería mayor o igual a 15 cm., y los vidrios



de control acústico, además que la cobertura verde también ayuda a mitigar el impacto sonoro del exterior hacia la vivienda. Son materiales que se encuentran en nuestro País.

Por ejemplo Concreto Insularis puede contribuir a alcanzar un ahorro de energía de hasta 20 % y un considerable aislamiento acústico, debido a una conductividad térmica menor (mejores propiedades de aislamiento) que otros productos de concreto.

- ✓ Mejoras ambientales ya que el techo verde contribuye al medio ambiente, a disminuir la contaminación ambiental y oxigenar el aire circundante a la edificación

El techo verde es una opción que ya es real en nuestro país, se puede implementar usando los materiales necesarios, tal como se vienen implementando en edificaciones comerciales. El precio por metro cuadrado de techo verde esta por el orden de \$ 200 dólares.

Al contener el calor que ingresa, en verano se puede reducir en 30% el consumo de energía en aire acondicionado

- ✓ Esta edificación propone el reúso del agua para mantener el techo verde, el uso de paneles solares y uso de gas como alternativa energética.

Los paneles solares son comerciales en nuestro país, pero la propuesta prospectiva de este diseño se da en el tema de usar pinturas y vidrios fotovoltaicos, que son capaces de aprovechar el sol para convertirlo en enérgica. Estos materiales no son comerciales aun.

- ✓ La edificación brinda a sus habitantes menores gastos de mantenimiento, haciéndolos más atractivos a los clientes.

Debido a que usan materiales que garantizan el confort térmico, acústico y lumínico esto conlleva a la disminución de los gastos de mantenimiento de la edificación, por ejemplo disminución de gastos en iluminación, eliminación de gastos en aire acondicionado, disminución de gastos de mantenimiento en las fachadas debido al uso del concreto autolimpiante, disminución de gasto en mantenimiento de los cerámicos (acabados internos).

- ✓ Pueden acceder a la certificación energética LEED, con ello estaríamos apuntando a que todas las edificaciones en el futuro sean amigables con el medio ambiente y sostenibles a través del tiempo.

Esto permite que las edificaciones sean más atractivos a los clientes, fáciles de vender, además que se está contribuyendo con el medio ambiente, por el uso eficiente energético.



CAPÍTULO IX

PROSPECTIVA SITUACIONAL DE LA NANOTECNOLOGÍA EN EL PERÚ

9. ENCUESTA PROSPECTIVA SITUACIONAL DE LA NANOTECNOLOGÍA Y EL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

Para poder analizar la factibilidad real de la propuesta de mejora del diseño arquitectónico de una edificación, en base al empleo de los materiales nanoestructurados, se ha realizado encuestas a profesionales expertos en el tema de la nanotecnología, como sabemos es un tema relativamente nuevo en el mundo y mucho más en el Perú, es por ello que existen pocos profesionales dedicados a la nanotecnología y que estén relacionados al sector construcción.

Lo que se quiere es tener una idea del futuro de la nanotecnología en el Perú, si es factible, si estamos preparados (el estado y las empresas privadas) y su relación con la economía, y para ello se ha realizado una encuesta a los profesionales que están inmersos en estos temas, los cuales son pocos en nuestro país,

Tenemos profesionales en su mayoría dedicados a la investigación en Universidades como en Universidad de Ingeniería y La Pontifica Universidad Católica del Perú.

Se ha realizado una encuesta de 15 preguntas cerradas y 1 pregunta abierta, a un total de 14 entrevistados, a continuación se mostrara los resultados y el análisis de los mismos. En el ANEXO 2 se muestran las encuestas realizadas.

9.1. Resultados y Análisis de la encuesta realizada:

Se va a presentar los resultados de las encuestas mediante un diagrama de barra y se va a presentar los análisis de cada gráfico.

Pregunta 1:

¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?

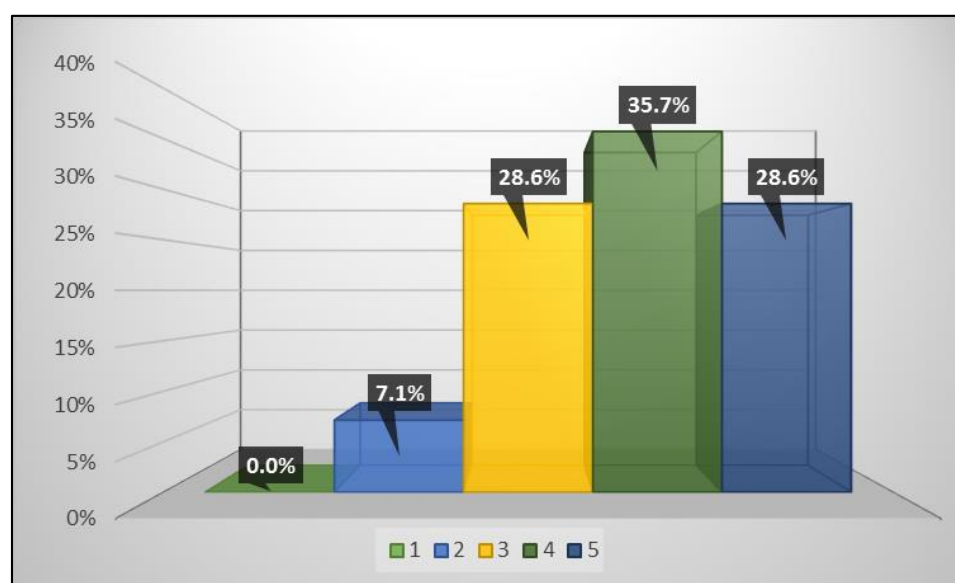


Gráfico 1: Resultado de la Encuesta "La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú". Pregunta 1.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que alrededor del 93% de ellos están enterados del tema, solo el 7% están poco enterados y el 29% son expertos en el tema y 36% saben mucho del tema.

Esto nos indica que los entrevistados si conocen del tema, es por ello que es importante sus respuestas para tener un panorama futuro de la nanotecnología en el Perú.

Pregunta 2:

¿Cree que existe relación entre nanotecnología y la economía?

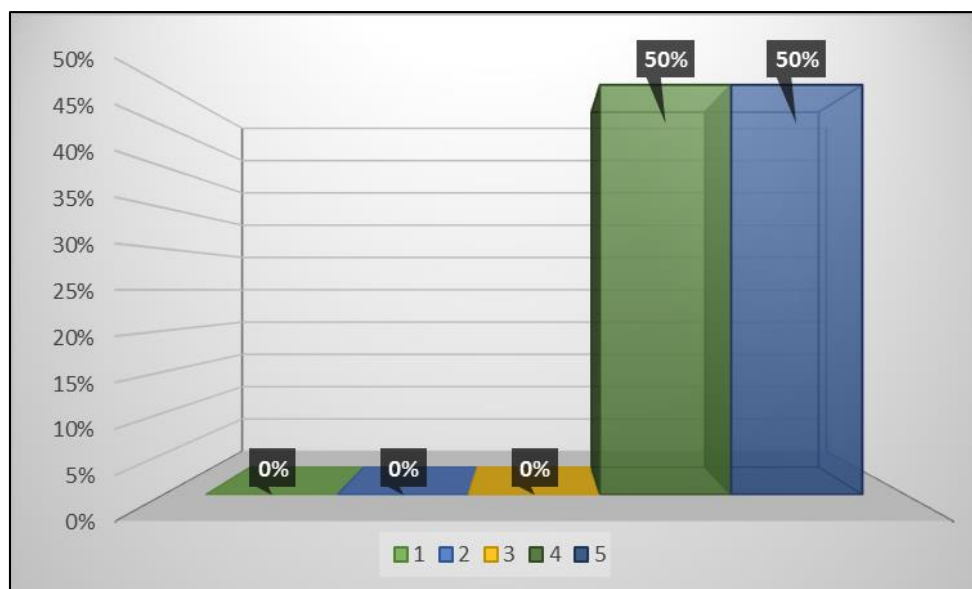


Gráfico 2: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 2.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 100% de ellos están convencidos de que existe relación entre la nanotecnología y la economía, incluso el 50% está convencido que existe una estrecha relación entre ellos.

