



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.
UNIDAD ZACATENCO.**

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.

**LA VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL
MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.
CASO DE ESTUDIO: UNIDAD
HABITACIONAL MILITAR EN LA ZONA
METROPOLITANA DEL VALLE DE
MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

P R E S E N T A

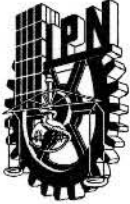
ROBINSON ISMAEL RAMÍREZ GONZÁLEZ

DIRECTOR

DR. VÍCTOR MANUEL LÓPEZ LÓPEZ



MÉXICO D.F. 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F., siendo las 10:00 horas del día 11 del mes de Noviembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.A. – U.Z. para examinar la tesis titulada:

"LA VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMATICO. CASO DE ESTUDIO:
UNIDAD HABITACIONAL MILITAR EN LA ZONA METROPOLITANA
DEL VALLE DE MÉXICO"

Presentada por el alumno:

<u>Ramírez</u>	<u>González</u>	<u>Robinson Ismael</u>							
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)							
Con registro: <table border="1"><tr><td>B</td><td>0</td><td>9</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>			B	0	9	2	0	0	0
B	0	9	2	0	0	0			

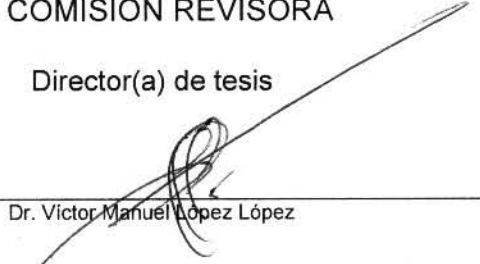
aspirante de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

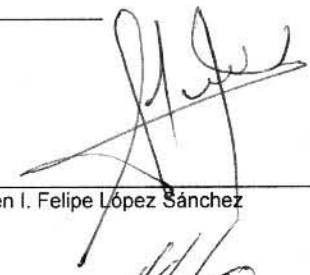
Director(a) de tesis




Dr. Victor Manuel Lopez Lopez



Dr. Jorge Meléndez Estrada




M. en I. Felipe Lopez Sanchez




M. en C. Ricardo Contreras Contreras

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES



M. en C. Pino Duran Escamilla


SECCIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D. F., el día 11 del mes noviembre del año 2011, el que suscribe C. ROBINSON ISMAEL RAMÍREZ GONZÁLEZ alumno del Programa de Maestría en Ingeniería Civil con número de registro B092000, adscrito a Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Víctor Manuel López López y cede los derechos del trabajo intitulado “LA VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO. CASO DE ESTUDIO: UNIDAD HABITACIONAL MILITAR EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección conyrob69@yahoo.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


ROBINSON ISMAEL RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nombre y firma

Relación de figuras y tablas.	III
Acrónimos y símbolos.	VI
Resumen.	IX
Abstract.	X
Introducción.	XI
Justificación.	XIII
Antecedentes.	XVI
Objetivo General.	XIX
Objetivos Específicos.	XIX
Capítulo 1. Sustentabilidad y desarrollo sustentable.	1
Capítulo 2. Incorporación de los criterios de sustentabilidad a la construcción.	6
2.1 Criterios e Indicadores de sustentabilidad.	11
2.1.1 Criterios de sustentabilidad a ser considerados en los edificios.	11
2.1.2 Indicadores de sustentabilidad.	12
2.2 Políticas y lineamientos para la edificación sustentable en México.	14
2.3 Materiales sustentables.	16
Capítulo 3. El Calentamiento Global y el Cambio Climático.	21
3.1 El Cambio Global.	21
3.2 El Efecto Invernadero.	24
3.3 Los Gases de Efecto Invernadero.	25
3.4 Evidencias y consecuencias del Calentamiento Global.	26
3.5 Vulnerabilidad, mitigación y adaptación al cambio climático.	35
3.6 Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático realizadas por la Secretaría de la Defensa Nacional.	39
Capítulo 4. Las emisiones de los gases de efecto invernadero de los edificios residenciales y comerciales.	44
4.1 Consumo de energía de las viviendas en México.	45
4.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la industria de la construcción y medidas de mitigación.	46

Capítulo 5. Cálculo de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de una Unidad Habitacional Militar tipo actual.	49
5.1 Situación actual de las unidades habitacionales militares en la zona metropolitana de la Ciudad de México.	49
5.2 Metodología para el cálculo de los gases de efecto invernadero de una casa habitación.	50
5.2.1 Límites Organizacionales.	51
5.2.2 Límites operacionales.	53
5.2.3 Recopilación de datos.	55
5.2.4 Cálculo de emisiones.	55
5.2.5 Reporte de los resultados del cálculo de GEI.	59
Capítulo 6. Diseño de la Unidad Habitacional Militar Sustentable tipo para la Zona Metropolitana del Valle de México.	61
6.1 Diseño bioclimático de la Unidad Habitacional Militar tipo para la Zona Metropolitana del Valle de México.	61
6.2 Propuesta del sistema combinado de suministro de agua.	63
6.3 Propuesta del sistema de calentamiento de agua por medio de colectores solares.	66
6.4 Propuesta de la azotea verde.	69
6.5 Propuesta para hacer eficiente la envolvente térmica.	71
Capítulo 7. Propuesta de aplicación de un sistema de calificación y certificación para un edificio tipo de la Unidad Habitacional Militar Sustentable.	74
7.1 Sistemas de calificación y certificación para edificaciones sustentables.	74
7.2 Análisis del sistema propuesto.	78
Conclusiones y Recomendaciones.	81
Bibliografía.	83
Glosario de Términos.	87
Anexos	90

Relación de figuras y tablas.

Relación de figuras:

Figura No. 1.1 Área de Desarrollo Sustentable.	1
Figura No. 2.1 Diagrama de flujo del ciclo de vida de los edificios.	10
Figura No. 2.2 Ciclo de vida de materiales de construcción.	16
Figura No. 2.3 Panel para muros <i>ThermalCore</i> .	19
Figura No. 3.1 Cuadro global de interrelaciones de los subsistemas terrestres: el diagrama de Bretherton.	21
Figura No. 3.2 Tendencias de cambio con respecto a los principales problemas ambientales en las distintas regiones del mundo, según el <i>Global Environment Outlook</i> (GEO, 1997).	23
Figura No. 3.3 El efecto invernadero.	24
Figura No. 3.4. Proporción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera global.	26
Figura No. 3.5 Representación esquemática de los componentes del Sistema Climático Mundial.	27
Figura No. 3.6 Corrientes marinas globales.	30
Figura No. 3.7 Actividades de Reforestación de la SDN.	40
Figura No. 3.8 Elaboración de composta por personal de la SDN.	41
Figura No. 3.9 Puente peatonal colgante militar.	43
Figura No. 3.10 Puente vehicular metálico militar.	43
Figura No. 4.1 Número de casas construidas por sexenio.	44
Figura No. 4.2 Consumo de energía por los sectores económico más importantes.	45
Figura No. 4.3 Distribución de consumo de energía por tipo de edificación.	45
Figura No. 4.4 Fuentes de energía empleada en el sector residencial en México.	46
Figura No. 4.5 Consumo de energía en el sector residencial (1995-2005) y tendencias para el año 2015 en México.	46
Figura 4.6 Proyecciones de CO ₂ eq. las emisiones de los edificios de las viviendas en México (2006-2050).	47

Figura No. 4.7 Proyecciones de CO ₂ eq de las emisiones de los edificios residenciales y comerciales de México (2006-2050).	47
Figura No. 5.1 Ubicación de las unidades habitacionales militares de la Zona Metropolitana del Valle de México.	50
Figura No. 5.2. Estructura Funcional de la SDN.	52
Figura No. 5.3 Porcentajes de las fuentes de emisiones GEI.	60
Figura No. 6.1 Orientación adecuada de una edificación.	61
Figura No. 6.2 Barrera natural contra vientos en cada edificio.	63
Figura No. 6.3 Propuesta de sistema combinado para optimizar el abastecimiento de agua en las viviendas de la Unidad Habitacional Militar.	64
Figura No. 6.4. Planta de tratamiento de aguas grises y negras.	64
Figura No. 6.5 Dispositivo ahorrador de agua.	66
Figura No. 6.6. Sistema termosifónico.	67
Figura No. 6.7 Sistema híbrido.	67
Figura No. 6.8. Colector solar de agua con panel plano.	67
Figura No. 6.9. Mapa de la radiación solar de la República Mexicana.	68
Figura No. 6.10. Arreglo en serie de colectores solares para edificios.	69
Figura No. 6.11 Azoteas verdes en edificaciones en México.	70
Figura No. 6.12 Envoltente térmica de un edificio.	71
Figura No. 6.13 Pérdidas más comunes de energía en una edificación.	72
Relación de tablas:	
Tabla No. 1. Población total en Centroamérica y el Caribe por periodos de 5 años.	33
Tabla No. 2 Clasificación de la vivienda según la superficie construida.	49
Tabla No. 3 Alcance de las emisiones por tipos de fuente para el cálculo de GEI del caso de estudio.	54
Tabla No. 4 Herramientas de cálculo por tipo de alcance de emisión utilizada en el caso de estudio.	55

Tabla No. 5 Factores de conversión a CO ₂ .	56
Tabla No. 6 Emisiones totales de CO ₂ por consumo de Gas LP.	56
Tabla No. 7. Consumo total de energía eléctrica de departamento por año.	57
Tabla No. 8. Consumo de energía eléctrica de alumbrado público de la UHM al año.	58
Tabla No. 9 Consumo de energía eléctrica de las bombas del sistema de bombeo de la UHM al año.	58
Tabla No. 10. Consumo total de energía eléctrica de la UHM al año.	58
Tabla No. 11. Emisiones totales de CO ₂ por consumo de energía eléctrica.	59
Tabla No. 12. Potencial de calentamiento global CO ₂ eq.	59
Tabla No. 13. Emisiones totales de CO ₂ eq.	60
Tabla No. 14. Criterios de diseño bioclimático.	62
Tabla No. 15. Consumo real de agua por departamento/día.	65
Tabla No. 16. Ahorro de agua por departamento/día con dispositivos en salidas de agua.	65
Tabla No. 17. Ahorro de agua por departamento/día con dispositivos en inodoros.	66
Tabla No. 18 Valores de la conductividad de los materiales más comunes en la construcción.	72
Tabla No. 19 Instrumentos de política pública para la edificación sustentable empleados a nivel mundial.	74
Tabla No. 20 Normatividad de eficiencia energética en las edificaciones.	75
Tabla No. 21 Sistemas de calificación y certificación de edificaciones sustentables	76,77
Tabla No. 22. Apartados y puntajes del sistema LEED.	79

Acrónimos y símbolos.

ASRHAE: Avances para Servir a la Humanidad y Promover un Mundo Sustentable (*Advancing HVAC&R to Serve Humanity and Promote a Sustainable World*).

CFE: Comisión Federal de Electricidad.

CMM: Centro Mario Molina.

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal.

CONAVI: Comisión Nacional de Vivienda.

CONUEE: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

CRE: Comisión Reguladora de Energía.

CSTB: Centro Científico y Técnico de los Edificios (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*).

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (*Environmental Protection Agency*).

GEI: Gas de Efecto Invernadero.

GEO: Perspectiva del Medio Ambiente Global (*Global Environment Outlook*).

IEA *International Energy Agency*.

INE: Instituto Nacional de Ecología.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Historia.

INFONAVIT: Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

IPCC: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

ISSFAM: Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas.

LED: Diodo de Emisión de Luz (*Light Emitting Diode*).

LEED: Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (*Leadership in Energy and Environmental Design*).

MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio.

n.e.: Nuestra era.

PCES: Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables.

PECC: Programa Especial de Cambio Climático.

PND: Plan Nacional de Desarrollo.

SENER: Secretaría de Energía.

SDN: Secretaría de la Defensa Nacional.

SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

UNFCCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (*United Nations Framework Convention on Climate Change*).

USGBC: *U.S. Green Building Council*.

WBSCD: Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (*World Business Council for Sustainable Development*).

ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México.

CO Monóxido de carbono.

CO₂ eq Bióxido de carbono equivalente.

CO₂ Bióxido de carbono.

CFCs Clorofluorocarbonos.

CH₄ Metano.

Gg Giga gramos (1x10⁹ gramos, mil toneladas).

GJ/Ton Giga Joule por tonelada.

GW-h Giga Watt por hora.

HFCs Hidrofluorocarbonos.

km Kilómetro.

kW-h Kilowatt (1x10³ Watts) por hora.

lt/hab/día litros por habitante por día.

l/s Litro por segundo.

MWh Mega Watt por hora.

m/s Metro por segundo.

m³ Metros cúbicos.

N₂O Óxido nitroso.

PFC Perfluorocarbonos.

PVC Cloruro de polivinilo (*Polyvinyl chloride*).

R Resistencia térmica total mínima de la envolvente.

SF₆ Hexafluoruro de azufre.

Tn tonelada.

tn CO₂eq Tonelada de bióxido de carbono equivalente.

°C Grados Celcius.

Resumen.

Este trabajo de tesis es uno de los resultados de la profesionalización y especialización de los miembros de la fuerzas armadas del país como una de las acciones que lleva a cabo la Secretaría de la Defensa Nacional (SDN) dentro del marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND) en lo referente a la protección del medio ambiente y a la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) mediante la aplicación de los principios de la sustentabilidad en el desarrollo de las construcciones del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, así como el cálculo de las emisiones de los GEI en sus unidades, dependencias e instalaciones empleando una metodología del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). En este caso en particular en una unidad habitacional militar habitada por personal militar y sus derechohabientes.

En el Capítulo 1 se define lo que es sustentabilidad y desarrollo sustentable, para posteriormente en el Capítulo 2 indicar y analizar los criterios de sustentabilidad en la construcción que se pueden aplicar a una edificación. En el Capítulo 3 se definen los conceptos de calentamiento global y cambio climático, así como las medidas que lleva a cabo la SDN en la mitigación y adaptación ante el cambio climático. En el Capítulo 4 se establece la vinculación estrecha que existe entre la sustentabilidad de edificaciones y las emisiones de GEI.

En el Capítulo 5 se lleva a cabo un cálculo de las emisiones de los GEI en una unidad habitacional militar tipo de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) como resultado de la operación de la misma, empleando la Metodología del Protocolo GEI para la elaboración de inventarios en organizaciones o poblaciones, con información real y actualizada como punta de lanza para la elaboración de inventarios en unidades, dependencias e instalaciones del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos.

En el Capítulo 6 se aplican criterios de sustentabilidad en el diseño de una unidad habitacional militar tipo para la ZMVM.

Por último en el Capítulo 7 se lleva a cabo un análisis de algunos de los sistemas de calificación y certificación tanto nacionales como internacionales, de edificaciones que aplican criterios de sustentabilidad para proponer uno de estos sistemas como guía para el desarrollo de proyectos de edificaciones sustentables de la SDN ya sea para obra nueva como para la modificación de las ya existentes.

Abstract.

This thesis is a product of professionalization and specialization of the armed forces members of Mexico as one of the actions carried out by the National Defense Secretary (SDN, for spanish acronym) within the framework of the National Development Plan (PND) in relation to environmental protection and mitigation of greenhouse gases (GHGs) by applying the principles of sustainability in the development of the constructions of Mexican Army and Air Force, as well as the calculation of GHG emissions in their units, departments and facilities using a methodology of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In this particular case in a military housing unit occupied by military personnel and their dependents

In the Chapter 1 defines what is sustainability and sustainable development, and later in Chapter 2 identifies and discusses the criteria for sustainability in construction that can be applied to a building. Chapter 3 defines the concepts of global warming and climate change, and the measures undertaken by the League of Nations in mitigation and adaptation to climate change. Chapter 4 provides the close link between the sustainability of buildings and GHG emissions.

In Chapter 5 performs a calculation of GHG emissions in a military housing unit type of the Metropolitan Area of the Valley of Mexico (ZMVM, for spanish acronym) as a result of the operation of the same, using the GHG Protocol methodology for inventories of organizations or people, with real information and updated as spearhead the development of inventories in units, departments and facilities Mexican Army and Air Force.

In Chapter 6 apply sustainability criteria in the design of a military housing unit type for the ZMVM.

Finally in Chapter 7 is carried out an analysis of some of the rating systems and national and international certification of buildings that apply sustainability criteria to propose one of these systems to guide the development of sustainable building SDN projects either for new construction and modification of existing ones.

Introducción.

El cambio climático origina eventos climatológicos extremos que presentan como característica principal un incremento notable de sus efectos negativos en áreas geográfico-estratégicas de cualquier país desarrollado o emergente de cualquier parte del mundo, principalmente en sus costas, sus regiones montañosas y sus grandes centros poblacionales, ocasionándoles alteraciones importantes en sus ámbitos político, económico, social y de seguridad.

El aumento acelerado del calentamiento global está cambiando en forma drástica el clima del planeta, esto como consecuencia de la acumulación de un pequeño grupo de gases entre los que destacan por su capacidad radiativa, sus características fisicoquímicas y por la cantidad en que se encuentran en la atmósfera en el siguiente orden de importancia: el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs) y el hexafluoruro de azufre (SF₆) funcionando como un cobertor que arroja el globo terrestre, lo cual permite que penetre la radiación solar, pero impide que una parte del calor que refleja la Tierra escape al espacio.

Por ser el fenómeno del cambio climático un problema mundial, sus posibles soluciones deben ser elaboradas con la participación de toda las naciones del mundo, siendo parte importante de estas soluciones la creación de organismos nacionales e internacionales que analicen la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático, evaluando sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas, y formulando estrategias con acciones reales y prácticas, siendo hasta ahora el máximo organismo internacional el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change*- IPCC), dividiéndose sus investigadores en tres grandes grupos de trabajo: I. Fundamentos físicos, II. Impactos, adaptación y vulnerabilidad y III. Mitigación del cambio climático.

Por lo que respecta a México, éste ha participado activamente en las negociaciones internacionales, y fue uno de los primeros países en firmar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en ingles) en el año de 1992, ratificándolo en el año de 1993, de igual forma, en el año de 2002 se adhirió al Protocolo de Kioto mediante el cual los países desarrollados y economías en transición se comprometieron a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un promedio de 5.2% con respecto a 1990 para el periodo de compromiso 2008-2012. Para alcanzar esta meta propuesta, se crearon mecanismos de mercado para aminorar el costo de aplicación de las medidas. Uno de ellos es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual permite a los países con metas de reducción de GEI adquirir a costos menores proyectos ejecutados en países en desarrollo y así recortar sus emisiones.

Los intentos hasta ahora realizados por el hombre para mitigar los GEI no son del todo satisfactorios, poniendo como un claro ejemplo la energía que utilizamos para nuestras actividades diarias, las cuales provienen en un 93% de combustibles fósiles. En lo concerniente a las edificaciones no es más halagador el panorama, ya que el 40% de la energía eléctrica a nivel mundial es consumido por edificios habitacionales, trayendo consigo problemas importantes en materia de salud y bienestar para la sociedad, siendo esto también una causa principal del incremento acelerado del dióxido de carbono (CO₂), el principal gas de efecto invernadero en el mundo.