Es por ello que se debe apostar e invertir en investigaciones nanotecnológicas en el Perú ya que el tema de la nanotecnología es el futuro, no solamente el estado debe invertir en investigaciones sino las empresas privadas.

“Las naciones son ricas por que investigan, no investigan para ser ricas, hay que seguir apostando por la investigación y el desarrollo.

Hay que ser austeros, pero una austeridad inteligente, hay que saber dónde recortar y saber dónde hay que sembrar para que en el futuro sigamos generando riqueza”. (Joseba Jauregizar, Director General de Tecnalia, País Vasco)

Pregunta 3:

¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?

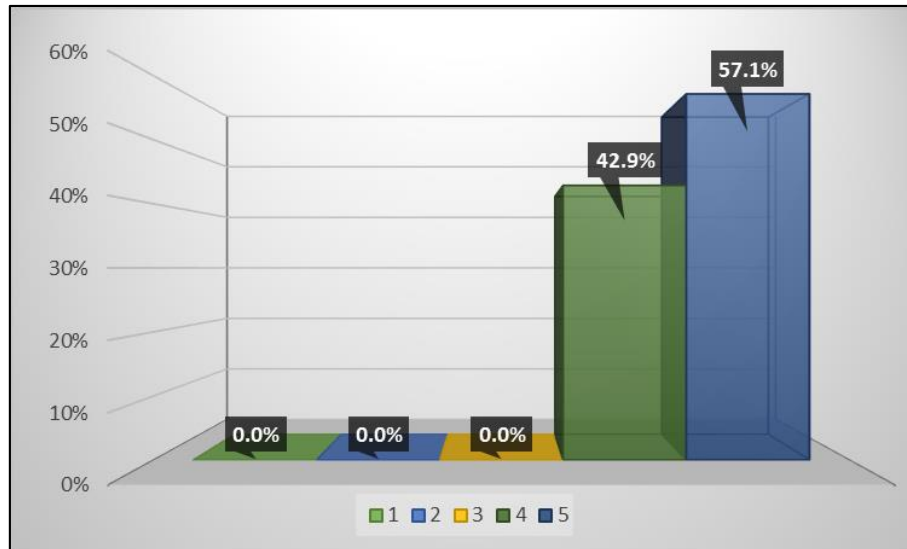


Gráfico 3: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 3.
Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 100% considera a la nanotecnología como factor influyente en la economía al 2020, incluso el 57% considera altamente influyente, es por ello que se debe empezar a entender, conocer y plantear el uso de los nuevos materiales que nos brinda la nanotecnología.

Pregunta 4:

¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?

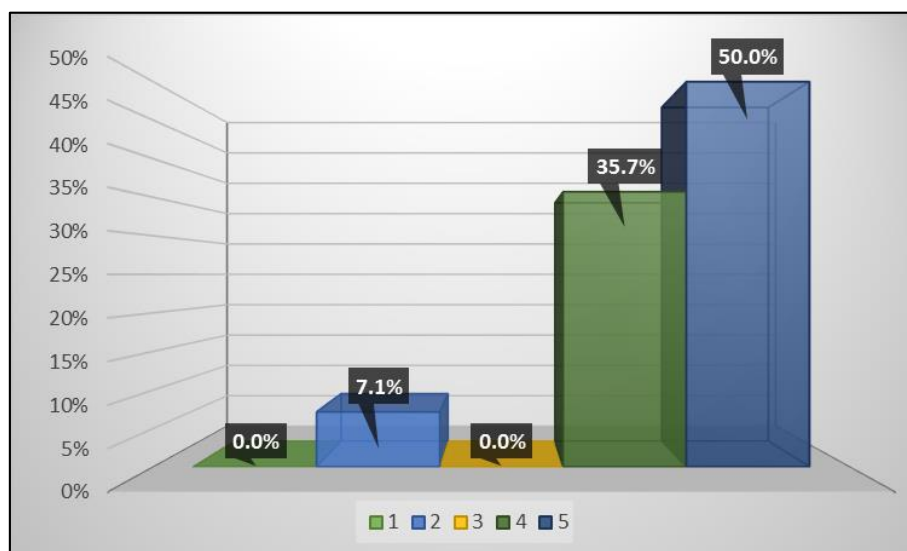


Gráfico 4: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 4.
Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que alrededor del 93% de ellos considera que la nanotecnología facilitara el modo en que vivimos, solo el 7% no considera a la nanotecnología como facilitadora de nuestra vida futura.

Es por ello que se debe de tomar en cuenta como la nanotecnología puede mejorar nuestra vida.

Pregunta 5:

¿Cree ud. que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?

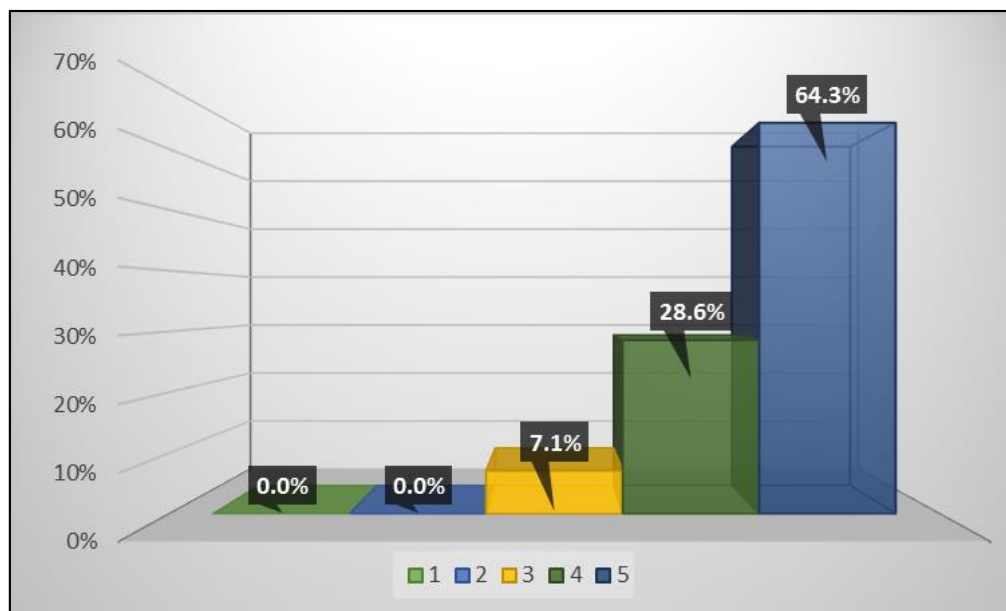


Gráfico 5: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 5.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que alrededor del 100% de ellos están de acuerdo en que la nanotecnología puede mejorar las viviendas, en su mayoría, el 64%, considera altamente la posibilidad de que la nanotecnología va a mejorar nuestras edificaciones.

Esto apoya la propuesta que se ha presentado en este trabajo, lo cual corrobora la investigación realizada.

Pregunta 6:

¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?

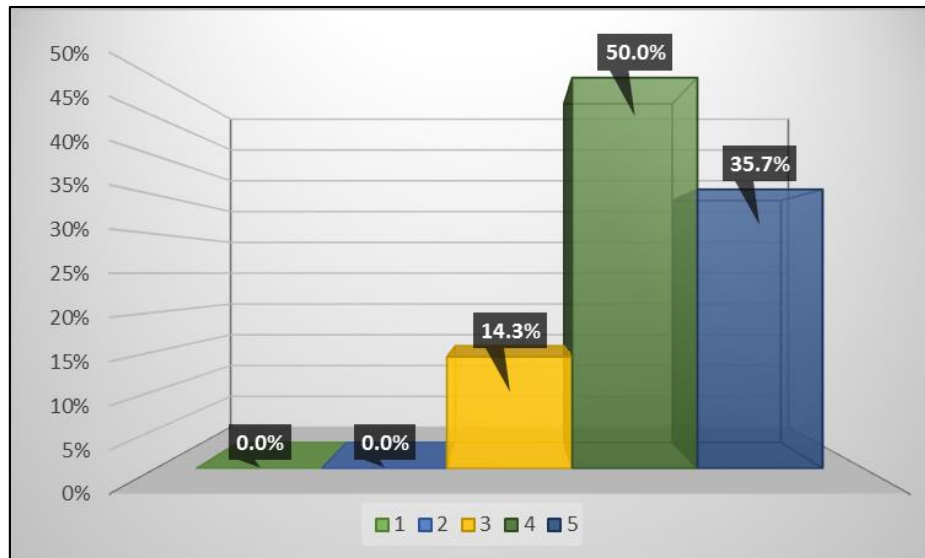


Gráfico 6: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 6.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 100% de ellos consideran que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico, como lo manifiestan el 50% de los encuestados.

Los profesionales dedicados al rubro del sector construcción creen que la nanotecnología si puede ayudar a mejorar el diseño de las viviendas futuras.

Pregunta 7:

¿Cómo valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?

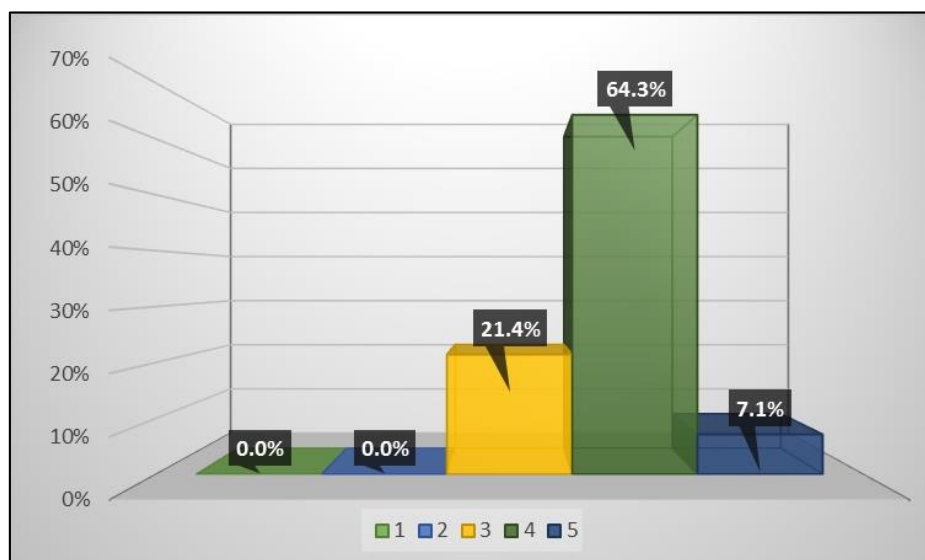


Gráfico 7: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 7.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 100% de ellos consideran que la nanotecnología tendrá un gran impacto en el sector construcción.

Aunque en la actualidad está más abocado al tema Ambiental y al de Salud. El 64% de los expertos dice que en el futuro cercano se va a abocar al sector construcción.

Pregunta 8:

¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?

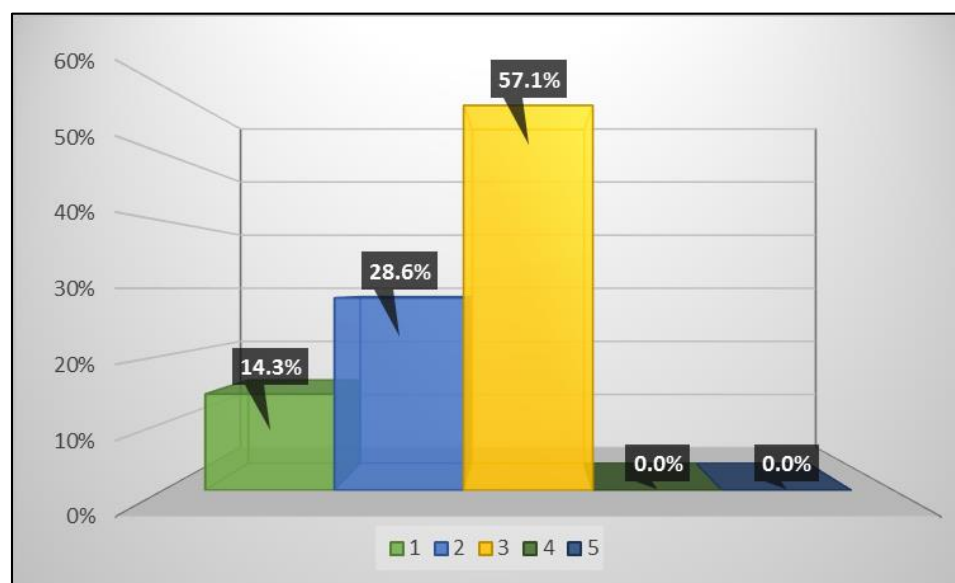


Gráfico 8: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunto 8.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que un 57% de ellos consideran que hay capacidad de las empresas para poder aplicar la nanotecnología en el desarrollo de los materiales, pero no la óptima, y existe un 14% que opina que las empresas no tienen las condiciones necesarias para aplicar la nanotecnología en el sector construcción.

Esto quiere decir que las empresas deben de preocuparse en implementar equipos y capacitar al personal en el tema de nanotecnología, promover investigaciones.

Pregunta 9:

¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?

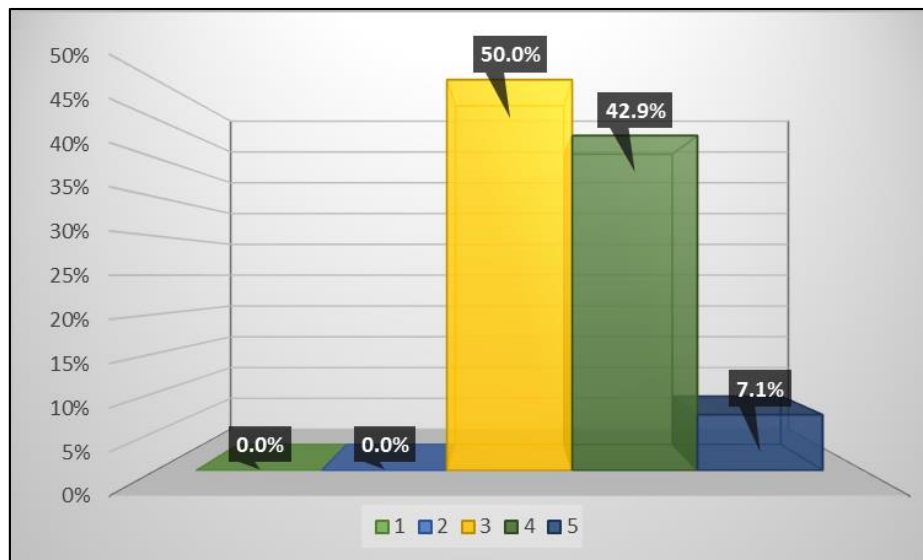


Gráfico 9: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 9.
Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 100% consideran que se va a incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en el Perú, pero solo el 7% se muestra muy convencido del incremento de la demanda, el resto es conservador.