En el año 2006 los edificios representaron alrededor del 12% del total de las emisiones de CO₂ equivalente en México según un estudio realizado por el Centro Científico y Técnico de la Construcción, Francia (*CSTB* por sus siglas en francés). En éste estudio se calculó que en el año 2006 los edificios residenciales y comerciales emitieron un total de 70,250 millones de toneladas de CO₂ eq más comparado con lo que se emitió en el año 2000, interpolando esta tasa de crecimiento manifestado hasta ahora, se estima que para el año 2050 se tendrán 500 millones de toneladas de CO₂ eq, si es que no se toman medidas extremas y urgentes para evitarlo.

Con la propuesta de una unidad habitacional militar sustentable se incorporan conceptos de los edificios sustentables con tecnologías que permitan coadyuvar con la conservación del ambiente y la gestión integral de los recursos para asegurar la sustentabilidad, donde se optimiza el uso de energía, cumpliendo con parámetros de habitabilidad, estructura y estética que por sus características bioclimática y sustentable, potencializan la calidad de vida de sus habitantes, elevando sus condiciones de salud y bienestar.

Considerando el apoyo de los avances tecnológicos en las áreas de la ingeniería, la arquitectura y en la construcción, se propone disminuir de manera efectiva el consumo de las energías involucradas en la vida de un edificio desde la extracción y procesamiento de las materias primas para su construcción hasta su demolición, destrucción y finalmente la disposición útil de los residuos.

Los edificios sustentables de una unidad habitacional pueden llegar a consumir hasta menos de la mitad de la energía que consumen los edificios convencionales con la misma superficie y características y junto con la implementación de ecotécnicas, disminuyendo por ende en forma significativa la emisión de gases de efecto invernadero.

Aunque representa un costo inicial mayor la construcción de un edificio sustentable, con un análisis costo-beneficio, en el mediano y largo plazos durante su funcionamiento se tiene una reducción de gastos por consumo de energía eléctrica y gas natural principalmente, aportando de forma además que las futuras generaciones puedan gozar de un mundo habitable y vivir en armonía con la naturaleza. Si bien el costo en el corto plazo pudiera ser elevado, el poder coadyuvar a crear un equilibrio entre el ser humano y el ambiente lo amerita.

Con la propuesta de una unidad habitacional militar sustentable se satisfacen las necesidades de una vivienda segura, confortable y económica para los miembros del Ejército y de la Fuerza Aérea Mexicanos y al mismo tiempo se contribuye a la mitigación de la emisión de los gases de efecto invernadero aplicando los principios de sustentabilidad en la construcción, como parte de un esfuerzo institucional integral prioritario y urgente que deben realizar todas las secretarías de estado en materia de protección al ambiente, en cuyo esfuerzo las instituciones castrenses son parte alicuota de ese propósito nacional.

Justificación.

En la Cuarta Comunicación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, Comité Intersecretarial Sobre Cambio Climático, 2009) , se reporta en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) 1990-2006 elaborado con las metodologías establecidas por el IPCC, que las emisiones de GEI crecieron durante este período un 40% en relación al año base de 1990, es decir 2 % anual, también informa que considerando el total de emisiones nacionales de GEI en el año de 2006, arroja un cálculo de emisiones *per cápita* en México de 6.84 tn de CO₂ eq. estimando que de esta cantidad corresponde 3.97 tn de CO₂ eq. a emisiones por consumo de combustibles fósiles. En tanto, el Producto Interno Bruto (PIB) del país creció en promedio 3% anual y la población nacional a una tasa de 1.5% demostrando que a pesar del incremento de las emisiones por un mayor consumo de combustibles fósiles, así como de los cambios en las actividades de producción agrícola, pecuaria, silvícola, industrial y de servicios y de las demás relacionadas con el uso del suelo entre 1990 y 2006, éstas han crecido a una tasa menor que la economía, dando indicio de desacoplamiento entre el crecimiento económico y las emisiones de GEI.

El gobierno de México reconoce que es importante llevar a cabo acciones que contribuyan a los esfuerzos de la comunidad internacional en materia de mitigación de emisiones de GEI. En este sentido, se elaboró el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC), a través del cual se busca demostrar que es posible mitigar las emisiones de GEI sin comprometer el proceso de desarrollo.

El Programa considera cuatro componentes fundamentales para el desarrollo de una política integral para coadyuvar a resolver el problema global: visión de largo plazo, mitigación, adaptación, y elementos de política transversal.

En una visión de largo plazo, México asume la meta de reducir en 50% sus emisiones de GEI al 2050, con relación a las emitidas en el año 2000, lo que contribuiría a un escenario de estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera, a un nivel no superior a 450 ppm de CO₂ eq, compatible con un límite del incremento de la temperatura superficial de globo terráqueo promedio entre 2°C y 3°C, que coadyuve hacia una disminución flexible y constante del promedio global de emisiones *per cápita* de 2.8 tn de CO₂ eq en el año 2050, siendo que según cálculos del Banco Mundial, se tuvo a en el año 2007 un promedio de 4.6 tn de CO₂ eq.

En esta trayectoria deseable de reducción, las emisiones de México tendrían que descender paulatinamente después de la segunda década de este siglo, hasta alcanzar el nivel indicado en el año 2050; aproximadamente de 340 millones de toneladas de CO₂ eq.

De llevarse a cabo todas las acciones desarrolladas en los sectores relacionados con la generación y uso de energía, agricultura, bosques y otros usos del suelo, y desechos que se contemplan en el PECC a finales de la presente administración se traduciría en una reducción de emisiones en 2012 de 51 millones de tn de CO₂ eq. con respecto al escenario de línea base al mismo año, proyectado en 786 millones de tn CO₂ eq.

Como documento regente en política pública sobre el ambiente, el Presidente de la República en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, contempla en el eje número 4 “Sustentabilidad Ambiental”, temas relacionados con la administración eficiente y racional de los recursos naturales y sus efectos en la protección al ambiente en materia de:

- ✓ Agua.
- ✓ Bosques y Selvas.
- ✓ Biodiversidad.
- ✓ Gestión y Justicia en Materia Ambiental.
- ✓ Ordenamiento Ecológico.
- ✓ Cambio Climático.
- ✓ Residuos Sólidos y Peligrosos.
- ✓ Investigación Científica Ambiental con Compromiso Social.
- ✓ Educación y Cultura Ambiental.

En las acciones encaminadas al cumplimiento de las metas de desarrollo sustentable de este plan, que de manera directa o indirecta contribuyen a reducir las emisiones de GEI en sectores prioritarios se encuentran diversos programas como los Programas de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía Eléctrica, encontrándose dentro de estos el Programa de la Vivienda Sustentable.

Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, entre las que se encuentra la Secretaría de la Defensa Nacional, están comprometidas a contrarrestar el problema del deterioro ambiental, mediante la protección del mismo, para generar un desarrollo social y humano armónico con la naturaleza, no comprometer el futuro de las nuevas generaciones construyendo una cultura ciudadana de cuidado del ambiente, y estimular la conciencia de la relación entre el bienestar y el desarrollo en equilibrio, es decir un desarrollo sustentable.

Respecto a las casas habitacionales existentes en la actualidad para el personal militar y sus derechohabientes se tiene que en la Zona Metropolitana del Valle de México existen 15 unidades habitacionales militares donde habitan 33,600 personas aproximadamente entre militares y familiares, teniéndose una demanda aun por cubrir de otras 20,000 personas (militares y derechohabientes) considerando el efectivo total de personas que trabajan en las unidades, dependencias e instalaciones del Ejército y Fuerza Aérea en esta región del país.

La Secretaría de la Defensa Nacional, para afrontar los retos técnicos, ambientales y económicos que representa hacerle frente a los impactos negativos del fenómeno del cambio climático debe tomar acciones inmediatas en la investigación y desarrollo de estudios de vulnerabilidad de sus instalaciones, sobre medidas de mitigación de GEI, así como en medidas de adaptación, fortaleciendo de esta forma la gobernabilidad del país y la articulación entre las instituciones del Estado Mexicano y los distintos sectores de la sociedad, pudiendo ser entre otras acciones las siguientes:

- ✓ Elaborar inventarios de GEI en unidades, dependencias e instalaciones militares, con el fin de contribuir con información real y objetiva que pueda ser utilizada en los análisis correspondientes.
- ✓ Fomentar la investigación del personal especialista en esta área, para contribuir con datos o proyectos en el combate del cambio climático.
- ✓ Incrementar en magnitud y cantidad los proyectos de mitigación, aplicando tecnologías limpias.
- ✓ Promover programas de educación y concienciación entre sus miembros en relación al cambio climático y sus efectos potenciales.
- ✓ Aplicar en el diseño y construcción de sus instalaciones tecnologías ambientales fomentando la eficiencia energética y empleando energías renovables.
- ✓ Llevar a cabo trabajos de la vulnerabilidad de sus instalaciones para iniciar procesos de adaptación proactivos, según lo permitan los recursos humanos y financieros asignados por la federación.

Como parte de una de estas soluciones en lo que respecta al diseño y construcción de instalaciones con tecnologías amigables al ambiente es la construcción de unidades habitacionales sustentables tipo para la Zona Metropolitana del Valle de México, sin decremento de la comodidad para los usuarios, de la funcionalidad de los diseños ya existentes, así como de la seguridad física de las mismas. Contribuyendo también al problema de la disposición de casas habitación para el personal militar y sus derechohabientes.

Antecedentes.

A nivel internacional algunos ejemplos de casas que han sido reconocidas por su significancia como pioneras de la arquitectura solar en el uso de las más modernas ingenierías amigables con el ambiente (Heiduk y Gallagher, 2009) son:

- ✓ Casa solar MIT #1, construida en el año de 1939 en Massachusetts, EEUU
- ✓ Casa Boulder, construida en el año de 1945 en Colorado, EEUU .
- ✓ Casa solar *Lefever*, construida en el año de 1954 en Pensilvania, EEUU.
- ✓ Casa de la Universidad de Toronto, construida en el año de 1956 en Toronto, Canadá.
- ✓ Casa Solar, construida en el año de 1956 en Tokio, Japón.
- ✓ Casa Solar, construida en el año de 1958 en Casablanca, Marruecos.
- ✓ Casa Solar, construida en el año de 1958 en Nagoya, Japón.
- ✓ Casa Solar Pasiva, construida en el año de 1967 en Odeillo, Francia.
- ✓ Casa Solar *Tedeschi*, construida en el año de 1972 en Mendoza, Argentina.
- ✓ Casa *Skytherm*, construida en el año de 1973 en California, EEUU.
- ✓ Casa Sol 55, construida en el año de 1975 en Rosario, Argentina.
- ✓ Casa Solar IAS-FABA, construida en el año de 1979 en La Plata, Argentina.
- ✓ Casa Pasiva, construida en el año de 1990 en Darmstadt, Alemania.
- ✓ Escuela *Druk White Lotus*, construida en el año de 2002 en Ladakh, India.

Por lo que respecta a México se tiene que en el mes de junio del año 2011 el Centro Impulsor de la Construcción y la Habitación A.C. (CIHAC) inauguró la fase de reconversión del edificio de sus oficinas que fue diseñado y construido hace más de 30 años con una arquitectura típica de ese tiempo junto con las instalaciones tradicionales como son: la eléctrica, la de iluminación, la hidráulica y la sanitaria. Reestructurándose esta construcción con criterios bioclimáticos en cuanto al aprovechamiento de la energía solar y de la ventilación natural, se diseñaron e instalaron sistemas de ahorro de energía eléctrica, de agua potable entre otros. Se emplearon materiales aislantes para mejorar la eficiencia de la envolvente térmica del edificio. Convirtiéndose en un inmueble 100% sustentable, cuya combinación con elementos naturales y con la orientación del edificio logran una excelente adaptación arquitectónica que cumple con los parámetros de confort, de habitabilidad de accesibilidad y de integración con el contexto urbano circundante (Roldan, 2011).

La Secretaría de Energía (SENER) a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, antes Comisión Nacional para el Ahorro de Energía CONAE), implementó programas institucionales de ahorro de energía; entre los más importantes se encuentra el Programa de Normalización en Eficiencia Energética, que ha permitido la comercialización de más de 8 millones de sistemas, equipos y productos, lo que impulsa la transformación de mercados hacia otros más eficientes en el uso de la energía.

Se han creado 18 Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), 16 vinculadas con el consumo de energía eléctrica y dos con procesos térmicos.

El *Programa Sectorial de Energía (PROSENER) 2007- 2012* fue elaborado con base en el *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*, y su objetivo principal es: "Mitigar el incremento en las emisiones de GEI, acciones que buscan desvincular el crecimiento económico de la generación de GEI, mediante procesos de producción y patrones de uso de energía más eficientes, así como menos dependientes de combustibles fósiles".

A través de lo establecido en el modelo de Contrato de Interconexión (SENER, 2009) para Fuente de Energía Solar a Pequeña Escala, emitido por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), se permite que en casas habitación y comercios pequeños, se genere energía eléctrica aprovechando la energía solar, con la posibilidad de interconectarse al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

En el Programa de Vivienda Sustentable desarrollado por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) se establecen los “Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables”, con el objetivo de promover la edificación de vivienda considerando de forma integral el entorno, la ubicación, la infraestructura, un diseño urbano ordenado y equilibrado y la selección de materiales de construcción, equipos y tecnologías encaminados al uso eficiente de la energía eléctrica y el agua y el empleo de fuentes renovables de energía. Entre las medidas propuestas se encuentran: diseño bioclimático, arborización, uso de colores claros en techo y fachadas, materiales constructivos térmicos y aislantes, tecnologías eficientes para la climatización, instalación de *Light Emitting Diode* (LEDs, por sus siglas en inglés) para alumbrados interiores y exteriores e instalación de calentadores de agua con energía solar para reducir el consumo de gas natural.

En abril del año 2007 el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) analizó la inclusión de criterios sustentables en las viviendas a través de ecotecnologías para generar ahorros en el consumo de luz, agua y Gas Lp o natural denominándole “Hipoteca Verde”.

A través de este crédito se promueve la adquisición de viviendas con tecnologías de eficiencia energética y agua. Las medidas de ahorro permiten una reducción mensual de las emisiones de CO₂, de 100 kg por vivienda.

En lo que respecta a la Secretaría de la Defensa Nacional de conformidad con las políticas nacionales para la prevención y mitigación de la emisión de gases de efecto invernadero, esta dependencia coadyuva con la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, llevando a cabo algunas acciones en sus propias unidades, dependencias e instalaciones, así como también acciones coordinadas con otras dependencias de gobierno o instituciones educativas, como a continuación se describe:

- ✓ Participación en programas de reforestación.
- ✓ Producción de composta.
- ✓ El diseño, cálculo, construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Especialización y profesionalización del personal militar en temas del ambiente.
- ✓ Asistencia de personal militar a congresos internacionales en temas relacionados con el cambio climático y calentamiento global.
- ✓ Otorgamiento de becas para el personal militar en activo en estudios de posgrado en diversos planteles educativos del país como en la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad del Valle de México y el Instituto Politécnico Nacional.

- ✓ Participación en el combate a incendios forestales.
- ✓ Renovación paulatina del parque vehicular.
- ✓ Cambio gradual de calentadores de gas LP por calentadores de paneles solares en instalaciones militares, así como el cambio de las calderas de diesel por bombas eléctricas de calor para baños y albercas.
- ✓ Elaboración de proyectos de ingeniería aplicada para la conservación de recursos naturales.

Objetivo general.

Elaborar una propuesta sustentable de una unidad habitacional militar tipo adecuada para la geografía y clima promedio de la Zona Metropolitana del Valle de México, que sea socialmente responsable con el ambiente.

Objetivos específicos.

1. Diseñar un conjunto habitacional que provea un entorno sustentable, seguro y con los niveles adecuados de confort para los ocupantes, al mismo tiempo que cumpla con los parámetros de habitabilidad, funcionamiento y estética, junto con mejores propiedades térmicas, acústicas y lumínicas.
2. Incluir en el diseño de cada edificación los equipos y sistemas mínimos y eficientes, para la disminución del consumo de energía eléctrica, Gas LP y agua combinando el empleo de ecotécnicas.
3. Considerar el máximo empleo de materiales naturales que requieran una cantidad menor de energía para ser obtenidos que los materiales regularmente empleados en la construcción, que generen la menor cantidad de residuos, considerándose ser reciclados una vez que termine su tiempo de vida útil.
4. Llevar a cabo un cálculo de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) de una Unidad Habitacional Militar mediante una metodología normalizada ya establecida, a fin de que sirva de base para la elaboración de inventarios de GEI en unidades, dependencias e instalaciones del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos.

Capítulo 1. Sustentabilidad y de desarrollo sustentable.

El concepto de sustentabilidad surge como tal, cuando se comprende que el desarrollo debe concentrarse en el bienestar de los seres humanos y no solo en índices económicos que hemos empleado de los recursos naturales de este planeta de generación en generación y por lo tanto se les debe de heredar en condiciones razonablemente positivas (López, 2008). Por lo que su concepción abarca en un innumerable campo de actividades del hombre, desde el consumo de los recursos naturales hasta el diseño de edificaciones o maquinaria.

Pero sin duda alguna en todas estas actividades la especie humana es el objetivo central de la sustentabilidad. Su piedra angular es la preservación de las condiciones de la vida, que se basa en las complejas interacciones de los diferentes componentes de la biosfera, lo que conlleva a la necesidad de conservar la biodiversidad y la protección al ambiente.

Se entiende que la sustentabilidad es el proceso que permitirá la continuación indefinida de la existencia humana en la Tierra, a través de una vida sana, segura, productiva y en armonía con la naturaleza y con los valores espirituales. Por lo que debe siempre establecerse un balance entre las necesidades humanas y la capacidad de carga del planeta, considerando una obligación moral de mantener esa capacidad para satisfacer las necesidades de las futuras generaciones. (López, 2009b)

Pero la meta a alcanzar no debe ser únicamente sobrevivencia, sino que debe buscarse la vida en un ambiente que cubra las necesidades humanas logrando equidad social y económica entre los individuos, comunidades, naciones y generaciones.

Para encontrar ese estado en donde es posible distribuir la riqueza, como recursos y oportunidades por igual en toda la comunidad que propicie su prosperidad individual sin menoscabo del ambiente, es decir llegar al estado de la sustentabilidad, se debe llegar a través de lo que se denomina desarrollo sustentable.