Esto se debe de cambiar, se debe dar a conocer las propiedades de los nuevos materiales y los beneficios que obtendrán por el uso de ellos.

Pregunta 10:

¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?

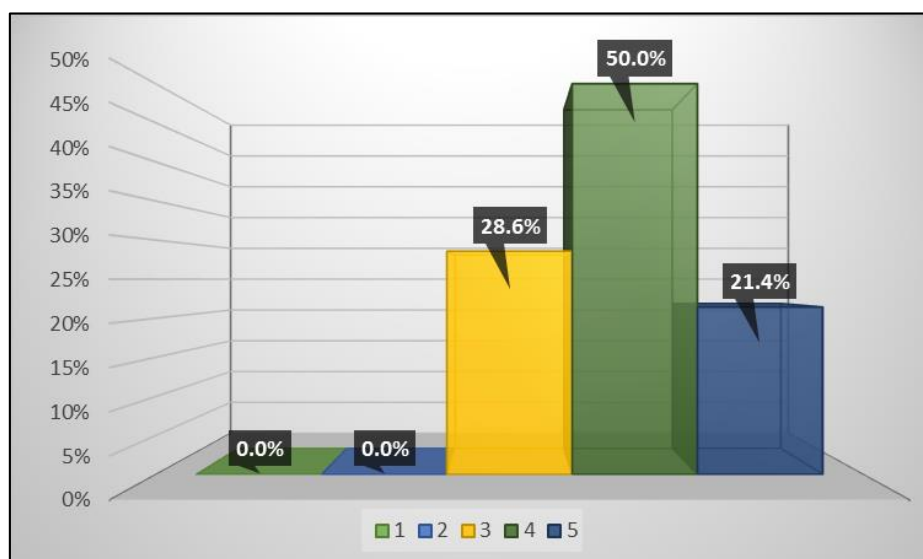


Gráfico 10: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 10.
Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 100% está de acuerdo que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayuda a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente, pero solo el 21% está completamente convencido, el 50% es un poco más conservador.

Estos se deben a las propiedades que manifiestan tener los materiales nanotecnológicos.

Pregunta 11:

¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?

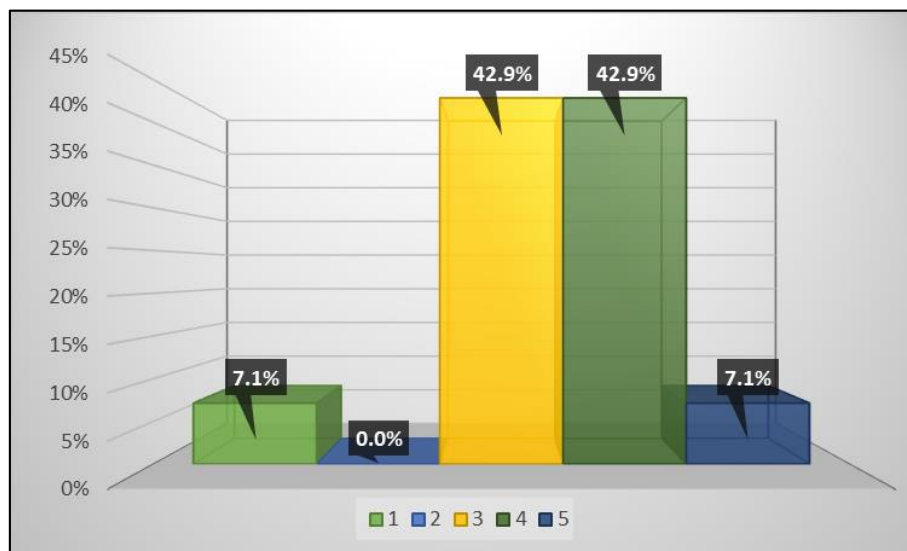


Gráfico 11: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunt 11.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 100% está de acuerdo que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos, pero solo el 7% está completamente convencido, mientras que el 43% es un poco más conservador.

Pregunta 12:

¿Cómo valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?

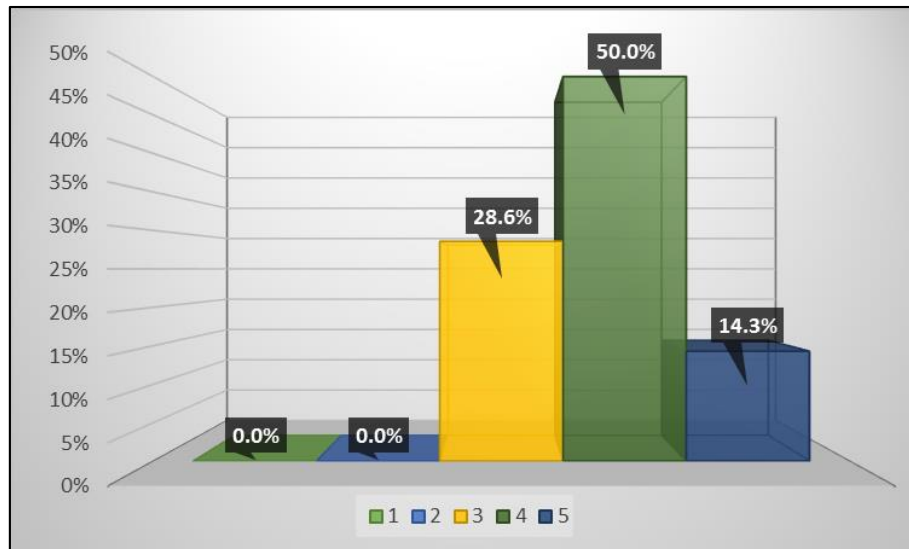


Gráfico 12: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 12.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos el 50% considera que una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos ayuda al confort de la vivienda. El 14% está totalmente convencido de esta propuesta.

Es por ello que en el presente trabajo de investigación se quiere demostrar que esto es posible.

Pregunta 13:

¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

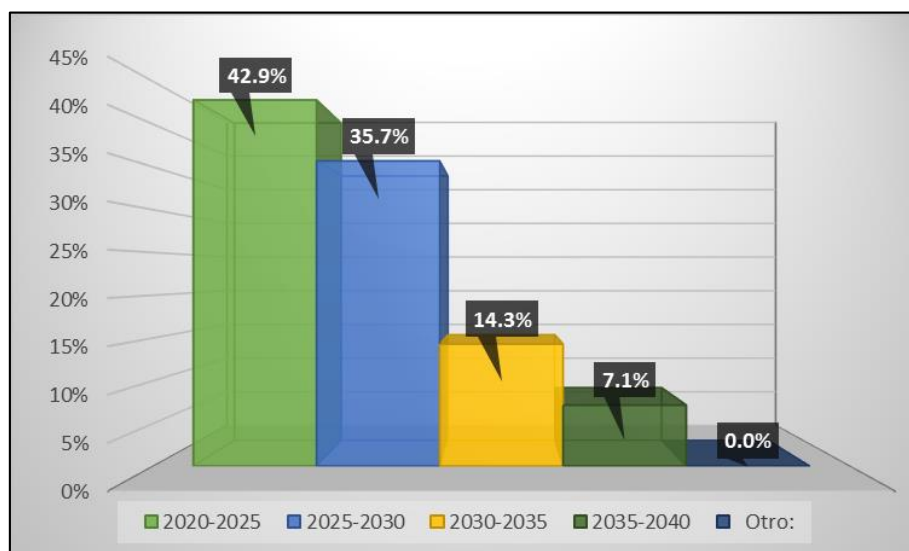


Gráfico 13: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 13.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que el 42.9% considera que la nanotecnología aplicada al sector construcción entrara a la fase comercial en el Perú en el periodo 2020 - 2025. Pero si consideramos una muestra más representativa concluiríamos que aproximadamente sería el año 2030.

Es un periodo relativamente cercano, es por ello que las empresas e instituciones deben estar preparándose para poder ser competitivos y estar de acuerdo a los nuevos avances tecnológicos.

Pregunta 14:

¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

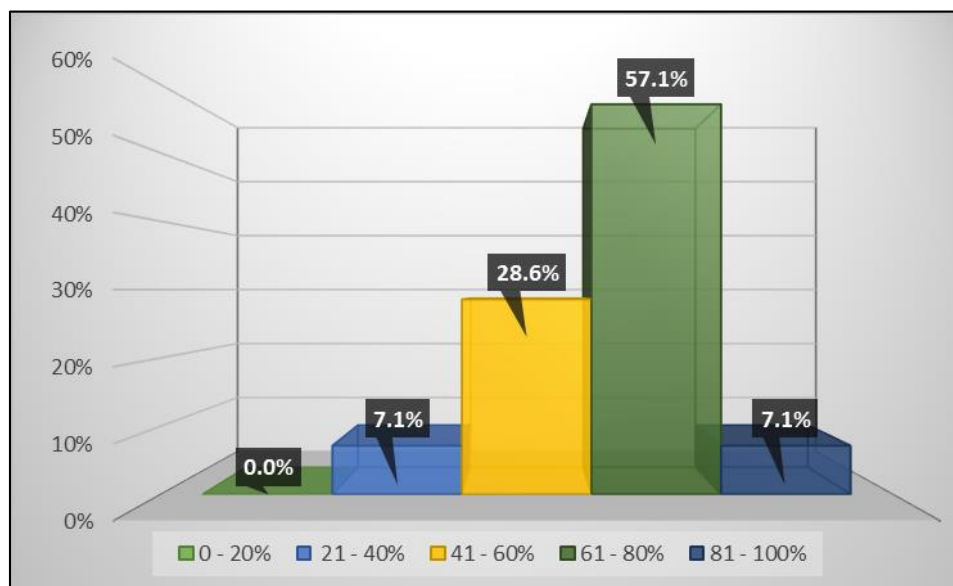


Gráfico 14: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 14.
Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que alrededor del 57% de ellos considera que en el Perú entrara a la fase comercial de la nanotecnología dedicada al sector construcción en el periodo 2020- 2025 en una probabilidad de 61 – 80%.

Es decir están convencidos que este evento ocurrirá con un alto grado de probabilidad.

Pregunta 15:

¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

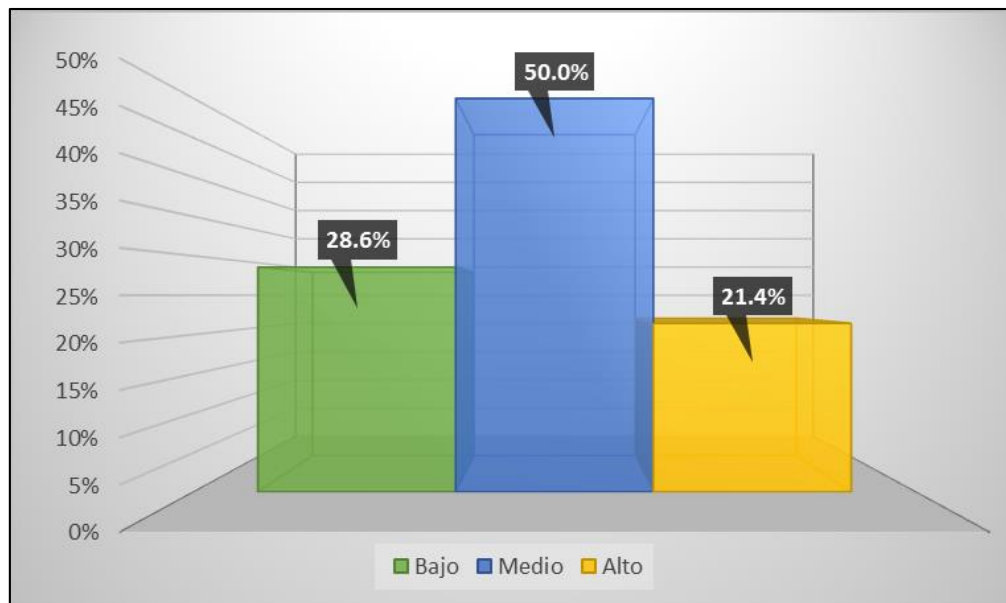


Gráfico 15: Resultado de la Encuesta “La Nanotecnología y la Vivienda Futura en el Perú”. Pregunta 15.
Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

De la respuesta de los expertos tenemos que ellos consideran que el volumen de negocios que se producirá a raíz de la aplicación de la nanotecnología en el sector construcción es medio. Esto se debe a que la mayoría piensa que las empresas no están preparadas. Solo el 21% considera un volumen alto.

Pregunta 16:

¿Cómo cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Propuestas:

- Haciendo Aplicaciones piloto y difundir los resultados por medios impresos y vía electrónica.
- Mediante la participación de ponentes académicos y técnicos, expertos en el tema, en conferencias y ferias del sector construcción. Asimismo, mediante notas de prensa dedicadas al tema.
- Fomentando el desarrollo de proyectos de innovación universidad-empresa orientados al uso de nanomateriales en el sector construcción, mediante investigaciones en nano-tecnología aplicadas al sector construcción, lo cual no se viene haciendo



- Con la divulgación de casos concretos o casos de éxito de obras reales
- La divulgación se puede hacer por medio de charlas, cursos, videos, conferencias de especialistas, (coordinar con Concytec que tiene un directorio especializado) y visitas a universidades que trabajan con este tipo de materiales, UNI, UNT, UNSA, etc.
- Mediante las nuevas técnicas de Brand Content y Storytelling (mostrar los beneficios e impactos mediante historias de vida), dado que permiten generar conexiones más profundas con los consumidores. Es preferible concentrarse en consumidores de altos ingresos en caso que los costos de su implementación sean altos (caso peruano), dado que suelen estar muy entusiasmados con la compra de nuevas tecnologías.
- Incluir en las curriculas de las universidades.
- Se puede difundir el uso de concreto resistente a la corrosión, pinturas, recubrimientos para paredes o aceros, materiales con propiedades ópticas y de conductividad térmica o eléctrica especiales, etc.
- Desarrollar todo un sistema de investigación y desarrollo nacional (ver ejemplos de Ecuador y Bolivia) y comenzar por adquirir nuevos materiales, reproducirlos, innovarlos o agregarles valor.