En tanto el desarrollo sustentable como se definió en el informe adoptado por unanimidad por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU (CMMAD-ONU), "Nuestro Futuro Común" presentado por su Presidenta, la Sra. Grö Harlem Brundtland, Primera Ministra de Noruega en la Asamblea General de las Naciones Unidas el 19 de octubre de 1987 es: "trayectorias de un progreso humano que atienda las necesidades y aspiraciones de la generación actual sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para atender las suyas" (Brundtland, 1987). Debiéndose conseguir a la vez bajo este planteamiento satisfacer las necesidades humanas del presente, fomentando las actividades económicas que suministren los bienes y servicios necesarios de la población mundial, sobre todo de los más desprotegidos o sea de los más pobres. Así mismo debe planearse satisfacer las necesidades del futuro, reduciendo al mínimo los efectos negativos de estas actividades, tanto en el consumo de recursos como en la generación de residuos, de tal forma que sean soportables por las próximas generaciones. Debiéndose buscar formas de compensar el efecto negativo que implique costos futuros inevitables para estas actividades antropogénicas.

Los tres elementos indispensables que deben considerarse en el desarrollo sustentable, son: 1. El beneficio social, 2. El desarrollo económico y 3. El cuidado del medio ambiente y los recursos naturales, debiéndose buscar siempre una combinación equilibrada entre estos elementos (Figura No. 1.1).

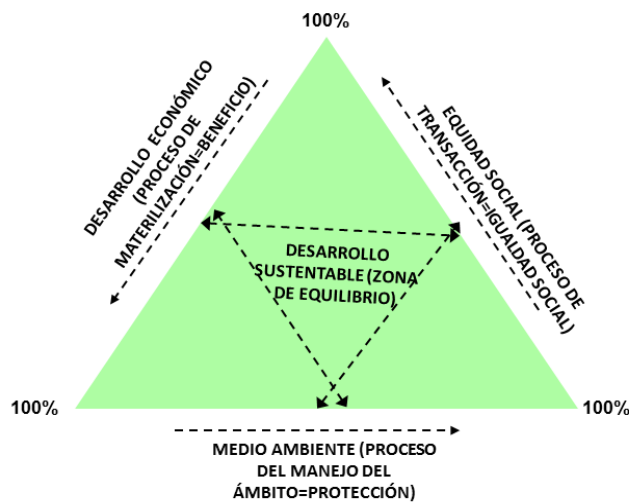


Figura No. 1.1 Área de Desarrollo Sustentable.
 Fuente: Modificado a partir de la propuesta de Axel Dourojeanni, "Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable", Santiago de Chile (2000).

El desarrollo sustentable al mantenerse en el tiempo, debe generar un cambio continuo en donde la explotación de los recursos disponibles, la evolución de la tecnología y la modificación de las instituciones deben ser concordantes con el potencial actual y con el futuro de las necesidades humanas, es el camino para llegar a la sustentabilidad.

La humanidad ha incorporado desde sus orígenes, de acuerdo a la forma de producir y de relacionarse con la naturaleza los principios de sustentabilidad, ya que de acuerdo a la población existente en esa época y la capacidad tecnológica con la que contaban, el consumo de recursos era diferente. Como es el caso de los indígenas de Norteamérica tenían actitudes sustentables, quienes practicaban la pesca sustentable al tener en un lago áreas para pesca y respetar un área exclusiva para la regeneración de los peces, permitiendo con esto que no se agotara este recurso indispensable para su alimentación y por ende de su subsistencia durante un largo periodo de tiempo, es decir se vivía en equilibrio con la naturaleza.

Por el contrario también tenemos varios ejemplos a lo largo de la historia del hombre ejemplos de explotaciones irracionales de los recursos naturales, como el caso de los fenicios quienes acabaron con las reservas forestales del Mediterráneo, al emplear grandes cantidades de madera para la construcción de sus naves. Otro ejemplo, es el de la hipótesis de la desaparición de la gran civilización maya. Siendo esto ejemplos de que el hombre crea constantemente nuevos sistemas humanos simplificados (ecosistemas antropizados), cuyas características fundamentales distan notoriamente de las que presenta un ecosistema natural, rebasando en muchas ocasiones los límites sustentables de sus fuentes de alimentos y recursos naturales, pudiendo ser causal de su propia extinción.

Las condiciones climáticas forman parte también de la forma en que se renueven los recursos naturales, como el ejemplo de Groenlandia la cual fue descubierta y poblada por los vikingos, llegando a tener miles de habitantes, pero entre los años 1400 y 1500 de n.e. esta población desapareció de la isla según los estudios por la explotación de los recursos naturales (agrícolas, pesqueros) que no pudieron renovarse con la rapidez con que se consumían, por el clima tan extremo.

Existen un sin número de ejemplos, tanto de culturas que se desarrollaban buscando la armonía con la naturaleza, como otras que la agredieron en tal forma que desaparecieron.

Desde el Siglo XVIII Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon ya iniciaba con el planteamiento del concepto de sustentabilidad reflejándolo en sus obra más conocida *Histoire naturelle, générale et particulière* (Historia Natural, General y Particular) donde se plantea una visión de conjunto de la naturaleza, una organización gradual entre las diferentes especies animal y vegetal y una serie de transformaciones sucesivas entre los diversos sistemas terrestres (Leclerc, 1749).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano llevada a cabo en Estocolmo, Suecia del 5 al 16 de junio de 1972 en donde asistieron 113 países, se debatió por primera vez la problemática del medio ambiente haciendo resaltar la importancia del mismo para el ser humano y los demás seres vivos, definiéndose el concepto ecodesarrollo. Empleándose este término en el documento “La Declaración de Cocoyoc”, Morelos como resultado de la reunión que se llevó a cabo promovida por la ONU y el gobierno de México en el año de 1974 donde se abordó el tema del “Medio Ambiente y Desarrollo” con orientación al crecimiento económico y al equilibrio ecológico, substituyéndose años más tarde el término de ecodesarrollo por el de desarrollo sustentable.

En el Reporte de Estudios Ecuménicos de la reunión de la *World Council of Churches*, efectuada en Ginebra, Suiza en el año 1974, fue la primera vez se usó el concepto de sustentabilidad en su acepción similar a la actual (López, 2009b).

En el año de 1987, en el informe publicado con el nombre de “Nuestro Futuro Común”, mejor conocido como el Informe Brundtland, se establecieron los siguientes objetivos básicos:

- ✓ Proponer estrategias a largo plazo para alcanzar el desarrollo sustentable.
- ✓ Hacer recomendaciones para una mayor cooperación entre los países con diferentes niveles de desarrollo para aspirar a propósitos comunes considerando la interrelación entre los hombres, los recursos naturales, el medio ambiente y el desarrollo.
- ✓ Analizar las vías mediante las que la comunidad internacional pudiera tratar con mayor eficacia los problemas relacionados con el medio ambiente y,
- ✓ Definir un programa de acción que incluyera objetivos y propuestas de solución a los problemas relacionados con la protección y mejora del medio ambiente mundial.

En el año de 1992 en Rio de Janeiro, Brasil se llevó a cabo La Conferencia del Medio Ambiente y del Desarrollo de las Naciones Unidas, mejor conocida como La Cumbre de la Tierra, donde se abordaron nueve grupos de problemas:

1. Protección de la atmósfera: cambios climáticos, deterioro de la capa de ozono y contaminación transfronteriza,
2. Preservación de los recursos de la tierra: acciones contra la deforestación, la pérdida de suelo y la desertificación,
3. Conservación de la biodiversidad,
4. Protección de los recursos de agua dulce,
5. Conservación de los mares y océanos, así como la utilización racional de sus recursos vivos,
6. Manejo ambiental de los desechos biotecnológicos y peligrosos,
7. Prevención del tráfico ilegal de productos y residuos tóxicos,
8. Mejora de la calidad de vida y de la salud humana,
9. Elevación del bienestar y de las condiciones de trabajo de los estratos más pobres de la población.

La Agenda 21, es un documento que contiene los deberes de las naciones para el Siglo XXI, el cual se dividió en cuatro secciones principales:

- ✓ Sección I. Aspectos sociales y económicos del desarrollo.
- ✓ Sección II. Medidas de conservación incluyendo lo relacionado con los desechos sólidos.
- ✓ Sección III. Fortalecimiento de los grupos principales de ecodesarrollo, incluyendo la emancipación de la mujer y mejoría de condiciones infantiles.
- ✓ Sección IV. Ejecución de las propuestas desde el punto de vista financiero, transferencia de tecnología, ciencia para el desarrollo sustentable, educación ambiental y cooperación internacional.

En el año de 2002, se llevó a cabo la Cumbre de Johannesburgo, Sudáfrica para el Desarrollo Sustentable, siendo sus resultados más importantes, los siguientes:

- ✓ Se reafirmó que el desarrollo sustentable es un elemento central en la agenda internacional.
- ✓ Se amplió y fortificó el contenido del desarrollo sustentable, particularmente la importante vinculación entre pobreza, medio ambiente y uso de los recursos naturales.
- ✓ La energía y el saneamiento ambiental fueron temas críticos en las negociaciones, y cobraron mayor importancia que en reuniones previas internacionales sobre sustentabilidad.
- ✓ El papel de la sociedad civil es clave en la instrumentación de los resultados de la cumbre y en la promoción de las alianzas.

En esta cumbre, el gobierno de México se comprometió con una propuesta de alto perfil relacionada con la biodiversidad.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, está estructurado en cinco ejes rectores dentro de los cuales se encuentra el Eje No. 4 (Sustentabilidad Ambiental), con los siguientes puntos principales:

- ✓ Uno de los objetivos particulares del gobierno de México es incluir al medio ambiente como elemento de la competitividad y de desarrollo económico y social.
- ✓ Algunos vicios que obstaculizan la conservación de los recursos naturales y los ecosistemas son: pobreza, agotamiento de los recursos naturales y deterioro ambiental que genera más pobreza.
- ✓ Busca que los proyectos, particularmente los de infraestructura y del sector productivo, sean compatibles con la protección del ambiente.
- ✓ El desarrollo de nuevas actividades económicas en regiones rurales y semirurales debe contribuir a que el ambiente se conserve en las mejores condiciones posibles, con mira en el Desarrollo Humano Sustentable.
- ✓ Siendo la Sustentabilidad Ambiental un criterio rector, se deberá tomar en cuenta en el fomento de las actividades productivas; en la toma de decisiones sobre inversión, producción, uso eficiente y racional de los recursos naturales.
- ✓ Al no haber contemplado anteriormente al medio ambiente, hoy se manifiestan inequívocamente en problemas de orden mundial como el cambio climático.
- ✓ México busca ser un participante activo en el desarrollo sustentable.
- ✓ Nuestro país enfrenta grandes retos en todos los aspectos de la agenda ambiental, agenda que comprende temas como: la conciliación de la protección del medio ambiente (la mitigación del cambio climático, la reforestación de bosques y selvas, la conservación y uso del agua y del suelo, la preservación de la biodiversidad, el ordenamiento ecológico y la gestión ambiental) con la competitividad de los sectores productivos y con el desarrollo social.
- ✓ El análisis de impacto ambiental debe estar acompañado de un gran impulso a la investigación y desarrollo de ciencia y tecnología.

Dentro de los objetivos y estrategias a seguir en este plan se tiene los Instrumentos transversales en materia de sustentabilidad ambiental, tomando en cuenta:

- ✓ La óptica del Desarrollo Humano Sustentable.
- ✓ La modificación espacial, temporal y cuantitativa de lluvias y sequías.
- ✓ El incremento en la frecuencia de incendios forestales y deforestación, erosión, liberación de carbono y pérdida de biodiversidad.
- ✓ La disminución de zonas aptas para la producción primaria de alimentos y modificación de la productividad agrícola, pecuaria, forestal y pesquera.
- ✓ La elevación del nivel del mar y las consecuencias.

Capítulo 2. Incorporación de los Criterios de Sustentabilidad a la Construcción.

Considerando las definiciones del “Primer Documento de Debate de la AGENDA 21 para la construcción sustentable de los países en desarrollo” y la de otros autores, así como la definición de desarrollo sustentable del “Informe Brundtland” , se puede definir a la construcción sustentable como el proceso de renovar o reacondicionar edificaciones existentes, o construir nuevos edificios sean estos públicos o privados, para uso habitacional o comercial mediante el empleo de teorías, tecnología o conocimientos, así como de materiales durante todo el ciclo de vida del edificio desde su planeación, la selección de sitio, el diseño, la extracción y procesado de las materias primas, la construcción, la operación y la demolición de edificaciones hasta la adecuación para el re-uso del predio, para reducir o eliminar el impacto ambiental, al mismo tiempo que proporciona un nivel de bienestar y desarrollo, fomentando la equidad económica y social. La construcción sustentable es por tanto uno de los procesos integrales del desarrollo sustentable.

Los pilares en los que debe fundamentarse la construcción sustentable son:

1. Optimización de los recursos naturales, económicos y los materiales de construcción.

La relativa falta de recursos para construir y mantener los edificios significaba que los materiales deben ser producidos localmente, reduciendo su consumo energético.

Los materiales producen impactos ambientales diferentes. Algunos de estos impactos son:

- ✓ Recursos no renovables: Petróleo, madera dura procedente de bosques, cobre.
- ✓ Degradación ambiental: Piedra caliza, arena (son abundantes pero su extracción, procesado y transporte degradan el ambiente).
- ✓ Consumo excesivo de energía: El aluminio es un material ampliamente disponible pero durante su proceso de elaboración se consume mucha energía.
- ✓ La madera blanda (coníferas) procedente de bosques sustentables es abundante y permite un uso amplio y continuo, disminuyendo el impacto negativo al medio ambiente.

En la mayoría de las casas existen aparatos que consumen grandes cantidades de agua como inodoros y accesorios sanitarios.

La recolección y utilización de las aguas pluviales *in situ* y el tratamiento local de aguas residuales pueden mitigar el descenso del nivel freático al disminuir la explotación de los mantos acuíferos. Los sistemas de utilización de aguas pluviales implican que deben separar aguas de escorrentía contaminadas de carreteras y estacionamientos.

Es necesario considerar el empleo de materiales sustentables para acabados: pintura, revestimientos del suelo, huecos en los muros exteriores, marcos, tipos de vidrio, para el aislamiento.

2. Disminución del consumo energético y empleo de energías renovables.

Se debe mejorar el rendimiento energético total en tres aspectos fundamentales:

- ✓ En la calefacción considerando la inercia térmica de los materiales, las propiedades físicas de ellos para determinar cuáles son buenos acumuladores de calor y su eficiencia en la difusión del mismo.
- ✓ En la refrigeración, mediante una protección eficiente del edificio de la radiación solar directa no deseada, propiciando sombra sobre sus ventanas y demás huecos con dispositivos ajustables como contraventanas, ventanas retranqueadas, persianas, toldos y cortinas, e inclusive vegetación. Algunos de estos mecanismos también pueden utilizarse en invierno para aumentar el aislamiento térmico.

Considerar técnicas de refrigeración pasiva, el uso de masa térmica y ventilación, elaborando modelos para sacar el máximo partido de la ventilación cruzada y el efecto chimenea. Así como por otro lado el diseño de sistemas activos de bajo consumo de energía, incluyendo la posibilidad de refrigeración nocturna.

El grado y tipo de sombra necesaria depende de la posición del sol y de la geometría del edificio, por lo que en el diseño de la fachada deben elaborarse modelos de estudio del sombreado y las aportaciones solares.

- ✓ Con respecto a la Iluminación, un diseño adecuado que incluya el factor de luz natural en el interior de los edificios reduce el uso de la luz artificial durante el día, lo que supone un ahorro considerable de energía y en consecuencia un menor daño ambiental, al disminuir el consumo de energía generada mediante la quema de combustibles fósiles. Pudiendo emplear mecanismos para captar mayor luz natural, como patios, repisas reflectantes, ventanas altas, vidrios prismáticos o persianas reflectantes.

3. Disminución de residuos.

Un mal manejo de los residuos sólidos municipales (casas habitación, comercios y vías públicas), los escombros de la construcción, los residuos peligrosos de procesos industriales y las aguas negras, pueden causar problemas medioambientales.

La estrategia de gestión de residuos sólidos municipales describe generalmente un sistema basado en cuatro puntos:

- ✓ Reducir la producción de residuos en origen.
- ✓ Clasificación de los residuos orgánicos e inorgánicos para su reciclaje o reúso, como la elaboración de composta con hojarasca y residuos orgánicos.
- ✓ Deposición final adecuada de los residuos que no se puedan reciclar, que incluya un sistema adecuado de recolección.
- ✓ Materiales de construcción.

Por lo que respecta a los materiales de construcción al convertirse en residuos (escombro), se depositan en tiraderos a cielo abierto o son incinerados una vez que término la vida útil de la edificación o el que resulta durante el proceso de la construcción.

Los residuos procedentes de la demolición del edificio siendo en mayor cantidad materiales inertes (ladrillo, concreto y piedra) pueden reciclarse como agregados, aunque los ladrillos y los bloques completos puedan reutilizarse en edificios nuevos, siempre que se puedan separarse y limpiarse de forma adecuada.

El empleo de materiales sustentables es otra opción tecnológica para reducir los impactos negativos, existiendo investigaciones que se materializan en métodos y guías, como:

- ✓ Método del *Institut für Baubiologie und Ökologie* (Instituto de Biología y Ecología, Alemania).
- ✓ *Environmental Preference Method* (Método de Preferencia Ambiental, Holanda).
- ✓ *Environmental Resource Guide* (Guía de recursos medioambientales, Alemania).

4. Disminución del mantenimiento preventivo y correctivo, durante la vida útil de los edificios.

Llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo adecuado que implique entre otros aspectos los siguientes:

- ✓ Mantenimiento a los acabados de piso y muros por higiene y buen rendimiento medioambiental.
- ✓ Limpieza regular de las ventanas y otras fuentes de la luz natural.
- ✓ Mantenimiento a los muebles de baño para evitar consumo excesivo de agua.
- ✓ Cuidado de la vegetación ornamental y de áreas verdes.
- ✓ Utilización de productos de limpieza que no sean tóxicos y sean biodegradables.
- ✓ Mantenimiento regular a las instalaciones para el buen funcionamiento de las calderas, el sistema de refrigeración, controles de calefacción, entre otros.

Un buen mantenimiento es fundamental para asegurar el tiempo de vida útil proyectado, al mismo tiempo que se disminuyen los costos del mantenimiento correctivo y los impactos negativos al ambiente.

Se debe asegurar que una vez terminada la edificación tanto el propietario como los usuarios comprendan el funcionamiento y los sistemas de construcción, debiéndoseles proporcionar manuales de mantenimiento preventivo, así como enseñarles a optimizar los sistemas activos de control.

5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de las edificaciones.

La calidad de la edificación de sus instalaciones y accesorios se refiere a funcionamiento, su durabilidad y a la satisfacción que proporcionen a sus ocupantes.

Durante el diseño del proyecto deben considerarse los sistemas necesarios para asegurar:

✓ Confort térmico.

Es entendido como la sensación de bienestar relacionada con la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo, por las instalaciones o procesos, por la iluminación artificial y su disipación en el ambiente.

✓ Confort visual.

La iluminación adecuada de un espacio depende de la cantidad de luminarias, de la distribución y calidad de la luz. La fuente de luz puede ser natural, artificial o ambas, en las escuelas, los hospitales y las fábricas. Está relacionado también con las vistas al exterior ya que su ausencia puede tener sensaciones de malestar para sus ocupantes.

La mayoría de los espacios en las edificaciones necesitan luz artificial cuando oscurece, y algunos otros espacios inclusive necesitan luz durante el día; cuando esto sucede, la luz debe ser lo más parecido a la luz natural.

✓ Confort acústico.

Se puede lograr mediante el empleo de materiales aislantes que protejan acústicamente de ruidos externos, como vidrios laminados o dobles en ventanas, materiales elásticos en muros para romper los puentes acústicos.

✓ La calidad del aire interior.

Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud del humano pueden llegar a provocar: alergias, asma, enfermedades contagiosas, cáncer y alteraciones genéticas.

Para controlar la contaminación interna de los edificios pueden utilizarse tres procedimientos: Retirar la fuente de contaminación del edificio, controlar las emisiones contaminantes en el origen y/o expulsar las emisiones contaminantes de la edificación a través de medidas de ventilación.

✓ La salubridad del edificio.

En la producción de materiales de construcción, acabados y bienes de consumo se utilizan ciertos químicos y sustancias tóxicas. Algunos de estos productos contaminan el aire o el agua en el interior de los edificios y otros son perjudiciales cuando se está al contacto con ellos o se ingieren, inclusive pueden afectar a quienes los manipulan durante su fabricación o cuando son instalados en un edificio o durante la demolición del inmueble al final de su vida útil.

Algunos materiales nocivos para la salud pueden ser el plomo, el amianto (fibras finas de cal, alúmina o hierro), el cloruro de polivinilo (PVC, *Polyvinyl chloride*), pinturas con base solvente, barnices o adhesivos fuertes.

6. Reducción al mínimo de los impactos al ambiente.

Los tipos de impacto que pueden producir los edificios sobre el medio ambiente son muy variados, por ejemplo:

- ✓ Aumento de emisiones de GEI.
- ✓ Reducción de la capa de ozono.
- ✓ Pérdida de hábitats naturales y biodiversidad.
- ✓ Erosión del suelo.
- ✓ Liberación de contaminantes tóxicos.

El impacto ambiental total del edificio debe analizarse desde dos puntos de vista:

- ✓ Como una estructura física, resultado de la suma de los impactos parciales de sus partes, es decir de las instalaciones que lo integran, de los trabajos de urbanismo.
- ✓ Como una “Maquina viva”, es decir los impactos que se producen durante todo su ciclo de vida iniciando con la extracción y procesado de las materias primas, para posteriormente analizar el proceso de elaboración de los materiales de construcción, continuando con el proceso de construcción ya sea en obra nueva o remodelación, incluyendo el funcionamiento y mantenimiento de la edificación hasta su demolición y destrucción (Figura No. 2.1).

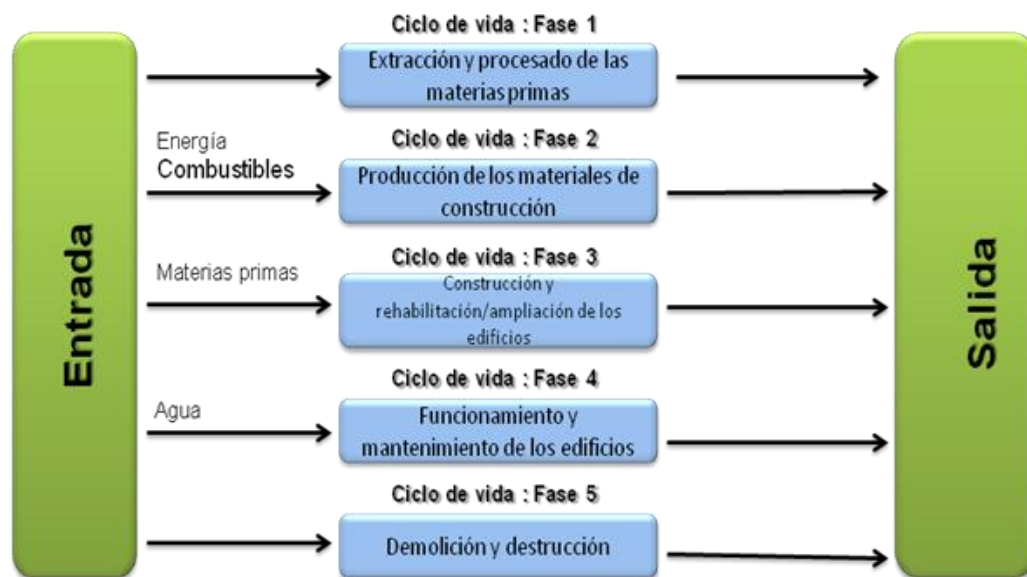


Figura No. 2.1 Diagrama de flujo del ciclo de vida de los edificios.
 Fuente: (López, 2009b).

2.1 Criterios e Indicadores de sustentabilidad.

Para evaluar el desarrollo sustentable es necesario establecer criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenten en medidas apropiadas de conservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

2.1.1. Criterios de sustentabilidad a ser considerados en los edificios.

Los criterios son lineamientos voluntarios u obligatorios que pueden estar contenidos en ordenamientos jurídicos o programas voluntarios, aplicables en acciones de gestión integral y/o prestación de servicios. Los principales criterios en la sustentabilidad están dados en los ejes: Energía, agua, residuos sólidos, calidad de vida y responsabilidad social e impacto ambiental.

Los criterios en general que se deben considerar son:

- ✓ **Selección del sitio y desarrollo urbano.**
Integralidad, conectividad, infraestructura, usos del suelo y densificación.
- ✓ **Planeación del proceso de construcción.**
Manejo de los residuos de la construcción y del producto de excavaciones.
- ✓ **Diseño del proyecto.**
Adaptabilidad a la topografía y medio geográfico, incidencia de los factores bioclimáticos y acústicos, diseño y fusión de los espacios urbanos y arquitectónicos, factores estéticos visuales.
- ✓ **Sistemas constructivos y especificaciones.**
Selección del tipo de tecnología para la ejecución del proyecto, características de las instalaciones y características del programa de ejecución de la obra, características de la mano de obra, equipos y fuentes de energía empleadas.
- ✓ **Materiales utilizados.**
Proceso de fabricación, mano de obra que intervino durante su fabricación, disposición de recursos para su fabricación, características ambientales en el proceso de fabricación, características de desempeño de calidad y su armonización con el entorno.
- ✓ **Solución estructural.**
Calidad del estudio geotécnico, diseño y cálculo estructural, así como la valoración de su estructura.
- ✓ **Incidencia ecológica.**
Del diseño arquitectónico y urbanístico, evaluación de impacto ambiental, adaptación e integración al medio ambiente, previsión de destrucción, reutilización o reciclaje de los residuos generados en la producción de la vivienda, impacto en el uso de técnicas constructivas.

✓ **Factores socioculturales.**

Aceptación y contribución del proyecto a la comunidad, por medio del diseño arquitectónico y urbano contribuyendo al fortalecimiento de la cultura y de las tradiciones, bienestar social por medio de la cultura bioclimática.

✓ **Mantenimiento de la vivienda.**

Elaboración de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

2.1.2. Indicadores de sustentabilidad.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) define a un indicador como una función de una o más variables, que proporciona información de una característica, atributo o estado en que se encuentra un individuo o fenómeno en estudio (Schuschny, 2009).

En el estudio de la sustentabilidad se emplean indicadores compuestos (2 o más variables), en donde se miden características multidimensionales como la calidad del aire, la salud humana, etc.). Requiriéndose dos condiciones básicas para elaborar un indicador:

- ✓ Definición clara del atributo que se desea medir. Esta condición dará al indicador compuesto un sustento conceptual.
- ✓ La existencia de información confiable para poder realizar la medición. Esta condición le otorgará validez al indicador.

Uno de los principales impulsos de iniciativas de indicadores de desarrollo sustentable, proviene del capítulo 40 de la Agenda XXI en donde se establece que "...es preciso elaborar y promover el uso mundial de indicadores del desarrollo sustentable que sirvan de base sólida para adoptar decisiones en todos los niveles y que contribuyan a una sostenibilidad autorregulada de los sistemas integrados del medio ambiente y el desarrollo."

Existen diferentes reportes, sistemas, iniciativas o metodologías para elaboración de indicadores de desarrollo sustentable en el ámbito nacional e internacional como:

- ✓ Indicadores del Modelo Tridimensional Suizo.
- ✓ Indicadores de la *Statistical Office of the European Communities* (Oficina Europea de Estadística, EUROSAT).
- ✓ *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies* (Indicadores del Desarrollo Sustentable: Directrices y Metodologías, 2007) de la ONU.
- ✓ Indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.
- ✓ *National Report on Sustainable Forests, 2003* (Reporte Nacional de los Bosques Sustentables) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- ✓ Indicadores de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Analizando los indicadores como los antes mencionados y tomando como base los principios fundamentales para la construcción sustentable descritos al inicio de este capítulo se pueden elaborar indicadores que determinan qué tan sustentable es una edificación. Con la ayuda de este tipo de indicadores, los diseñadores y profesionales de la construcción están en condiciones de tomar acciones para aumentar el grado de sustentabilidad de sus edificaciones, lo que da como resultado un entorno que está en mayor armonía con el planeta, es más saludable para sus ocupantes y coadyuva con los esfuerzos de conservación de los recursos para la subsistencia.

Los indicadores de sustentabilidad de una edificación se pueden agrupar en 5 categorías: MR (Materiales y recursos), E (energía), GR (gestión de residuos), S (salud) y U (uso del edificio). Cada indicador se cuantifica por separado de forma porcentual (lo que se traduce a un valor decimal de 1 a 10), calculándose la media aritmética ponderada para dar un valor medio al grupo en el cual se incluye. Al final, se tiene un valor por grupo, que da muestra del grado total de la sustentabilidad de una determinada construcción.

El listado de los indicadores que se muestran son globales, pero se deberán adaptar y modificar, según sea el tiempo y el entorno en el cual se vayan a aplicar.

MR (Materiales y Recursos).

- ✓ Utilización de materiales y recursos naturales.
- ✓ Utilización de materiales y recursos reciclados.
- ✓ Utilización de materiales y recursos reciclables.
- ✓ Utilización de materiales y recursos duraderos.
- ✓ Capacidad de reciclaje de los materiales y los recursos utilizados.
- ✓ Capacidad de reutilización de los materiales y recursos utilizados.
- ✓ Capacidad de reutilización de otros materiales con funcionalidad diferente.
- ✓ Grado de renovación y reparación de los recursos utilizados.

E (energía).

- ✓ Energía empleada en la obtención de los materiales de construcción.
- ✓ Energía empleada en el proceso de construcción del edificio.
- ✓ Utilidad de la tecnología empleada respecto a los parámetros intrínsecos humanos.
- ✓ Envoltente térmica del edificio.
- ✓ Conveniencia del proceso constructivo considerando el tiempo, los recursos y la mano de obra empleados.
- ✓ Energía consumida en el transporte de los materiales de su fuente al lugar de la obra.
- ✓ Energía consumida en el transporte de la mano de obra de sus lugares de origen a l lugar de la obra.
- ✓ Grado de utilización de las fuentes de energía naturales en el diseño de la propia edificación y en su entorno.
- ✓ Grado de utilización de las fuentes de energía naturales con dispositivos tecnológicos.

GR (gestión de Residuos).

- ✓ Residuos generados en la obtención de los materiales de construcción.
- ✓ Residuos generados en el proceso de construcción del edificio.
- ✓ Residuos generados durante la operación del edificio.
- ✓ Reciclado de los residuos generados por la operación del edificación.
- ✓ Tratamiento de los residuos para disminuir su impacto ecológico.

S (Salud).

- ✓ Emisiones nocivas para el ambiente.
- ✓ Emisiones nocivas para el hombre.
- ✓ Índice de malestares y enfermedades de los ocupantes del edificio.
- ✓ Grado de satisfacción de los ocupantes.

U (Uso).

- ✓ Energía consumida cuando el edificio está en uso.
- ✓ Energía consumida cuando el edificio no está en uso.
- ✓ Consumo de recursos debido a la actividad en el edificio.
- ✓ Emisiones de GEI debidas a la actividad en el edificio.
- ✓ Energía consumida en la accesibilidad al edificio.
- ✓ Grado de necesidad de mantenimiento del edificio.

2.2 Políticas y lineamientos para la edificación sustentable en México.

En México existe una serie de políticas y programas que incluyen tanto a los tres niveles de gobierno como al sector privado que implican repercusiones directas en las emisiones de CO₂. eq emitidas por el sector residencial y por los edificios comerciales tanto públicos como privados, así como lo relacionado con la construcción de edificaciones sustentables residenciales y no residenciales.

El marco legal y regulatorio en nuestro país, cuenta con un marco de referencia en materia de planeación pública de desarrollo nacional, contenida en la Ley General de Planeación, donde en conjunto con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y con el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 decretado por el Ejecutivo Federal, derivan los programas nacionales, estatales y municipales donde se incluyen programas vinculados con las edificaciones sustentables, entre otros, los de vivienda, de energía, de asentamientos humanos y de medio ambiente y recursos naturales. Algunos de estos programas son:

- ✓ El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007-2012, que tiene como principal marco de referencia a la sustentabilidad ambiental; uno de los objetivos del Programa es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, impulsando medidas de adaptación a los efectos del cambio climático. En esta materia, el programa propone continuar con la promoción y el desarrollo de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- ✓ Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2007-2012, de acuerdo con este programa, el sector Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), tiene temas prioritarios relevantes de la agenda internacional, como son el consumo sustentable de energía, el de cambio climático global, así como, el de una sociedad baja en carbono; en este sentido, relacionándose directamente con el tema de las edificaciones sustentables.
- ✓ El Programa Nacional de Vivienda 2007-2012: Hacia un desarrollo habitacional sustentable donde se promueve el desarrollo sustentable.

- ✓ La Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), tiene un programa denominado Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS), cuyo objetivo es el fortalecimiento de la edificación sustentable en el que participan diversas entidades financieras del Gobierno Federal, incentivando financieramente a los desarrolladores inmobiliarios que promueven la creación de vivienda social promoviendo.
- ✓ La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), tiene un programa de ahorro energético en edificios públicos para detectar y aprovechar potenciales ahorros de energía.
- ✓ Por lo que respecta a programas voluntarios que promueven la edificación sustentable, se tiene que la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAVI) realiza diversas tareas para fomentar prácticas amigables con el ambiente, publicando documentos como el primer código de edificación de vivienda que incluyen guías para ser consideradas en el diseño de áreas verdes, para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales y para el uso eficiente de la energía en la vivienda. Otras publicaciones fueron los Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables y los Criterios Mínimos de Sustentabilidad para el Programa de Subsidios. Otro programa de apoyo a los trabajadores es el del INFONAVIT, denominado Programa de Hipotecas Verdes, donde se destaca la necesidad de dotar a sus derechohabientes de vivienda de interés social sustentable.
- ✓ El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012 donde se definen estrategias y medidas específicas para reducir, en el período 2008-2012, 7 millones de toneladas de CO₂ eq. Las medidas consideradas incluyen programas de conservación del agua, transporte público y proyectos de gestión de residuos, y subsidios e incentivos para los edificios residenciales y comerciales sustentables, como el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), cuyo objetivo es promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones en el Distrito Federal; con base en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental; a través de la implementación y certificación de un proceso de regulación voluntaria y el otorgamiento de incentivos económicos.
- ✓ En lo concerniente a la normalización que se debe considerar para la formulación de proyectos de edificaciones sustentables, se tienen las normas de regulación de aspectos de eficiencia energética, emisiones y residuos contaminantes, diseño arquitectónico y de interiores, materiales de construcción y equipos e instalaciones, constituidas en primer lugar por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), de carácter obligatorio, y posteriormente las denominadas Normas Mexicanas (NMX), que son de aplicación voluntaria.

El informe final que lleva como título Escenarios Tecnológicos de Mitigación de Cambio Climático en México para el Sector Residencial: Implicaciones Económicas. Elaborado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el Centro Mario Molina señala que existen importantes subsidios para el sector residencial en México, particularmente para el consumo de electricidad. Sólo en el año 2006, más de \$ 10 mil millones de dólares fueron gastados por el gobierno para cubrir los costos no recuperados a través de la factura de servicios públicos de energía. De este total, más del 50% se destina a cubrir la diferencia en el costo real en el sector residencial. Es decir, más de la mitad de los consumidores de electricidad en el área residencial pagan alrededor de 0,05 dólares, por kWh, que es aproximadamente una quinta parte del costo real. Siendo esto un gran obstáculo para aplicar las medidas de eficiencia energética a los usuarios finales, ya que

2.3 Materiales sustentables.

Considerando el concepto de ciclo de vida también es posible aplicarlo en los materiales de construcción (Figura No. 2.2) se tiene que el ciclo inicia con la explotación del material, continuando con un proceso en donde el material puede o no adquirir otras propiedades físicas y químicas características para ser empleado en la edificación y por último una vez que termine su tiempo de vida útil tener una disposición final para ser reciclado o dejado en tiraderos a cielo abierto.



Figura No. 2.2 Ciclo de vida de materiales de construcción.
 Fuente: BREEAM (BRE Environmental Assessment Method, 2009).

Uno de los métodos líder de evaluación medioambiental de edificios y de mayor aplicación en todo el mundo el BREEAM, emplea una metodología de trabajo para la valoración ambiental de los materiales de construcción mediante indicadores que reflejan los impactos que éstos causan en su ciclo de vida en el aire, en el agua y/o en la tierra considerando daños a la salud del hombre, al medio ambiente o a la disponibilidad de los recursos naturales, pudiendo ser la valoración a nivel mundial, nacional o regional, para posteriormente caracterizarse en algún tipo de impacto de la siguiente clasificación:

- ✓ Cambio climático.
- ✓ Extracción de agua.
- ✓ Extracción de recursos minerales.
- ✓ Agotamiento de la capa de ozono.
- ✓ Toxicidad humana.
- ✓ Ecotoxicidad cuerpos de agua.
- ✓ Residuos nucleares.
- ✓ Ecotoxicidad a la tierra.
- ✓ Disposición de residuos.
- ✓ Agotamiento de combustibles fósiles.
- ✓ Eutrofización.
- ✓ Creación de ozono fotoquímico.
- ✓ Acidificación.