CAPÍTULO X

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



10. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

10.1. CONCLUSIONES

a) Conclusiones del Prototipo de Diseño arquitectónico propuesto:

- ✓ Según el prototipo del diseño arquitectónico de una vivienda se puede apreciar que el uso de los materiales nanotecnológicos SI permiten obtener mejores diseños arquitectónicos, lográndose diseñar viviendas sostenibles.
- ✓ Según el prototipo de diseño arquitectónico planteado, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, permitiría una mejor iluminación de los ambientes de la vivienda, es decir un adecuado confort lumínico, mediante el uso del concreto traslucido; pudiéndose logrando hasta un 70% del paso de la luz y mayores resistencias (superiores a los 450 Kg/cm², según los estudios de la empresa Litracon.
- ✓ Según el prototipo de diseño arquitectónico planteado, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, permitiría lograr un adecuado confort lumínico y térmico de las zonas expuestas directamente al sol, mediante el uso los vidrios inteligentes electrocrómicos; mediante el cual se lograría bloquear hasta el 91% de calor, debido a que controlan la cantidad de luz y calor que ingresa a la vivienda en función a la temperatura de la vivienda, además se podría obtener un ahorro en gastos energéticos de hasta el 50%, según los resultados del ensayo dirigido por el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley.
- ✓ Según el prototipo de diseño arquitectónico planteado, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, permitiría disminuir los gastos de mantenimiento en las fachadas debido al uso del concreto autolimpiante, concreto con presencia de partículas nanoestructuradas de dióxido de titanio, mediante el cual se podría lograr que el concreto se mantenga blanco y brillante para siempre.
- ✓ Según el prototipo de diseño arquitectónico planteado, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, permitiría disminuir los gastos en mantenimiento de los acabados internos de la vivienda gracias a los nanoaditivos para paredes y piso (cerámicos), confiriéndoles propiedades de resistencia, durabilidad y limpieza.
- ✓ Según el prototipo de diseño arquitectónico planteado, mediante el uso de los materiales nanoestructurados, podría disminuirse los gastos de consumo energético gracias a las pinturas fotovoltaicas que es capaz de aprovechar el sol para convertirlo en energética, pudiendo obtenerse hasta un 2% de energía, según investigaciones de la Universidad de Manchester.



- ✓ Según el prototipo de diseño arquitectónico planteado se puede apreciar que el uso de los materiales nanoestructurados permite lograr una edificación que brinde confort a sus habitantes, generando con ello una mejor calidad de vida de sus habitantes con mejor salud.
- ✓ Según el prototipo del diseño arquitectónico de una vivienda se puede verificar que a través del uso de los materiales nanoestructurados se puede optimizar el área utilizada en el diseño, siendo este un punto importante ya que actualmente en las zonas urbanas se destinan áreas cada vez más reducidas, sin descuidar el tema de la iluminación y ventilación requerida, lográndose disminuir el porcentaje de área libre requerido.
- ✓ Si bien es cierto muchos de estos materiales aun no son comerciales y debido a ello en la actualidad resulta muy caro la construcción de una vivienda mediante el empleo de estos materiales, en un futuro cercano (asumiendo que el 2030 la nanotecnología entra a su fase comercial en el Perú, como opinan los encuestados), como sucede con muchos materiales existentes en el mercado, se presume que serán más asequible y económicos debido al incremento de su demanda, como ha sucedido con algunos materiales nanotecnológicos existentes en el mercado, empleados en el sector construcción, como es el caso de las fibra de vidrio, fibras de carbono y las fibras de aramida.
- ✓ De la encuesta a los expertos se puede concluir que en su mayoría está de acuerdo que la nanotecnología es beneficioso para el sector construcción como lo es el empleo de los nuevos materiales en el diseño de una vivienda sostenible.
- ✓ Del análisis de la encuesta realizada, a profesionales expertos en el tema, se deduce que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú alrededor del año 2030, es por ello que las empresas e instituciones deben de estar preparados.
- ✓ La vivienda diseñada en base a la premisa del uso de los nuevos materiales nanotecnológicos podría obtener una alta calificación, en cuanto al tema de certificación energética, debido a que estos materiales son concebidos con la idea de contribuir con el medio ambiente, además mediante el uso de estos materiales en el diseño arquitectónico de una vivienda se cumple con los criterios requeridos para ser una vivienda energéticamente eficiente, como es el caso de la implementación del techo verde que contribuye al medio ambiente, disminuyendo la contaminación ambiental y oxigenando el aire circundante a la edificación. Esto permite que las edificaciones sean más atractivas para los clientes debido a su bajo consumo energético.



b) Conclusiones de los materiales nanoestructurados:

- ✓ En base a las propiedades que presentan los materiales nanoestructurados se pueden lograr diseños de viviendas sostenibles, los cuales generan menores gastos en el mantenimiento de las viviendas. Lográndose diseños de viviendas con menores emisiones de gases de invernadero, debido al eficiente consumo energético.
- ✓ Los materiales nanoestructurados presentan mejores propiedades que los materiales tradicionales, muchos de los materiales tradicionales se han mejorado aplicando la nanotecnología.
- ✓ La aplicación de los materiales nanoestructurados en la arquitectura permite una propuesta al RNE, del análisis realizado se propone que el porcentaje de área libre requerido este en función al tipo de los materiales empleados, es decir si los materiales garantizan una adecuada iluminación y ventilación de la vivienda, el porcentaje requerido debe ser menor a lo requerido en los parámetros urbanísticos de las municipalidades.
- ✓ Si analizamos los beneficios que nos mencionan las investigaciones de estos materiales, el ahorro a lo largo de la vida útil de la vivienda es mucho mayor que el gasto inicial, es decir el ahorro en la etapa de mantenimiento es mucho mayor al gasto incrementado en la etapa de construcción.
- ✓ Si bien es cierto que las viviendas planteadas en base a los materiales nanoestructurados presentan bajos costos de mantenimiento, no se ha podido demostrar la implicancia que esta tendrá en la salud de las personas debido a que son materiales nuevos, además no existe aún una edificación que haya cumplido con el tiempo de vida útil para poder demostrar sus bondades, estas conclusiones están basadas en los resultados de las investigaciones realizadas en laboratorios.

c) Conclusiones de las investigaciones nanotecnológicas en el Perú.:

- ✓ En su mayoría las investigaciones nanotecnológicas son de procedencia Norte Americana y Europea, además que en su mayoría están orientadas al sector salud y ambiental.
- ✓ El país que lidera en américa latina el tema de investigaciones en el campo de la nanotecnología es Brasil.
- ✓ Perú no ha tomado conciencia que estas investigaciones son el futuro, no existen políticas claras al respecto, nuestro país últimamente está invirtiendo un poco más en el tema de I+D, pero aún estamos lejos de las inversiones que hacen los demás países.



- ✓ En el Perú no se promueve las alianzas entre empresas y universidades, para fomentar las investigaciones.