En México importantes empresas de la construcción como CEMEX a través de su Centro de Tecnología del Cemento y del Concreto (CTCC), ha desarrollado entre otros, los siguientes productos sustentables:

- ✓ Uso de concreto hidráulico en pavimentos MR (Módulo de ruptura), requiere mantenimiento mínimo, contribuye por sus características físicas a la disminución del fenómeno de la isla de calor.
- ✓ Acuícreto, permite la filtración del agua al terreno natural recargando los mantos acuíferos, en el Instituto Politécnico Nacional el Dr. Victor Manuel López López, introdujo el uso del ECOCRETO.
- ✓ Homocreto, por sus propiedades físicas y químicas simplifica el proceso de colado de una vivienda, pudiéndose armar y colar la losa y los muros con concreto armado en un solo tiempo. El concreto armado y colado *in-situ* reduce la infiltración del aire exterior y minimiza las grandes variaciones de temperatura. Gracias a la masa térmica (capacidad para almacenar calor) que tiene el concreto se mantiene el interior del edificio caliente cuando la temperatura exterior baja y la mantiene fresca cuando la temperatura exterior sube. Las características sustentables de este sistema son: la eliminación de los desperdicios durante el proceso constructivo, el concreto junto con el acero son de los materiales más fácilmente reciclables por ser entre otras propiedades un material inerte y la materia prima del concreto (agua y agregados) son abundantes necesitando menor energía para su explotación en comparación con otros materiales de construcción.
- ✓ Concreto confortable, es un concreto cuya tecnología lo hace ligero, con propiedades térmicas, resistente al fuego y con capacidad estructural.

- ✓ Concreto autocompactable, por sus características de fluidez, elimina por completo el uso de vibradores para la compactación del concreto, disminuyendo el consumo de energía y recursos.

La CONAVI y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) han desarrollado una herramienta llamada Análisis del Ciclo de Vida (ACV), la cual es una metodología que permite cuantificar los impactos ambientales asociados con un producto o material de la construcción a lo largo de toda su vida, teniendo los siguientes objetivos:

- ✓ Evaluación del desempeño de ACV de los materiales de construcción (concreto monolítico, block y tabique) para la vivienda de interés social de México.
- ✓ Línea base para comparar el desempeño sustentable de la vivienda en relación con su material de construcción.
- ✓ Guía para evaluar viviendas mediante una metodología ACV, que permita seleccionar los productos o procedimientos que tengan un mejor desempeño en términos de sustentabilidad.
- ✓ Recomendaciones de los materiales para aumentar la vida útil de la vivienda, además de que contribuyan a disminuir el consumo de energía y las emisiones de GEI.

La norma mexicana NMX-C-460 define el aislamiento térmico como la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción y se evalúa por la resistencia térmica (R) que tienen, es decir por la capacidad de aislar térmicamente. Los materiales termoaislantes comparados con los materiales convencionales tienen un mejor desempeño energético, empleándose bajo los criterios de la arquitectura bioclimática en un edificio térmicamente eficiente, proporcionan mayor confort a sus ocupantes al proporcionar un mejor nivel de vida y de descanso gracias a una temperatura interior controlada (temperatura de confort cerca a los 24°C), lo que ayuda en gran medida a conseguir una temperatura constante durante el día y la noche, en todo el interior de la edificación con un menor consumo de energía al disminuir el empleo de los sistemas de aire acondicionado y/o de calefacción.

La selección de los materiales termoaislantes en una edificación sustentable implica una serie de cálculos en la que intervienen otros factores como el clima de la zona geográfica y las necesidades de aislamiento del elemento de la envolvente que se pretende aislar ya sea una losa o los muros, así como de la ganancia solar que se tenga como resultado de la orientación del elemento en análisis. Los detalles de definiciones, cálculos e interpretaciones se muestran en el Capítulo 5, en lo que corresponde al diseño y cálculo de la envolvente térmica de una edificación.

Los materiales termoaislantes más utilizados en la construcción, pudiendo ser su presentación en espuma, en rollos o en placas son:

- ✓ Poliestireno expandido.
- ✓ Poliestireno extruido.
- ✓ Fibra de roca (lana mineral).
- ✓ Fibra de vidrio.
- ✓ Espuma de poliuretano.
- ✓ Polisocianurato.
- ✓ Concreto celular.
- ✓ Vidrio celular.
- ✓ Aglomerados de corcho.
- ✓ Mezclas de perlita mineral.

De los termoaislantes con mayor eficiencia (por su comportamiento energético), se tienen los materiales de cambio de fase (*Phase Change Materials*), son sustancias con un alto calor de fusión que cambian su estado físico de líquido a sólido al alcanzar una temperatura determinada, absorbiendo la energía calorífica durante este cambio de fase y liberándolo durante la solidificación pudiéndose apoyar en el enfriamiento con el aire como en los muros tipo *Trombe*, empleándose comúnmente para su producción parafinas o hidratos de sal en concreto, losas o muros (Domínguez, et.al.,2009). Este tipo de producto ya se encuentra disponible en el mercado como en los paneles para muros "*ThermalCore*" fabricados por la empresa *National Gypsum* (Figura No. 2.3), cuyo principio de funcionamiento es que la energía calorífica del sol se almacena durante el día en su interior, para liberarse paulatinamente durante la noche, ayudando a disminuir el calor excesivo durante el día y el frío durante la noche (*National Gypsum*, 2011).



Figura No. 2.3 Panel para muros *ThermalCore*
 Fuente: *National Gypsum*, 2011.

Investigaciones de equipos multidisciplinarios formados por físicos, químicos, ingenieros, informáticos, biólogos e incluso médicos en áreas como la ciencia de los materiales están generando tecnología que empieza a aplicarse en el sector de la construcción de edificios, para producir materiales más duraderos, resistentes y ecológicamente amigables, como:

- ✓ Los nanomateriales. Materiales con dimensiones entre 1-100 nanómetros, con comportamiento estructural controlado, aplicado en: óxidos metálicos, nanoarcillas (para reforzar plásticos), nanotubos de carbono (para incrementar la conductividad a los materiales), nanopartículas con dióxido de titanio que al activarse con la luz ultravioleta aumentan su capacidad de eliminar a las bacterias y deshacen compuestos orgánicos, consiguiéndose superficies limpias y secas (capacidad hidrófoba).
- ✓ Los materiales inteligentes que serán diseñados para responder a estímulos externos, extender su vida útil, ahorrar energía o simplemente ajustarse para ser más confortables al ser humano.
- ✓ Las cerámicas superconductoras de alta temperatura, capaces de transportar la energía eléctrica sin resistencia, disminuyendo pérdidas por resistividad y capacitancia.
- ✓ Los materiales compuestos (*composite*). Mediante la unión de dos o más materiales, normalmente fibras introducidas en una resina polimérica (plásticos) para reforzamiento de estructuras aligerando su peso y aumentando su resistencia, empleándose ya como en algunos puentes de la ciudad de Kobe en Japón o en las fachadas del Edificio del Pentágono de Estados Unidos de América.

Capítulo 3. El Calentamiento Global y el Cambio Climático.

3.1 El Cambio Global.

Los componentes principales del sistema terrestre están formados todos por tres tipos de elementos (energía, materia e información) son por un lado la tierra sólida (continentes), el agua y el aire englobándose en lo que se conoce como geósfera, la cual está formada por la Atmósfera que es la envoltura gaseosa que rodea totalmente la Tierra; la Hidrosfera que es la capa líquida formada por los ríos, los mares y los océanos, la Litosfera que es la envoltura sólida que está representada por el relieve terrestre. Por otro parte como último tenemos a los seres vivos que forman la biosfera, esa capa restringida donde se hace posible la existencia de la vida. Todas estas envolturas están relacionadas en forma armónica y articulada, siendo un importante ejemplo la composición actual de la atmósfera gracias a los seres vivos, ya que de no existir estos últimos su composición sería similar a la de los gases que emiten los automóviles, lo que haría imposible la vida en la Tierra.

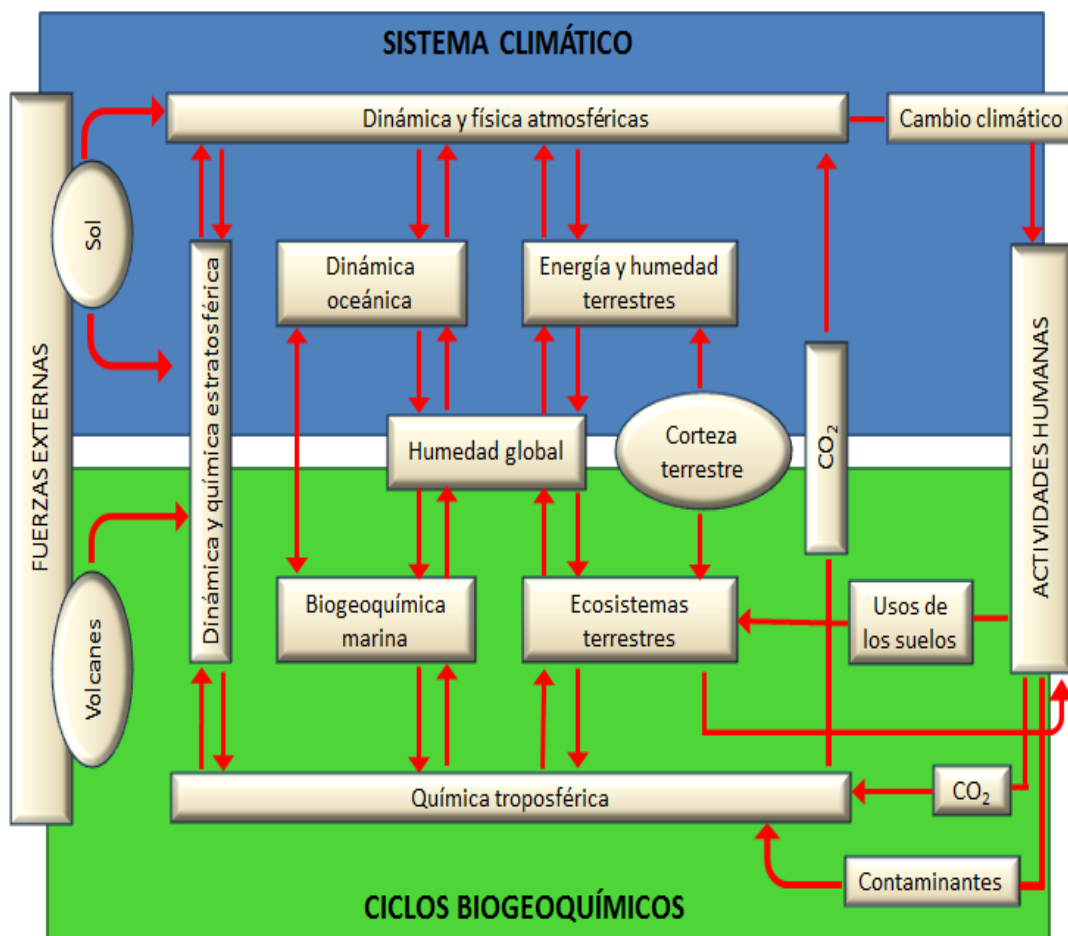


Figura No. 3.1 Cuadro global de interrelaciones de los subsistemas terrestres: el diagrama de Bretherton. Fuente: Ludevid, 1997.

Saber cómo están cambiando los sistemas que integran a la Tierra es fundamental para comprender las consecuencias de esos cambios, como se muestra en la Figura No. 3.1.

La opinión pública en general está menos familiarizada con el concepto de cambio global que con el problema que representa el problema del cambio climático e inclusive tiende a considerar ambos como sinónimos. Aunque resulta indudable que existe una relación entre ambos conceptos, pero también es cierto que los cambios globales van mucho más lejos que las modificaciones que pueda estar experimentando el clima.

La influencia del hombre moderno, con procesos socio-económicos cada vez más complejos y extensos ha aumentado notablemente su capacidad de influir en los procesos terrestres superficiales produciendo cambios cualitativos y cuantitativos importantes que están afectando al funcionamiento del planeta en su conjunto, aumentando la velocidad de un progresivo y tal vez irreversible cambio global.

Este cambio global en el medio ambiente es causado por procesos naturales y antropogénicos, Un ejemplo de una causa natural es el cambio de la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Un ejemplo de una causa antropogénica es la sobreexplotación de minas a cielo abierto.

Los seres humanos desde el momento mismo de su aparecieron sobre la tierra iniciaron con la transformación del sistema terrestre, hace más de 2 millones de años, junto con su evolución mejoró no solo su modo de vida, sino que aumento también ese proceso de transformación convirtiéndose en un agente de cambio ambiental de primera magnitud (Ludevid, 1997).

Los cuatro principales procesos asociados con el cambio global son:

- ✓ La intensificación del efecto invernadero (cambio climático).
- ✓ La disminución de la capa de ozono de la estratosfera.
- ✓ La lluvia ácida.
- ✓ La pérdida de biodiversidad.

El primer análisis a escala global de los principales daños ambientales causados por el hombre al sistema terrestre se realizó por parte del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), recogido en el *Global Environment Outlook* (GEO), ó: *Perspectiva del Medio Ambiente Global*, tuvo un alcance limitado; ya que no fue un análisis, una evaluación o un diagnóstico del estado del ambiente, solo pretendió ofrecer una mirada, una perspectiva proporcionando una cierta imagen de la situación. Sirviendo para identificar toda una serie de problemas que surgen como consecuencia de los cambios que están afectando a los distintos componentes del ambiente global (Cendrero, 2005). México entre los países de América Latina y el Caribe tiene importantes daños ambientales como: degradación del suelo, pérdida de bosques y biodiversidad, escasez de agua dulce y contaminación de cuerpos de agua, degradación de zonas costeras y marinas, contaminación de su atmosfera y aumento desmesurado de residuos urbanos e industriales (Figura No. 3.2).

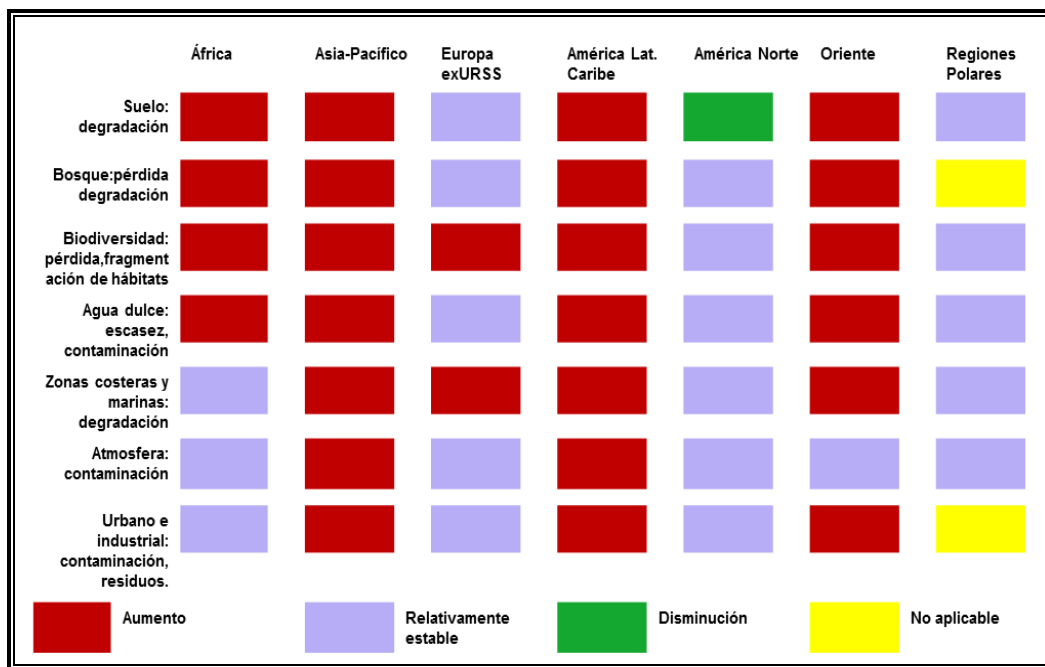


Figura No. 3.2 Tendencias de cambio con respecto a los principales problemas ambientales en las distintas regiones del mundo, según el *Global Environment Outlook* (GEO, 1997).
 Fuente: Cendrero, 2005.

Las conclusiones a las que llegaron los investigadores en este trabajo fueron que:

- ✓ Es necesario analizar de manera más profunda la interacción clima-tierra-agua-biodiversidad, así como sus efectos en la sociedad, en la economía, en la cultura y las instituciones.
- ✓ A pesar del descenso de las tasas de natalidad, el ritmo de producción y consumo existentes ocasionan el despilfarro de recursos, el aumento de los residuos y de la contaminación y la reducción de hábitats y de la biodiversidad.
- ✓ Si no se cambian los patrones del consumo de energía en la mayoría de los países del mundo, aumentarán las emisiones de CO₂, SO_x y NO_x; siendo necesario establecer lo antes posible planes de adaptación al cambio climático en todos los sectores de las naciones.
- ✓ La expansión de zonas urbanas y la degradación de tierras por malas técnicas agrícolas pueden acarrear una escasez de tierras cultivables y de agua que impidan el desarrollo en varias regiones.
- ✓ La expansión de actividades agrícolas en zonas rurales también está reduciendo los hábitats y la biodiversidad.

3.2 El Efecto Invernadero.

El efecto invernadero es parte inmanente del sistema climático del planeta tierra, esto como consecuencia de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, donde ahí precisamente se manifiesta el clima. Este fenómeno natural desempeña un papel clave para la existencia de la vida en la Tierra, pero la intensificación de este fenómeno como consecuencia directa de las actividades que lleva a cabo el hombre moderno (antropogénicas), amenazan el equilibrio climático, siendo la causa más importante del calentamiento global, como lo han asegurado un sin número de investigadores entre los que se encuentran los integrantes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en ingles).

Todo cuerpo emite una radiación para dispersar su energía, encontrándose entre sus características la longitud de onda la cual varía de acuerdo a la temperatura en que se encuentre.

El sol, en razón del calor que se encuentra en su superficie (6000 °C), irradia un largo espectro de ondas cortas (ultravioleta), la atmosfera (un símil con un cristal) es transparente a esta radiación solar que lo atraviesa, casi en su totalidad ya que una parte se refleja al espacio exterior y otra parte es absorbida por la tierra (como cualquier otro cuerpo frío) emitiéndose ahora esta energía en rayos infrarrojos (onda largas). La atmósfera de la tierra se comporta ahora como un cristal que es opaco a esta radiación infrarroja, donde una parte de esa energía atraviesa la atmosfera y otra es absorbida por ella, repitiéndose el ciclo y volviendo a remitir radiación térmica hacia arriba y hacia abajo. Al no lograr pasar toda esta energía se provoca un ciclo repetitivo que aumenta la temperatura en el interior. Conforme se va haciendo más opaco este espejo (mayor cantidad de GEI) mayor es la cantidad de rayos infrarrojos que se refleja en la atmosfera y por consiguiente se va generando mayor calor, (Figura No. 3.3). Este fenómeno natural propicia que la atmósfera superficial sea cálida y conforme se asciende en ella se va enfriando (López, 2009a).



Figura No. 3.3 El efecto invernadero.
 Fuente: López, 2009a.

Si los GEI no se intensificarán, no habría problema alguno, ya que estos a excepción de los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6), se producen y eliminan en forma natural a través de los ciclos biogeoquímicos.