10.2. Recomendaciones y futuras líneas de investigación

- Plantear los diseños arquitectónicos en base a los nuevos materiales nanoestructurados, es por ello que los arquitectos tienen que estar al día con las nuevas investigaciones.
- El arquitecto debe proponer nuevas tendencias arquitectónicas, tendencias ecológicas, tendencias biológicas, etc., ya que es el arquitecto quien debe promover el rumbo de los nuevos materiales nanoestructurados.
- El estado debe de promover e invertir en el tema de investigaciones científicas, relacionados a la nanotecnología, crear alianzas entre las empresas y universidades, fomentar mayor investigación desde los colegios.
- En cuanto al tema de certificación energética se recomienda que nuestro país incluya este tema dentro de sus políticas y las reglamente como ha sucedido en otros países que ya tienen normado el tema de certificación energética y no solo para edificios administrativos y comerciales sino también para viviendas como es el caso de Chile.
- Se recomienda una futura línea de investigación el tema de la reglamentación del porcentaje de área libre, se debe analizar y demostrar que los materiales pueden variar el porcentaje requerido, es decir la Norma debe contemplar un acápite adicional que mencione que el porcentaje de área libre no solo está en base a los parámetros urbanísticos de cada municipalidad sino en base a los materiales usados, los cuales sustentan la cantidad de iluminación y ventilación necesaria para la vivienda.
- Se recomienda una futura línea de investigación con una propuesta metodológica para la certificación energética en el Perú, debido a que este tema es una tendencia mundial, que nuestro país no puede quedar exento.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Arguelles, A. y Gómez, D. (2008). *Mapa de la Nanotecnología en Asturias*. Departamento de Nanotecnología. Fundación ITMA.
- [2]. Aguilar A. (2013). *Evaluación Técnico Ambiental del Dióxido De Titanio (TiO₂) en los Morteros de Cemento Chilenos*. Tesis de Maestría en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética. Universidad de Concepción. Concepción.
- [3]. Cárdenas, C. (2012). *Evaluación de las propiedades físicas y fotocatalíticas de cemento adicionado con nanopartículas de dióxido de titanio*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Medellín. Colombia.
- [4]. Cassar L. (2011). <http://arquitecturadecasas.blogspot.com/2011/07/aplicacion-de-nanotecnologia-en.html>
- [5]. Constitución de la Organización Mundial de la Salud, (1946). New York. USA. OMS.
- [6]. Facundo M., Vila S., (2011). *Nanotecnología: Su desarrollo en Argentina, sus características y tendencias a nivel mundial*.
- [7]. Foladori, G., & Zayago, E. (2007). *México se incorpora a la nueva revolución industrial de las Nanotecnologías*.
- [8]. García M., Abellán G., Carrillo A., Linares N. (2007). *Nanomateriales para aplicaciones avanzadas*. Universidad de Alicante, Laboratorio de Nanotecnología Molecular, Dpto. Química Inorgánica.
- [9]. Gustavo Gabriel Poratti. (2010). *Los próximos 500 años ¿Cómo evolucionaran las casas, computadoras, automóviles, industrias, y robots del futuro?*. España. Editorial Red Universitaria.
- [10]. Hidalgo P. (2013). *Nuevas Células Solares Basadas en Grafeno y Óxido de Estano e Indio*. Blogs de Ciencia y Tecnología de Fundación Telefónica. Europa. <http://blogs.creamoselfuturo.com/nano-tecnologia/2013/04/19/nuevas-celulas-solares-basadas-en-grafeno-y-oxido-de-estano-e-indio/>
- [11]. Instituto Tecnológico del Plástico. (2009). *Especial Nanotecnología*. AIMPLAS INFO, 1(29). 13-31
- [12]. Cassar L. (2004). *Photocatalysis of Cementitious Materials: Clean Bulding and Air*. MRS Bulletin.
- [13]. Marticorena, Benjamín. (2004). *Ciencia, tecnología e investigación en Perú*. Temas de Iberoamérica: Globalización, ciencia y tecnología. Volumen II, pp. 199-206.
- [14]. Matsuura, Jeffrey H. (2006). *Nanotechnology Regulation And Policy Worldwide*. Artech House.
- [15]. Mathias, C. (2004). *La nanotecnología, Innovaciones para el mundo del mañana*. Comisión Europea, DG Investigación.



- [16]. MINCyT. (2010). *Indicadores de Ciencia y Tecnología 2008*.
- [17]. Nano Manufacturing Institute de la Universidad de Leeds. (2007). *Intelligent, Safe and Secure Buildings o Edificios inteligentes y seguros*. ISSB.
- [18]. Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. (2008). *La Nanotecnología En Iberoamérica - Situación actual y tendencias*. (1). 7-32
- [19]. Ocampo Ruiz, E. (2010). *Nanotecnología aplicada a la Arquitectura*. Revista Electrónica Nova Scientia, 5(3), 179 – 193.
- [20]. Phantoms Foundation. (2008). *Nanociencia y Nanotecnología en España*.
- [21]. Randall McMullan. (1991). *Noise Control in Buildings*. BSP Professional Books.
- [22]. Rey, F. Y Velasco, E. (2006). *Eficiencia energética en edificios*.
- [23]. Recuero M., Gil G. (1993). *Técnicas de grabación sonora*. 2ª edición. Instituto Oficial de Radio Televisión Española, Madrid.
- [24]. RICyT. (2008). *La Nanotecnología en Iberoamérica, situación actual y tendencias*.
- [25]. RICyT. (2009). “*El estado de la ciencia - Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericano*”.
- [26]. Rubinat, A. (2011). *De la nanotecnología a los grandes rascacielos*, <http://www.architectmagazine.com/curtain-walls/the-nano-revolution.aspx>.
- [27]. Sábato, J. & Botana, N. (1968). *La Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Futuro de América Latina*.
- [28]. Schulenburg, M. (2004). *La nanotecnología - Innovaciones para el mundo del mañana*. Tecnologías industriales, (1), 6-15, 28-29
- [29]. Soler, G. (2009). *Nanotecnología: El desafío del siglo XXI*. Buenos Aires.
- [30]. Takeuchi, N. y Delgado, G. *Revista Interdisciplinaria en NanoCiencia y NanoTecnología*. Editorial Mundonano, 3(1).
- [31]. Taniguchi N. (1974). *On the Basic Concept of 'Nano-Technology*. Japan Society of Precision Engineering.
- [32]. Tutor, J. y Velasco, V. (2002). *Nanoestructuras Semiconductoras: un futuro estratégico para Iberoamérica*. Revista Española de Física, 16(4).
- [33]. Tutor J., Velasco V. y Martínez J. (2011). *Una Tecnología del Presente y del Futuro: Nanotecnología*. Universidad del Valle, 7-13
- [34]. Universidad de Oviedo y ESSTIIC. (2006). *Aplicaciones industriales de la nanotecnología*. Disponible en: <http://www.estiic.org>
- [35]. Wired News (2005). *La nanotecnología en el sector de la construcción*. Empresa Sueca Skanska. Suecia.



ANEXOS



ANEXO 2: ENCUESTAS REALIZADAS

Situación de la nanotecnología y el sector construcción en el Perú

	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Walter Estrada Lúbez	
Ocupación:	PROFESOR e Investigador Universitario	Fecha: 19-3-2015
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?					X
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?				X	
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?					X
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					X
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?				X	
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?				X	
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?				X	
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?				X	
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?				X	
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?				X	

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Haciendo aplicaciones piloto y difundir los resultados por medios impresos y vía electrónica



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
	Nombre: <u>William Bace Escobar</u>	Fecha: <u>9/3/15</u>
Ocupación: <u>ING. Gerente de Operaciones</u>		
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?		X			
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía? <u>Si</u>					
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020? <u>Si</u>					
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas? <u>Si</u>					
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro? <u>Si</u>			X		
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?					
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción? <u>No Dun</u>					
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país? <u>Si</u>					
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente? <u>Si</u>			X		
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos? <u>X</u>	X				
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos? <u>X</u>				X	

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025: 2025-2030: 2030-2035: 2035-2040: Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20%: 21 - 40%: 41 - 60%: 61 - 80%: 81 - 100%:

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo: Medio: Alto:

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

con charlas, cursos videos y obras
reales.

W. B. Escobar



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
	Nombre:	<i>Dra. Monica Gomez Leon</i>
Ocupación:	<i>Facultad de Ciencias -UNI</i>	Fecha: 20/03/2015
Encuesta elaborada por: <i>Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro</i>		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?					X
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?					X
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?				X	
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?				X	
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?					X
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?					X
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?	X				
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?				X	
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?			X		
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?			X		
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?					

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

SI



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION	
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Omar Amed Del Carpio Rodríguez	
Ocupación:	Consultor en Prospectiva, Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva	
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		Fecha: 20/03/2015

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?				X	
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?					X
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?				X	
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					X
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?					X
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?			X		
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?					X
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?				X	
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?				X	

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Mediante las nuevas técnicas de Brand Content y Storytelling (mostrar los beneficios e impactos mediante historias de vida), dado que permiten generar conexiones más profundas con los consumidores. Es preferible concentrarse en consumidores de altos ingresos en caso que los costos de su implementación sean altos (caso peruano), dado que suelen estar muy entusiasmados con la compra de nuevas tecnologías.