Como ya se mencionó el efecto invernadero natural ha jugado un papel determinante en la aparición de la vida sobre la tierra, pues si no existiera, la temperatura media global sería de aproximadamente -18°C , sin embargo, es en promedio de $+15^\circ\text{C}$. Este fenómeno natural es un hecho físico considerado indiscutible por su veracidad, ya que la temperatura del espacio interestelar en la vecindad de la tierra es en forma aproximada de -250°C , de manera que este fenómeno ayuda a regular la temperatura del planeta tierra.

La atmósfera se compone por nitrógeno, oxígeno y argón en 99.9% de la masa gaseosa, siendo el restante 0.1% un grupo minoritario de gases entre los que se encuentran los llamados gases de efecto invernadero (GEI) o gases termoactivos. Este grupo minoritario de gases es el responsable del efecto invernadero (López, 2009a).

Una parte de los rayos provenientes del sol es absorbida por la superficie terrestre, la cual se calienta y como consecuencia emite radiación terrestre de onda larga que no puede traspasar el aire de las alturas debido a la opacidad mencionada anteriormente, así que la radiación rechazada es absorbida por la atmósfera y las nubes. El ciclo se repite y, al ocurrir, las capas de la atmósfera y las nubes se van calentando paulatinamente al tiempo que remiten radiación térmica hacia abajo y hacia arriba.

En síntesis, el efecto invernadero natural es el calentamiento que produce la radiación atrapada entre la superficie terrestre y la barrera que forman los gases de efecto invernadero, sobre todo en las capas atmosféricas bajas, dando lugar a una temperatura ambiental más alta que la que habría en ausencia de dicho fenómeno.

3.3 Los Gases de Efecto Invernadero.

De todos los gases que constituyen la atmósfera terrestre compuesta en su mayoría por nitrógeno, oxígeno, argón y los del grupo que propician el fenómeno de invernadero, siendo lo más importantes además del vapor de agua son: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6), mismos que fueron reconocidos en el año de 1998 en el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En los últimos 10 000 años, los gases de efecto invernadero habían permanecido relativamente estables en cuanto a su concentración atmosférica, hasta que en la segunda mitad del siglo XVIII inició lo que se conoce como Revolución Industrial, que supuso la introducción de las máquinas y la producción industrial utilizando combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) como energía motora, iniciando la producción de gases sin precedentes.

De esos gases destaca el dióxido o bióxido de carbono (CO_2) que es el GEI más importante por su proporción de concentración siendo el 63% aproximadamente del total de la atmósfera y teniendo un largo tiempo de vida en la atmósfera (Figura No. 3.4).

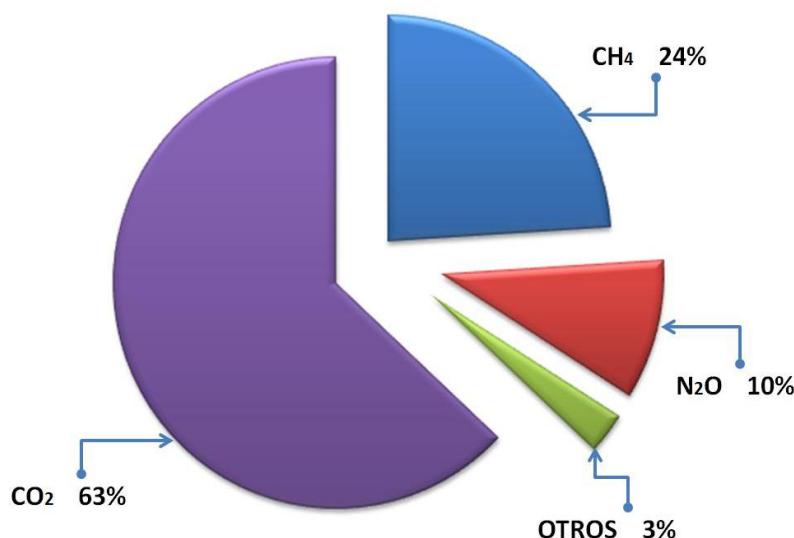


Figura No. 3.4. Proporción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera global.
 Fuente: López, 2009.

Pero aun cuando una parte del CO₂, los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆) se generan artificialmente, otros GEI existen naturalmente en la atmósfera, como el metano (CH₄), el óxido nitroso (NO₂), el vapor de agua (H₂O) y el ozono (O₃).

La permanencia de los GEI en la atmósfera, llamada tiempo de vida, y su eficiencia o potencial de calentamiento es variable para cada uno de ellos, por ejemplo los que se utilizan para aparatos o equipos de enfriamiento son sumamente estables, lo que propicia que su disociación acontezca con radiación de onda muy corta para lo que debe ascender a miles de metros, con tardanza de hasta miles de años.

3.4 Evidencias y consecuencias del Cambio Climático.

El IPCC, la organización internacional que alberga a cientos de científicos de todo el mundo define al cambio climático como “cualquier variación en el clima a través del tiempo, tanto por razones naturales como por actividades humanas” (IPCC, 2007c).

Los cambios climáticos y los cambios ambientales en general son una parte sustancial del funcionamiento de los sistemas naturales.

Esos cambios han ocurrido siempre y los seres vivos que habitan en cada época de la vida de este planeta, incluyendo los seres humanos, se han adaptado a dichos cambios en el pasado. Pudiéndose mencionar algunos cambios significativos experimentados por la Tierra a lo largo de sus aproximadamente 4600 millones de años de existencia:

- ✓ Una atmósfera con oxígeno abundante, aproximadamente similar al de la actual, existe desde hace poco más de 1500 millones de años.
- ✓ Hace unos 600 millones de años, los glaciares cubrían la mayor parte de la Tierra.
- ✓ La vegetación aparece en los continentes hace unos 400 millones de años.

- ✓ Los continentes como hoy se conocen existen desde hace menos de 200 millones de años.
- ✓ La especies de la fauna y la flora actuales se remontan en su aparición a unas decenas de millones de años.
- ✓ El estado actual de los casquetes de hielo permanentes (permahielo) en las zonas polares existente desde hace unos 10 millones de años en el Océano Antártico y unos 4 millones años en el Continente Ártico.
- ✓ La desaparición de los glaciares en la Cordillera Cantábrica (y en muchas otras zonas del planeta) tuvo lugar aproximadamente entre 12.000-10.000 años atrás.
- ✓ Los hayedos como bosque típico de las zonas altas de la cordillera tiene menos de 4000 años desde su aparición.
- ✓ Entre los años 1400 y 1800 de nuestra era, tuvo lugar la llamada Pequeña Edad de Hielo, en la cual la temperatura media era entre 0,5 y 1 °C inferior a la actual.

Los componentes del sistema climático de la tierra, se ven afectados entonces en forma importante por la intervención del hombre como los cambios en la intensidad que se recibe de radiación solar, cambios en la atmosfera en cuanto a su composición y sus movimientos dinámicos, cambios en el ciclo hidrológico en cuanto a su periodicidad, duración o intensidad, cambios en el comportamiento de las corrientes oceánicas y cambios del relieve de la tierra, biodiversidad y ecosistemas (Figura No. 3.5). Afectando interacciones como: aire-hielo-oceano, suelo-biomasa, precipitación-evaporación, entre otras.

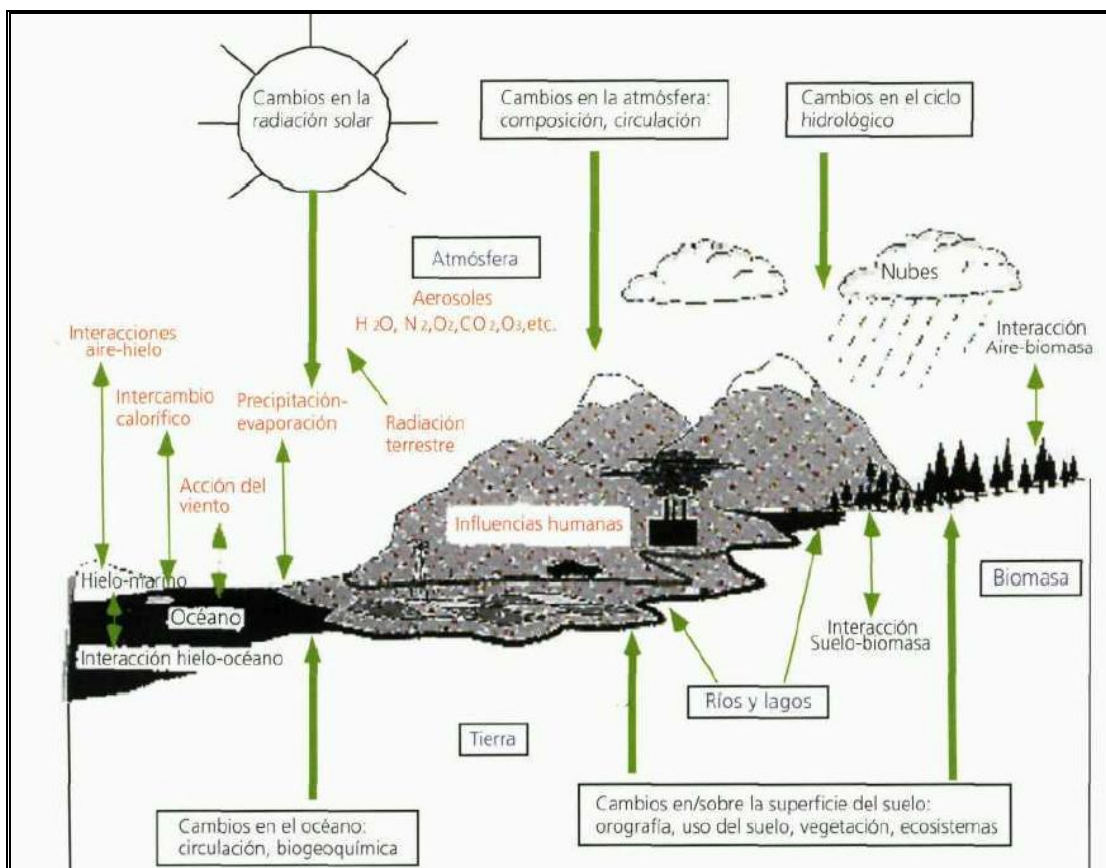


Figura No. 3.5 Representación esquemática de los componentes del Sistema Climático Mundial.

Fuente: Cendrero, 2005.

De la definición de cambio climático del IPCC se tiene que la alteración antropogénica de la atmósfera puede afectar en mayor medida al clima, que la que es producto de fenómenos naturales.

Los fenómenos asociados con la atmósfera pueden dividirse en dos grandes grupos: condiciones meteorológicas (estado del tiempo) y clima. Las condiciones meteorológicas son determinadas por fluctuaciones horarias o diarias de la atmósfera, los cuales son: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Es decir, el estado del tiempo es la manifestación diaria del clima, en tanto que el clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más.

Como se dijo anteriormente el clima siempre está cambiando, es decir ha tenido una evolución natural a través de miles y millones de años, han sido cambios sistemáticos más que aleatorios que han influido en los lugares y modos de vivir de la humanidad. Pero ahora esos cambios en el clima se han acelerado considerablemente pudiendo ser el resultado de los impactos de las actividades humanas, entre las que se encuentran la emisión indiscriminada de gases de efecto invernadero (G.E.I) como resultado del sobreempleo de combustibles fósiles para los vehículos, fabricas, generación de energía eléctrica; así como tirar la basura en tiraderos a cielo abierto; actividades ganaderas y agrícolas, etc. Provocando un sobrecalentamiento del planeta, como lo indica el IPCC en su último informe: "El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar con un grado de confianza muy alto, el efecto neto de las actividades humanas desde 1750 ha sido un aumento de la temperatura. Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era industrial en un 70% entre el año de 1970 y el año de 2004 de proseguir con esta tendencia en las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentara y el sistema climático mundial experimentara durante el siglo XXI numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el siglo XX..." (IPCC, 2007a).

El calentamiento global no implica un calentamiento uniforme en el planeta Tierra, sino la variación de parámetros meteorológicos como la temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa y vientos.

El clima de una región está influenciado por factores como la latitud, la altitud, el relieve, la distancia al mar y las corrientes marinas globales. Pero a nivel mundial es influenciado por el fenómeno del calentamiento global ocasionado por procesos internos o externos, como sigue:

Procesos internos.

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) pueden ser emitidos por fuentes naturales como la erupción de un volcán, descomposición de materia orgánica, respiración de los seres vivos, descomposición de la masa vegetal, etc. o por las actividades antropogénicas.

Procesos externos.

- ✓ **Actividad Solar.** La radiación y las manchas solares no son constantes a través del tiempo. Algunas veces se presentan estallidos en el sol y otras veces disminuye relativamente el calor que emana, al tiempo que la variación de posiciones de la tierra también contribuye a calentamientos y enfriamientos diferenciales. Existe una estrecha cercanía entre la acción solar y las temperaturas globales de la tierra, y es probable que la actividad solar se haya incrementado en los últimos 70 años. Aunque también debe aceptarse que el conocimiento relacionado con los impactos de la actividad del sol sobre nuestro planeta es limitado; y aún menor es el entendimiento existente sobre la radiación cósmica, que son las partículas de alta energía que lanzan las estrellas que explotan en el universo, lo cual pudiera tener influencia en la temperatura de la tierra.
- ✓ **Movimiento de los continentes.** La inestabilidad de los continentes también contribuye en la determinación del clima. Su ubicación de estos determina las corrientes marinas que tanta influencia tienen en el clima, además de la posición de las masas de hielo y glaciares.
- ✓ **Cuerpos Celestes.** La colisión de un cuerpo celeste en el planeta tierra, acarrearía un descenso importante de temperatura en la tierra ya que la nube de hollín y polvo arrojado a la atmosfera que evitaría el paso de los rayos solares (efecto sombrilla), como ocurrió según cierta teoría hace 65 millones de años cuando un asteroide choco con la tierra en la región de lo que hoy es la península de Yucatán y provocó la extinción de los dinosaurios.
- ✓ **Los Ciclos de Milankovitch.** En honor al ingeniero civil y astrónomo serbio Milutin Milankovich quien descubrió e interpreto mediante modelos matemáticos que la variación de la órbita de la Tierra, genera un grupo de ciclos que varían en función de la cantidad de luz solar y oportunidad de arribo a la Tierra de la radiación proveniente del Sol, existiendo tres ciclos climáticos, que propician la variabilidad climática natural del planeta, entre los que se encuentra el recorrido orbital que hace la tierra alrededor del sol, esta gran ruta es conocida como la excentricidad del planeta tierra. Cuando la órbita es más elíptica, nuestro planeta acentúa su acercamiento y alejamiento con respecto al sol propiciando que la acción de los rayos solares sean más, o menos, intensos respectivamente, a través del año.

Los periodos glaciales en cuanto a su duración y la intensidad del calor que se siente en la Tierra están relacionados con la inclinación del eje de la tierra.

- ✓ **Corrientes marinas.** Las corrientes marinas funcionan como reguladoras del calor de la Tierra, ya que van distribuyendo el calor por los diferentes océanos. Las mareas, los vientos y la densidad del agua determinan su circulación. Esta circulación es una especie de gran cinta transportadora de agua marina (Figura No. 3.6). El agua cálida del Atlántico ecuatorial se mueve con rumbo al Norte, hacia Groenlandia y la Península de Labrador, donde al mezclarse con el agua polar se enfría y se hunde casi dos kilómetros, para después reorientarse nuevamente hacia el Sur y volver a calentarse, pasando frente a Sudáfrica en un viaje ya superficial hacia los océanos Indico y Pacífico, enfriándose posteriormente en la gran capa de hielo de la Antártica. Posteriormente se dirige al océano Atlántico, para iniciar de nuevo el largo viaje hacia el Norte y repetir así el ciclo.

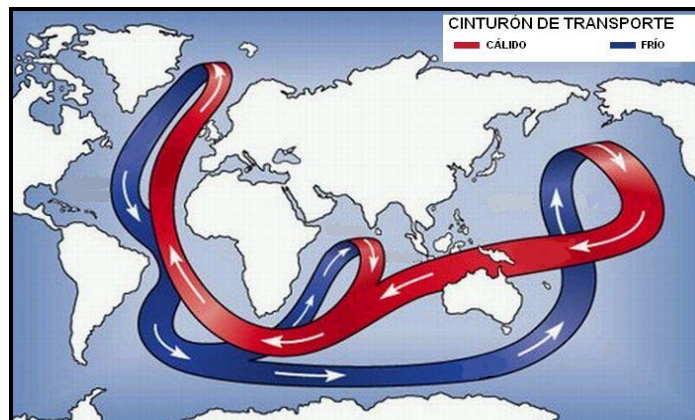


Figura No. 3.6 Corrientes marinas globales
Fuente: López (2009a).

- ✓ El Niño y la Niña. Son fenómenos meteorológicos que contribuyen a la variabilidad del clima mundial. El Niño ocurre cada 2-7 años en la época navideña, consistente en que las corrientes cálidas del oeste ecuatorial fluyen hacia las costas de Perú, cambian los patrones climáticos locales y provocan lluvias en áreas normalmente desérticas o de poca precipitación y sequías en donde generalmente llueve en abundancia. Por su parte, La Niña, actúa en sentido contrario a El Niño, consistente en temperaturas atípicamente frías en el occidente y centro del Océano Pacífico ecuatorial, lo que se presenta asociado con presión atmosférica baja al oeste de la línea internacional del tiempo y alta presión atmosférica al este de dicha línea convencional, dando como resultado que los vientos alisios sean anormalmente más fuertes.

Retroalimentación del calentamiento global.

El calentamiento global no es uniforme en el planeta Tierra, siendo el incremento más grande e importante en los polos, moderado en las latitudes medias y menor en las costas ecuatoriales. Debido a la existencia de fenómenos conocidos como retroalimentaciones que puede ser positivas o negativas el pronóstico de las temperaturas es una tarea complicada, acelerando o disminuyendo el calentamiento global respectivamente. Los cuatro tipos de retroalimentaciones que se conocen porque aceleran considerablemente el calentamiento de la superficie terrestre son: el derretimiento de hielos permanentes (permafrost), la liberación de depósitos de metano en zonas que se están descongelando, los cambios de uso de las tierras útiles como sumideros (absorción) de carbono a través de la vegetación y el incremento de vapor de agua en la atmósfera.

Consecuencias del Cambio Climático.

El informe presentado por Shiloh Fetzek para la *Royal United Services Institute* (RUSI) en octubre del 2010, el cual fue intitulado "Impactos Relacionados con el Clima en la Seguridad Nacional en México y Centroamérica, Reporte Final", divide los impactos geofísicos del cambio climático en Mesoamérica en corto plazo (un horizonte de cinco años) y en mediano plazo (un horizonte de mediano plazo de veinte años hasta el 2030), es decir sus efectos ya se sienten: las temperaturas se elevan, los casquetes polares y los glaciares se derriten y los fenómenos meteorológicos extremos se hacen más frecuentes y más intensos.