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Dr. Alcides López Milla	
Ocupación:	Lab. de Microscopia Electrónica - Facultad de Ciencias -UNI	Fecha: 22/03/2015
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?					X
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?				X	
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?				X	
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					X
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?				X	
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?				X	
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?			X		
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?				X	
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?				X	
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?				X	

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Existen dos formas:

1. Comprar toda la tecnología de los países avanzados como es común hacerlo en nuestro medio. En este caso la divulgación corre por parte de los importadores

2. desarrollar todo un sistema de investigación y desarrollo nacional (ver ejemplos de Ecuador y Bolivia) y comensar por adquirir nuevos materiales, reproducirlos, innovarlos o agregarles valor. La divulgación se puede hacer por medio de conferencias de especialistas, (coordinar con Concytec que tiene un directorio especializado) y visitas a universidades que trabajan con este tipo de materiales, UNI, UNT, UNSA, etc. (como referencia menciono que hay muchos tipos de materiales, como los de autolimpieza, bactericidas, ventanas inteligentes, alta dureza, baja densidad, etc..)



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	ANA VICTORIA TORRE CARRILLO	
Ocupación:	INGENIERO CIVIL - LEM - UNI	Fecha: 11/03/2015
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?			X		
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?				X	
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?					X
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					X
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?				X	
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?		X			
9. ¿Considera usted. que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?			X		
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?				X	
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?			X		
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?			X		

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

INCLUIR EN LAS CURRICULAS DE LAS UNIVERSIDADES.

CARTILLAS DE INFORMACION

CHARLAS DE DIFUSION



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Dr. Francisco Rumiche	
Ocupación:	Área de Materiales - Sección Ingeniería Mecánica - PUCP	Fecha: 24/03/2015
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?				X	
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?					X
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?					X
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					X
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?					X
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?			X		
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?			X		
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?					X
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?					X
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?					X

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Mediante la participación de ponentes académicos y técnicos, expertos en el tema, en conferencias y ferias del sector construcción. Asimismo, mediante notas de prensa dedicadas al tema.

Finalmente, fomentando el desarrollo de proyectos de innovación universidad-empresa orientados al uso de nanomateriales en el sector construcción.



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	<i>TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION</i>	
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
	UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	José C. Alvarez	
Ocupación:	Magister en Ingeniería de Producción - Docente PUCP	Fecha: 09/03/2015
Encuesta elaborada por:	Arq. JackieIi Janet Palma Alejandro	

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?			X		
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?				X	
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?					X
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?		X			
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?			X		
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?				X	
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?			X		
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?		X			
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?			X		
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?			X		
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?			X		
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?			X		

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Mediante investigaciones en nano-tecnología aplicadas al sector construcción, lo cual no se viene haciendo.



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	José Luis Amado	
Ocupación:	Docente UNI	
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		Fecha: 11/03/2015

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?					X
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?					X
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?					X
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?				X	
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?			X		
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?				X	
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?					X
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?				X	
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?					X

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?
 2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?
 0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?
 Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?
 A través de las universidades, incluyendolas en la curricula, el estado , a través de la promoción e insertivos.
 Por el sector privado, organizando ferias de difusión tecnológica para conocer las ventajas e incrementar sus uso.



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Dr. Luis Mosquera Leiva	
Ocupación:	Departamento de Ciencias - UNI	
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		Fecha: 06/03/2015

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?				X	
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?				X	
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?					X
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					X
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?					X
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?		X			
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?			X		
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?				X	
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?				X	
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?				X	

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Se puede difundir el uso de concreto resistente a la corrosión, pinturas, recubrimientos para paredes o aceros, materiales con propiedades ópticas y de conductividad térmica o eléctrica especiales, etc.



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Juan Pedro Reyes Soto	Fecha: 09/03/2015
Ocupación:	Gestor de Proyectos I+D+I	
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?				X	
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?				X	
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?				X	
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?				X	
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?					X
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?				X	
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?			X		
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?			X		
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?			X		

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Con la divulgación de casos concretos o casos de éxito



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Pablo Peña Torres	
Ocupación:	Ingeniero Civil	Fecha: 08/03/2015
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?			X		
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?					X
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?				X	
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?				X	
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?					X
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?				X	
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?			X		
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?				X	
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?			X		
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?			X		

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

<input type="checkbox"/> Implementar cursos de nanotecnologia en las universidades
<input type="checkbox"/> La empresa privada debería invertir en nuevas tecnologías (Constructoras y Proveedores)
<input type="checkbox"/>



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Ing. Julio Rivera Feijóo	
Ocupación:	Gerente General de SEINTEC SAC y Constructora RF SAC	Fecha: 07/03/2015
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?			X		
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?				X	
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?				X	
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?					X
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?				X	
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?				X	
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?				X	
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?			X		
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?				X	
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?				X	
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?				X	
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?				X	

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

DIFUNDIENDO INFORMACIÓN EN LAS REDES SOCIALES Y PUBLICACIONES



	ENCUESTA: LA NANOTECNOLOGIA Y LA VIVIENDA FUTURA EN EL PERU	
	TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNIDAD DE POSGRADO - FIC	
Nombre:	Abel Gutierrez Espinoza	
Ocupación:	Grupo de Materiales Nanoestructurados (GMN) - Facultad de Ciencias - UNI	Fecha: 11/03/2015
Encuesta elaborada por: Arq. Jackieli Janet Palma Alejandro		

En una escala de 1 al 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto responda las siguientes preguntas:

PREGUNTAS	ESCALAS				
	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan enterado está usted acerca de los avances de la nanotecnología?				X	
2. ¿Cree que existe relación entre nanotecnología y Economía?					X
3. ¿Considera la nanotecnología como un factor influyente en la economía al 2020?					X
4. ¿Considera que la nanotecnología facilitaría el modo en que vivimos?				X	
5. ¿Cree ud que la nanotecnología se puede aplicar en la mejora de las viviendas?				X	
6. ¿Cree ud. que la nanotecnología puede influir en la mejora del diseño arquitectónico de las viviendas en el futuro?				X	
7. ¿Como valoraría la aplicación de la nanotecnología en el campo del sector construcción?			X		
8. ¿Considera usted que las empresas de nuestro país están en la capacidad de aplicar la nanotecnología en el desarrollo y fabricación de los materiales aplicados al sector construcción?		X			
9. ¿Considera usted que se puede incrementar la demanda de los materiales nanotecnológicos en nuestro país?				X	
10. ¿Considera ud que el uso de la nanotecnología en el sector construcción ayudara a disminuir el impacto negativo en el medio ambiente?				X	
11. ¿Cree ud que se puede lograr una vivienda sostenible mediante el uso de los materiales nanotecnológicos?			X		
12. ¿Como valoraría el confort de una vivienda diseñada con materiales nanotecnológicos?				X	

13. ¿En qué año cree Usted que la nanotecnología aplicada al diseño y construcción de vivienda entrará en fase comercial en el Perú?

2020-2025 2025-2030 2030-2035 2035-2040 Otro:

14. ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia del evento anterior?

0 - 20% 21 - 40% 41 - 60% 61 - 80% 81 - 100%

15. ¿Qué volumen de negocios podría generar en el Perú este evento?

Bajo Medio Alto

16. ¿Como cree ud. que se puede difundir las propiedades de los materiales nanotecnológicos e incrementar el uso de las mismas en el sector construcción?

Investigación y publicación