Los diferentes escenarios que se proyectaron en este informe sobre los impactos del cambio climático se basaron en modelos meteorológicos que utilizan patrones de las emisiones de GEI para calcular los impactos de las diferentes concentraciones de GEI en la atmósfera. Aunque las proyecciones base se fundamentaron en el escenario “sin cambios” de las emisiones de GEI, se ha visto que las actuales emisiones de los últimos años han resultado más elevadas que las del escenario “sin cambios”, alcanzando mayores concentraciones de GEI en la atmósfera. El aumento de la temperatura del mar y el derretimiento de los glaciares establecen que el cambio climático está ocurriendo más pronto de lo que se había anticipado. La última investigación por parte de la comunidad científica meteorológica y dada a conocer entre otras en una serie de conferencias en la Universidad de Oxford, Reino Unido en el año de 2009, indica que para mantenerse por debajo de un calentamiento de 2°C se requerirá de recortes de emisiones que son poco probables de lograrse a tiempo. Los impactos climáticos proyectados son:

✓ **Impactos geofísicos en el corto plazo (un horizonte de cinco años) (Shiloh, 2010).**

La zona norte de Centroamérica, en particular, la costa norte de Honduras y Belice, ya demuestran una probabilidad más elevada de padecer impactos directos de las tempestades, como vientos huracanados, tormentas intensas y marejadas ciclónicas. Durante las últimas cuatro décadas, la región vivió el impacto de, por lo menos, dos grandes huracanes de forma simultánea que afectaron a otros países. Asimismo, se espera que estos eventos vuelvan a ocurrir en el cercano y mediano plazo, a medida que los eventos del fenómeno de “El Niño” influyan sobre la variabilidad del clima.

El llamado “Informe Stern: La economía del Cambio Climático” redactado por el economista Sir Nicholas Stern por encargo del gobierno del Reino Unido en el año 2006, reporta un incremento en la ocurrencia de eventos climáticos extremos que derivan en desastres y como una de sus importantes conclusiones se menciona que, en los últimos cinco años sucedieron el triple de desastres que en el período previo de 29 años.

LAS TEMPERATURAS MÁS ELEVADAS

Se tiene un registro que los países de Centroamérica y México la temperatura tiene una tendencia ascendente. Así, las temperaturas más elevadas aumentan la cantidad de agua que se necesita para la agricultura y generan mayores niveles de mortalidad estrechamente ligados con las ondas de calor y enfermedades. Los escenarios de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) indican:

- ✓ Una elevación a la temperatura que oscila entre 0.8°C y 1.3°C para el 2050.
- ✓ Un incremento promedio de temperatura de 3.4°C para el 2100.

LLUVIAS MÁS INTENSAS.

Aún cuando la precipitación total no ha ido aumentando, las lluvias sí se han intensificado; es decir, cae más lluvia en períodos más cortos. Generándose erosión del suelo al combinarse con los largos periodos de sequías, disminuyendo la absorción de la humedad, afectando de forma importante la recarga de los mantos acuíferos. Por otro lado cuando la tierra se anega como consecuencia de las fuertes tormentas, la agricultura resulta gravemente dañada.

RECURSOS HÍDRICOS

El patrón de la disponibilidad de agua y el grado de presión sobre el recurso hídrico varía a lo largo de Mesoamérica. En México la disponibilidad de agua es mayor en el sur que en el norte.

LA AGRICULTURA Y LA SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS.

Uno de los impactos más importantes del cambio climático será sin lugar a dudas la producción de alimentos. Según el Banco Mundial el sector agrícola será el que más padecerá los cambios graduales de temperatura y precipitación. El debilitamiento en la capacidad de producción de alimentos surtirá graves impactos socioeconómicos en todo el mundo, principalmente en los países en vías de desarrollo y subdesarrollados.

En el corto plazo, la predicciones agrícolas realizadas refieren una disminución de la producción consecuencia de la presencia de temporadas más cortas de crecimiento y menores precipitaciones. Las largas rachas de sequedad dan como resultado falta de agua, teniendo como resultado la depauperización en el crecimiento y la producción.

VULNERABILIDAD A LOS EVENTOS CATASTRÓFICOS, LE EROSIÓN COSTERA Y LAS INUNDACIONES

Por la situación geográfica nuestro país es altamente vulnerable a los impactos que generará el aumento del nivel del mar. Las costas del Golfo de México y del Mar Caribe son bajas y arenosas con la presencia de extensos humedales adyacentes y elevaciones de cuando menos de un metro de altura sobre el nivel del mar. Los asentamientos humanos, la actividad económica y la infraestructura se concentran en las zonas costeras y todas las ciudades en estas regiones geográficas mostrando una alta susceptibilidad a los riesgos naturales, tales como ciclones tropicales, huracanes y las marejadas ciclónicas relacionadas y en algunos casos las sequías.

LOS ARRECIFES DE CORAL

Los corales resultan muy sensibles a la acidez de los océanos y al aumento de la temperatura del agua; una elevación de temperatura de solo unos grados es suficiente para generar una decoloración, lo cual impacta negativamente a la población de peces y al suministro de alimentos para las poblaciones costeras. Afectando también al sector turismo, pudiéndose conducir hacia la pérdida de una barrera de protección física natural muy importante para la línea costera, resultando a su vez, en mayores impactos por graves sucesos climáticos extremos en toda su extensión.

CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO.

El crecimiento de la población acelerado (Tabla No. 1) en la región Centroamericana y del Caribe añadirá presiones ambientales adicionales, a medida que crece la demanda de alimentos, energía y otros recursos naturales y se debilitan los sistemas que proporcionan estos satisfactores básicos para la subsistencia de una población.

Tabla No. 1. Población total en Centroamérica y el Caribe por periodos de 5 años.
 Fuente: Observatorio Demográfico de América Latina y el Caribe, 2009.

Población total				
País	2010	2015	2020	2025
Belice	306,000	335,000	363,000	389,000
Costa Rica	4,695,000	5,022,000	5,314,000	5,568,000
El Salvador	7,463,000	8,010,000	8,585,000	9,136,000
Guatemala	14,362,000	16,176,000	18,505,000	19,962,000
Honduras	7,614,000	8,353,000	9,079,000	9,772,000
México	110,056,000	115,288,000	119,808,000	123,784,000
Nicaragua	5,825,000	6,192,000	6,538,000	6,855,000
Panamá	3,497,000	3,752,000	3,995,000	4,220,000
TOTAL	153,808,000	163,128,000	171,737,000	179,686,000

SALUD

Los impactos sanitarios propiciados por el cambio climático incluyen la expansión de las enfermedades por vectores, como el paludismo y el dengue. Se prevé el incremento de las enfermedades respiratorias, aquellas relacionadas con la diarrea, tanto por las sequías, como por las altas precipitaciones, disminuyendo la capacidad inmunológica como consecuencia de la desnutrición.

✓ Impactos geofísicos en el mediano plazo (un horizonte de veinte años al 2030) (Shiloh, 2010).

Continuando con el informe de la *Royal United Services Institute*, para el año 2030, Mesoamérica deberá esperar experimentar impactos aún más graves que los de corto plazo (cinco años) atribuibles, de manera directa, al cambio climático, como se indican:

ELEVACIÓN DE LA TEMPERTAURA.

Hacia el año 2030, las temperaturas podrían aumentar entre 1.3°C y 1.8°C por encima de los niveles preindustriales; lo cual indicaría un importante índice de calentamiento por encima de los estándares actuales, con los correspondientes impactos negativos.

DISPONIBILIDAD DEL AGUA

Aumentará la demanda y disminuyendo las fuentes de abastecimiento agravándose la situación con los daños que ocasionen a la infraestructura los eventos climatológicos extremos, esto también posesiona a México en un estado de alta vulnerabilidad.

De acuerdo con los escenarios del cambio climático que se plantean los científicos del IPCC, las precipitaciones pluviales tendrán a seguir disminuyendo en la región norte de México. Los mecanismos actuales existentes para la administración de los recursos hídricos que se comparten entre países, aún cuando existan fronteras físicas internacionales, no son propicios para el empleo eficiente de estos recursos.

AGRICULTURA Y GARANTÍA DE LOS ALIMENTOS.

Los impactos del cambio climático con respecto de la producción de alimentos serán cada vez peores. Las altas temperaturas provocaran mayores pérdidas de cultivos. La demanda por el agua para cubrir las necesidades de irrigación se tornará todavía más crítica para los efectos de mantener los cultivos importantes, desencadenando una importante disminución de la producción de cosechas de productos básicos como el frijol, el maíz y el arroz.

INUNDACIÓN Y EROSIÓN DE LOS LITORALES

Se espera que las áreas de costa se tornen más vulnerables a las marejadas ciclónicas y mareas altas, así como a impactos duraderos en consecuencia de la elevación del nivel del mar. El complejo delta de los ríos de Tabasco en nuestro país está expuesto al más alto nivel de vulnerabilidad.

CORALES

Los países que dependen en gran medida de la actividad turística y de la pesca entre los que se encuentra México se enfrentan a situaciones de pérdidas económicas catastróficas en consecuencia del blanqueamiento del coral.

IMPACTOS CONTRA LA SALUD

Las cambiantes precipitaciones pluviales extremas afectarán, de manera indirecta, el contexto sanitario de los seres humanos como resultado de la falta de higiene, las cuales generarán mayores incidencias de enfermedades diarreicas, con la proliferación de parásitos e infecciones de la piel. La creciente exposición a estaciones más extensas de frío o calor o inundaciones y sequías agravarán algunos de los riesgos para la salud. Se favorecerá el aumento de las enfermedades por vectores, las enfermedades por infecciones respiratorias, estomacales, la desnutrición, las enfermedades de la piel y la deshidratación.

GANADERÍA Y PESCA

Si no se ponen en marcha prácticas de control contra la erosión, sedimentación y derrame, se presentarán pérdidas importantes de pastizales, incluyendo el aumento de enfermedades que afectan al ganado.

ENERGÍA

Los daños a la infraestructura de producción y suministro de energía eléctrica será importante ocasionando cortes en cualquier momento y lugar.

3.5 Mitigación, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático.

Mitigación.

El IPCC define a la mitigación como la intervención antropógena para reducir las fuentes de gases de efecto invernadero (GEI) o aumentar sus sumideros.

La mitigación presenta por su naturaleza un gran desafío, ya que el cambio climático es un problema con características exclusivas, es mundial, dura mucho (hasta varios siglos) y comprende complejas interacciones entre procesos climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos. Esto puede tener considerables consecuencias internacionales e intergeneracionales en el contexto de objetivos generales de la sociedad, como equidad y desarrollo sustentable. La preparación de una respuesta al cambio climático se caracteriza por la adopción de decisiones en condiciones de incertidumbre y riesgo, lo que abarca la posibilidad de cambios no lineales y/o irreversibles.

La magnitud, el tiempo de aplicación, duración y los costos de las medidas de mitigación en un país dependen de diferentes circunstancias nacionales y de desarrollo socioeconómico y tecnológico, y del nivel deseado de estabilización de la concentración de los GEI en la atmósfera.

Las acciones de mitigación pueden fomentar el desarrollo sustentable. Algunas acciones de mitigación pueden producir grandes beneficios en esferas ajenas al cambio climático, por ejemplo:

- ✓ Atenuar problemas de salud.
- ✓ Aumentar las fuentes de empleo.
- ✓ Reducir efectos negativos sobre el ambiente (como la contaminación atmosférica).
- ✓ Proteger y mejorar los bosques, los suelos y las cuencas hidrográficas,.
- ✓ Reducir los subsidios e impuestos que intensifican las emisiones de gases de efecto invernadero.
- ✓ Inducir el cambio y la difusión de la tecnología, lo que contribuye a objetivos más amplios de desarrollo sustentable.

Análogamente, las vías de desarrollo que cumplen objetivos de desarrollo sustentable pueden disminuir los niveles de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Entre las opciones tecnológicas para reducir las emisiones figuran el mayor rendimiento de dispositivos de uso final y tecnologías de conversión de energía, la utilización de combustibles con pequeño porcentaje de carbono y de biomasa renovables, tecnologías de emisiones cero, mejor gestión de la energía, reducción de emisiones de gases de subproductos y procesos industriales, y la eliminación y el almacenamiento de carbono.

En la Cuarta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se informó que las emisiones en unidades de bióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) para nuestro país fueron de 711,650 Gg. (711.65 millones de toneladas). La contribución por categorías en términos de CO₂ eq es la siguiente: desechos 14.4% (102,173 Gg); uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, 9.9% (70,202.8 Gg), procesos industriales 8.9% (63,526 Gg), agricultura 6.4% (45,552.1 Gg), y usos de la energía 60.4% (430,097 Gg). A su vez, la categoría de usos de la energía se subdividió de la siguiente manera: industria de la energía, 35% (149,137 Gg), seguida por transporte 34% (144,691 Gg), manufactura e industria de la construcción 13% (56,832 Gg), emisiones fugitivas 11% (47,395 Gg), y otros sectores (residencial, comercial y agropecuario) 7% (32,042 Gg).

La actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) para el año 2006 se realizó con base en los lineamientos del IPCC tomando en cuenta los seis gases enunciados en el Protocolo de Kioto, cuyos resultados arrojan un incremento en las emisiones de GEI de aproximadamente 40% durante el período del año 1990 al año 2006, lo que significó una tasa media de crecimiento anual de 2.4%.

De acuerdo a las acciones de desarrollo sustentable que establece el PND 2007-2012 y contribuyendo al esfuerzo internacional en la mitigación de los GEI con la elaboración del PECC 2009-2012, el gobierno de México busca mitigar las emisiones de GEI, sin comprometer el desarrollo, teniéndose como una de sus metas en este programa la reducción anual de 50 millones de toneladas de CO₂ eq a partir del año 2012 mediante la identificación de oportunidades sectoriales clave y la aplicación de una serie de acciones unilaterales específicas en dos grandes áreas: Generación y Uso de Energía, y Vegetación, Uso de Suelo y desechos sólidos.

LÍNEAS DE ACCIÓN CLIMÁTICA EN LA GENERACIÓN Y USO DE ENERGÍA.

1. Establecer estándares de desempeño y líneas base de emisiones de GEI de las principales actividades y fuentes de emisiones en México.
2. Contabilizar las emisiones de GEI y plantear proyectos de reducción en las empresas públicas y privadas que utilicen el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) u otros mercados de carbono.
3. Realizar una valoración económica de los costos asociados al cambio climático y los beneficios derivados de las acciones para enfrentarlo, siguiendo el modelo del "Informe Stern".
4. Establecer incentivos fiscales y financieros para concretar las inversiones en proyectos energéticos sustentables.
5. Cancelar subsidios al consumo de energéticos o a la producción de energía basada en combustibles fósiles.
6. Incorporar a nuevos actores e iniciativas en los programas oficiales de ahorro y uso de la energía, particularmente en programas de eficiencia térmica y de utilización de energía solar.

7. Avanzar en la normalización obligatoria y voluntaria de equipos, vehículos, sistemas de generación de energía y de consumo energético en viviendas, edificios e industrias.
8. Disminuir la utilización de combustóleo.
9. Fomentar la generación de electricidad con fuentes renovables y tecnologías bajas en intensidad de carbono.
10. Repotenciar termoeléctricas promoviendo la tecnología de ciclo combinado.
11. Facilitar la interconexión de generadores a la red de la CFE (Comisión Federal de Electricidad).
12. Incentivar la participación regulada de la iniciativa privada en la generación de energía con baja intensidad de carbono (particularmente la cogeneración y las energías renovables).
13. Fomentar la investigación en tecnologías de menor intensidad energética, en particular en las energías renovables.
14. Elevar la meta propuesta de 8% de participación de energías renovables en la generación eléctrica, definida en la iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía.
15. Incrementar el rendimiento del parque vehicular, mediante políticas de fomento de adquisición de vehículos con bajas emisiones de GEI.
16. Integrar políticas de promoción del transporte público bajo en emisiones de carbono e impulsar el transporte ferroviario.

En el sector de la vivienda se ha trabajado en la incorporación de tecnologías eficientes en materia de energía. En el año 2008 con la publicación del Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático se planteó, entre otros mecanismos, adecuar la normatividad vigente en materia de vivienda hacia el cuidado del ambiente y desarrollar esquemas de incentivos fiscales dirigidos a los desarrolladores y usuarios de la vivienda (CONAVI, 2008).

En el año 2008 se firmó el convenio de colaboración entre la Secretaría de Energía, la SEMARNAT y la Comisión Nacional de Vivienda, para coordinar la ejecución del Programa Transversal de Vivienda Sustentable, que busca cambiar la concepción y las prácticas de construcción de la vivienda en México.

Las líneas de acción climática para vegetación y uso del suelo, son:

- ✓ Articular la instrumentación del Ordenamiento Territorial con las acciones de mitigación de emisiones de GEI.
- ✓ Proteger y asegurar la integridad funcional de los ecosistemas y de los bienes y servicios ambientales: deteniendo la deforestación a fin de minimizar las emisiones directas de GEI provenientes de la pérdida de bosques, selvas y pastizales, conservando la cobertura vegetal de ecosistemas primarios y ampliando la capacidad de producción primaria bruta y la consecuente captura de carbono mediante reforestación, aforestación y restauración de diversos sistemas.

- ✓ Consolidar el Programa Mexicano del Carbono para impulsar la investigación científica sobre el ciclo del carbono en el país y fomentar la formación de recursos humanos en la materia.
- ✓ Promover y fomentar la investigación aplicada, así como la innovación y el desarrollo tecnológicos en materia de conservación de carbono y de reducción de emisiones de las actividades agropecuarias.

Vulnerabilidad.

El IPCC define los conceptos de vulnerabilidad y sensibilidad, como:

VULNERABILIDAD: es el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación.

SENSIBILIDAD: el grado por el que está afectado un sistema, en sentido perjudicial o en sentido beneficioso, razón de estímulos relacionados con el clima. Los estímulos relacionados con el clima abarcan todos los elementos del cambio climático, incluido el promedio de características del clima, la variabilidad del clima y la frecuencia y magnitud de casos extremos. El efecto puede ser directo (por ejemplo un cambio del rendimiento de cosechas en respuesta a un cambio del valor medio de la amplitud o de la variabilidad de la temperatura) o indirecto (p. ej., daños causados por un aumento de la frecuencia de inundaciones en la costa razón de una subida del nivel del mar).

Entre los sistemas humanos sensibles al cambio climático se incluyen muchos recursos hídricos; agricultura (especialmente seguridad de los alimentos) y silvicultura; zonas costeras y sistemas marinos (pesquerías); asentamientos humanos, energía, e industria; seguros y otros servicios financieros y salud humana. La vulnerabilidad de estos sistemas varía en función del lugar geográfico, del tiempo y de las condiciones sociales, económicas y ambientales.

La situación geográfica de México, las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores sociales, económicos, políticos y culturales, contribuyen a que nuestro país tenga una vulnerabilidad alta a los eventos climatológicos extremos exacerbados por el cambio climático.

Adaptación.

La capacidad de adaptación es la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias (IPCC, 2007).

La adaptación permite reducir los impactos adversos del cambio climático y mejorar los impactos beneficiosos pero tiene costos y no impedirá todos los daños. Los extremos, la variabilidad y la rapidez de cambio son características importantes que han de considerarse en relación con la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y no son meramente cambios del promedio de las condiciones climáticas. Hasta cierto punto, los sistemas humanos y naturales se adaptarán automáticamente al cambio climático. Una adaptación planificada puede ser complemento de la adaptación autónoma, aunque las opciones y los incentivos son mayores para la adaptación de los sistemas humanos que para la adaptación dirigida a proteger los sistemas naturales. La adaptación es una estrategia necesaria a todos los niveles como complemento de los esfuerzos para mitigar el cambio climático.

Puede aprovecharse la experiencia adquirida en adaptarse a la variabilidad y a los extremos del clima para preparar estrategias adecuadas de adaptación a los cambios del clima previstos. La adaptación a la variabilidad y extremos actuales del clima lleva frecuentemente a obtener beneficios así como a formar la base para enfrentarse a futuros cambios climáticos. Sin embargo, la experiencia demuestra también que hay límites en cuanto a lograr la totalidad de la posible adaptación. Además, una adaptación errónea, puede llevar a decisiones que se basen en consideraciones a corto plazo, en las que se haga caso omiso de la variabilidad climática conocida, en las que la mirada no enfoque el futuro, en las que no se tenga suficiente información y se dependa excesivamente de los mecanismos cuya finalidad es puramente económica.

Para mejorar la ordenación de riesgos ambientales y aumentar el bienestar de los pobladores más pobres de un país pueden simultáneamente avanzar el desarrollo sustentable y la equidad, mejorar la capacidad de adaptación, y hacer que disminuya la vulnerabilidad a los efectos negativos del cambio climático, pudiéndose también alcanzar estas metas si se incluyen los riesgos climáticos en el diseño e implantación de iniciativas de desarrollo nacionales e internacionales. En otras palabras en la medida que se desarrollen capacidades de adaptación frente al cambio climático, se puede reducir la vulnerabilidad de un país y mejorar la sustentabilidad del desarrollo.

El proceso de adaptación también debe considerar los beneficios adicionales que pudieran surgir por las nuevas condiciones climáticas, por la introducción de tecnologías sustentables y por las oportunidades de negocio (Comité Intersecretarial de Cambio Climático, 2009a).

3.6 Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático realizadas por la Secretaría de la Defensa Nacional.

El Gobierno de la República ha optado por sumarse a los esfuerzos internacionales suscribiendo importantes acuerdos, entre los que destacan el Convenio sobre Diversidad Biológica; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes; el Protocolo de Montreal, relativo a los gases que agotan la capa de ozono; la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación; la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; y la declaración del milenio de la Organización de las Naciones Unidas. Estos acuerdos tienen como propósito hacer de México un participante activo en las acciones de mitigación y adaptación, así como al desarrollo sustentable.

Aunque el modelo global de desarrollo ha propiciado mejoras en algunos países y regiones, el medio ambiente y los recursos naturales continúan deteriorándose a una velocidad alarmante.

La principal causa de la degradación de los suelos en nuestro país es la deforestación, asociada al cambio del uso con fines de producción agropecuaria, precisando que el crecimiento con calidad, sólo es posible si se considera responsablemente la necesaria interacción de los ámbitos económicos y social con el ambiente y los recursos naturales, el deterioro ambiental se atribuye por lo general al desarrollo económico, sin embargo, son las decisiones y acciones implantadas por los seres humanos las que subyacen en este fenómeno.

Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, están comprometidas a contrarrestar esta problemática, mediante la protección al ambiente, para generar un desarrollo social y humano armónico con la naturaleza, no comprometer el futuro de las nuevas generaciones construyendo una cultura ciudadana de cuidado del ambiente, y estimular la conciencia de la relación entre el bienestar y el desarrollo en equilibrio.

De conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 la Secretaría de la Defensa Nacional (SDN) lleva a cabo acciones tendientes a disminuir el creciente deterioro del ambiente, a la mitigación de gases de efecto invernadero, y crear medidas de adaptación a los impactos negativos del cambio climático, así como acciones tendientes a promover el desarrollo sustentable del país, como sigue:

Medidas de mitigación.

- ✓ La Reforestación.

En base al convenio firmado entre la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y La SEDENA, se han construido y puesto en operación Viveros Forestales Militares, en lugares estratégicos, tomando como base las necesidades de planta registradas en el país por las entidades federativas en coordinación siempre con la CONAFOR empleando personal militar (Figura No. 3.7).



Figura No. 3.7 Actividades de Reforestación de la SDN.
Fuente: SDN.

El interés inicial de la CONAFOR fue que la Secretaría de la Defensa Nacional enfocara sus esfuerzos a la plantación de árboles en áreas naturales protegidas y parques nacionales, sin embargo, en virtud de que la demanda de planta para reforestación excedió la disponible a nivel nacional, se acordó reducir la meta asignada a la SDN dirigiéndola principalmente a las necesidades de los campos militares.

Las especies producidas en los viveros militares se dividen en dos grupos: Las de clima tropical y de rápido crecimiento, las cuales son producidas durante los primeros meses de cada año (enero-julio), debido a que su estancia en vivero para su siembra, desarrollo y finalización es de dos a seis meses, estando listas para su plantación en terreno al inicio del periodo de lluvias de cada año y las especies de clima templado-frío, siendo su producción más lenta, requiriendo de ocho a 11 meses en vivero para alcanzar las condiciones adecuadas y llevar a cabo su plantación en terreno durante el periodo de lluvias de cada año, producidas en los meses de septiembre a diciembre.

✓ Producción de Composta.

La SDN, en esfuerzo Interinstitucional y consciente de la importancia de disminuir el impacto ambiental que sufren los recursos naturales, así como tratando de revertir la contaminación de agua, aire y suelo, y en cumplimiento a la normatividad vigente, inició un programa ambiental para el reaprovechamiento de residuos orgánicos generados en los servicios de alimentación de las diferentes unidades, dependencias e instalaciones del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, de la recolección de hojarasca y material leñoso obtenido de la poda y mantenimiento de las áreas verdes y boscosas de los Campos Militares, así como el estiércol de criaderos y granjas militares, elaborando un abono orgánico con alto contenido de nutrientes para la vegetación, enriqueciendo los suelos, empleando para tal fin únicamente instalaciones y personal militar (Figura No. 3.8).



Figura No. 3.8 Elaboración de composta por personal de la SDN.
 Fuente: SDN.

Entre otros aspectos que se cuidan en el proceso de composteó en las Plantas de Composta son la relación carbono – nitrógeno, vital para el desarrollo de los microorganismos, siendo la proporción ideal 30 partes de carbono por una de nitrógeno y el contenido de humedad siendo determinante para la degradación del material, ya que si se da exceso de humedad el proceso se vuelve anaeróbico, generando gas metano, malos olores y retardándose el proceso. La falta de humedad disminuye la actividad de los microorganismos por lo que no aumenta la temperatura y el proceso se retrasa. Un contenido óptimo de humedad se sitúa entre 60 a 70%.

✓ Plantas de Tratamiento.

Con la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales la SDN contribuye a la conservación del medio ambiente, a evitar la sobreexplotación de mantos acuíferos, el ahorro de agua potable y la conservación del equilibrio ecológico, apegándose a lo establecido por la normatividad vigente, para obtener la calidad requerida.

Hasta el año de 2010 la Secretaría de Defensa Nacional contaba con 146 plantas de tratamiento de aguas residuales las cuales en forma conjunta tienen una capacidad promedio al día para tratar 34,890 metros cúbicos de aguas residuales, habiéndose tratándose hasta el año dl 2010 un total de 13,880,582 metros cúbicos de aguas negras, mismas que fueron reaprovechadas para áreas verdes y mantenimiento de instalaciones

✓ Cambio a fuentes de energía más limpias.

Se lleva a cabo un programa de reemplazo del sistema de calentamiento de agua tradicional de calentadores de Gas LP por calentadores de agua con paneles solares en unidades, dependencias e instalaciones en la República Mexicana.

✓ Programas de eficiencia energética.

La Secretaria de la Defensa Nacional ha implementado el programa de *retrofit* de alumbrado público exterior instalando a la fecha un total de 3600 balastos electrónicos y lámparas de vapor de sodio de alta presión en postes de alumbrado público exterior y de vialidades, así mismo se lleva a cabo un programa continuo para sustituir la totalidad de lámparas tanto incandescentes, como fluorescentes de 38 y 76 watts por lámparas de LEDs de 19 y 38 watts, respectivamente, en todas las unidades, dependencias e instalaciones de la República Mexicana, con la finalidad de implementar el ahorro de energía eléctrica, utilizando tecnologías innovadoras y eficientes dando cumplimiento al programa de ahorro de Energía de la Administración Pública Federal de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

Medidas de adaptación reactiva.

Como medida de adaptación reactiva al cambio climático la SDN, con el propósito firme y esencial de auxiliar a la población civil afectada por algún fenómeno meteorológico extremo, elaboro y aplicó a partir del año de 1966 como consecuencia del desbordamiento del río Pánuco en el Estado de Veracruz, un plan de auxilio a la población civil en casos de desastre, instrumento operativo militar denominado PLAN DN-III-E, donde se establecen los lineamientos generales a los diferentes organismos del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, para realizar actividades de auxilio a la población civil afectada por cualquier tipo de desastre, ya sea por procesos naturales o por antropogénicos, con recursos humanos y materiales propios del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos.

Otra medida de adaptación reactiva y con el fin de incrementar la efectividad en la aplicación del Plan DN-III-E, en lo concerniente al restablecimiento de vialidades afectadas por algún evento climatológico extremo es el desarrollo con tecnología propia, de los siguientes puentes de circunstancias (armados y desarmados *in situ*):

✓ **Puente Peatonal Colgante Militar.**

Diseñado mediante una estructuración y un procedimiento constructivo para ser montado y desmontado totalmente a mano sin la necesidad de maquinaria o equipo especializado, realizando el montaje en un tiempo de 48 a 72 horas, dependiendo de las condiciones meteorológicas y de la naturaleza del terreno (Figura No. 3.9).



Figura No. 3.9 Puente peatonal colgante militar.
Fuente: SDN.

✓ **Puente Vehicular Metálico Militar (Figura No. 3.10).**

Diseñado para soportar cargas dinámicas de hasta 21.8 ton, cubre claros de hasta 30 m puede ser montado y desmontado totalmente a mano, sin necesidad de maquinaria o equipo especializado en un tiempo de 48 a 72 hrs, dependiendo de las situaciones climatológicas y del terreno, siendo lanzado desde uno de los extremos del claro que cubre sin necesidad de apoyos intermedios; transportable en dos tractocamiones con plataforma hasta el sitio de la emergencia.



Figura No. 3.10 Puente vehicular metálico militar.
Fuente: SDN.

Capítulo 4. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los edificios residenciales y comerciales.

En el informe “Necesidades de vivienda en México 2001–2010” elaborado por la CONAVI, se presenta un análisis sobre la construcción de vivienda de los diferentes niveles socioeconómicos en los últimos dos sexenios de gobierno, así como la cantidad de casas que se tienen programadas construir hasta el año 2012 (Figura No. 4.1), donde se observa la tendencia de crecimiento de casi el doble entre sexenio y sexenio.

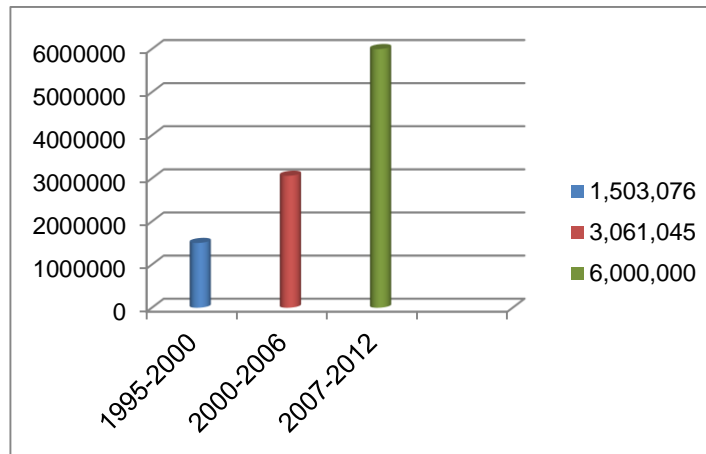


Figura No. 4.1 Número de casas construidas por sexenio.
 Fuente: CONAVI, 2010.

Según el PNUMA las emisiones conjuntas de los edificios residenciales, comerciales y públicos en el año 2006 estuvieron cerca de los 75 millones de ton de CO₂ eq. Esto significa que los edificios representaron alrededor del 12% del total de las emisiones en México en ese año. Habiéndose estimado para el año 2000 un total de 70.25 millones de ton de CO₂ eq. Considerando esta tasa de crecimiento se estima que para el año 2050, de no llevar a cabo medidas de mitigación suficientes se llegue a un total de 500 millones de ton de CO₂ eq, lo que equivale un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero en un factor de un 6.7.

En general, las medidas de mitigación de GEI en el sector residencial se verán reflejadas en las intensidades de los cinco usos finales más comunes de la energía eléctrica que son: alumbrado, aire acondicionado, refrigeración, equipos electrodomésticos y calentamiento del agua. En el sector comercial, las reducciones se reflejan en la intensidad de uso de energía final por tipo de edificio. En el sector residencial, las medidas propuestas deben reducir el crecimiento de CO₂ eq. a 63% del valor calculado del año 2050. En el sector de la edificación comercial, las mejoras tecnológicas se traducirán en una reducción en el empleo de la energía en la refrigeración del ambiente interior, en la iluminación y equipos auxiliares en un 75%, y del 60% en la cantidad de energía para calentar el agua, así como en el empleo de motores auxiliares.

4.1 Consumo de energía de las viviendas en México.

En el año 2009 el sector transporte consumió 48.7% de dicha energía, por lo que se mantuvo como el principal consumidor de energía en México. El sector industrial le siguió en importancia, con una participación en el consumo de 28.1%. El sector de la vivienda se ubica en tercer lugar con un 20%, para continuar con el sector agropecuario consumiendo un 3.2% de la energía final (SENER, 2010) (Figura No. 4.2).

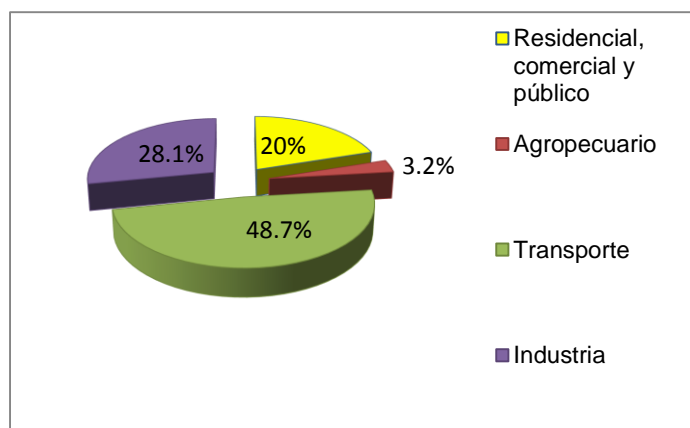


Figura No. 4.2 Consumo de energía por los sectores económico más importantes.
 Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2010.

El consumo final energético para los sectores residencial o de la vivienda, comercial y público (sectores de las edificaciones) fue de 913 PJ (Petajoule, 10^{15} joule) (SENER, 2010). Considerando esta cantidad como el 100% lo que consumieron los sectores por separado fue de:

- ✓ Sector residencial o de la vivienda de 83.5 %.
- ✓ Sector comercial de 13.5%.
- ✓ Sector público de 3% (Figura No. 4.3).

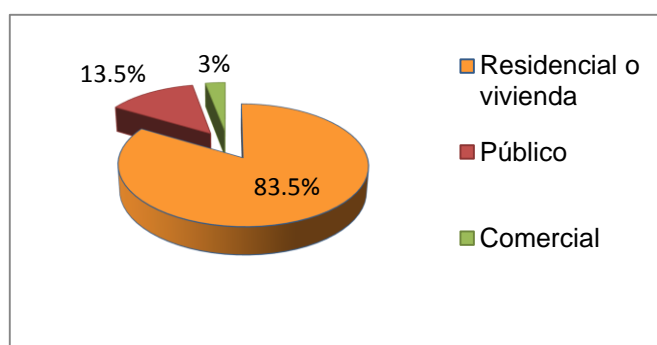


Figura No. 4.3 Distribución de consumo de energía por tipo de edificación.
 Fuente: Elaboración propia con datos de la SENER, 2010.

En lo que corresponde a las fuentes de energía empleadas en la vivienda en el año 2009 la Secretaría de Energía (SENER) informa que el Gas LP fue la principal fuente de energía utilizada en la vivienda con un 38.1% (290.18 PJ), seguido por la leña con un 34.2% (260.68 PJ), la electricidad con el 23.3% (160 PJ), el Gas Natural un 3.8% (29.08 PJ), el sol 0.5% y el queroseno 0.1% (0.84 PJ) (Figura No. 4.4).

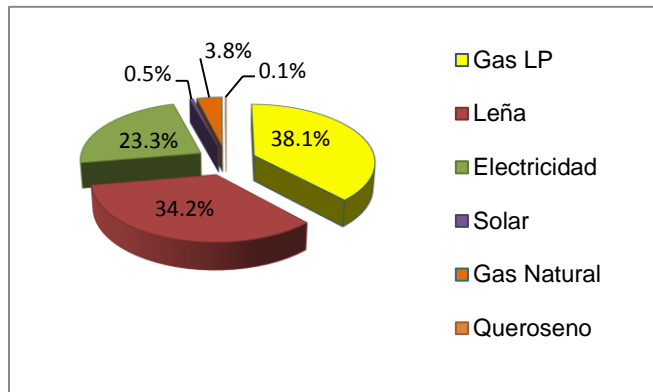


Figura No. 4.4 Fuentes de energía empleada en el sector residencial en México.
 Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2010.

El consumo de la energía en las viviendas, está dada por diversas actividades encontrándose entre las más significativas la de cocinar, calentar agua, refrigerar alimentos, uso de aparatos electrodomésticos, empleo de aire acondicionado y la de iluminación. Así mismo el INEGI (El Sector Energético en México, 2007) informa que el consumo de electricidad, a finales del año 2007 estuvo dado por 26.3 millones de consumidores residenciales, de los cuales 55% se encuentra en climas templados, 43% en climas cálidos y 2% son de alto consumo en zonas frías.

La tendencia en el consumo de las fuentes tradicionales de energía (Gas LP, electricidad, Gas Natural) del sector de la vivienda en México desde 1995 ha ido en un aumento constante, proyectándose un aumento constante hasta el 2015 de no llevar a cabo acciones para emplear fuentes renovables de energía (Figura No. 4.5). (INEGI, 2007).

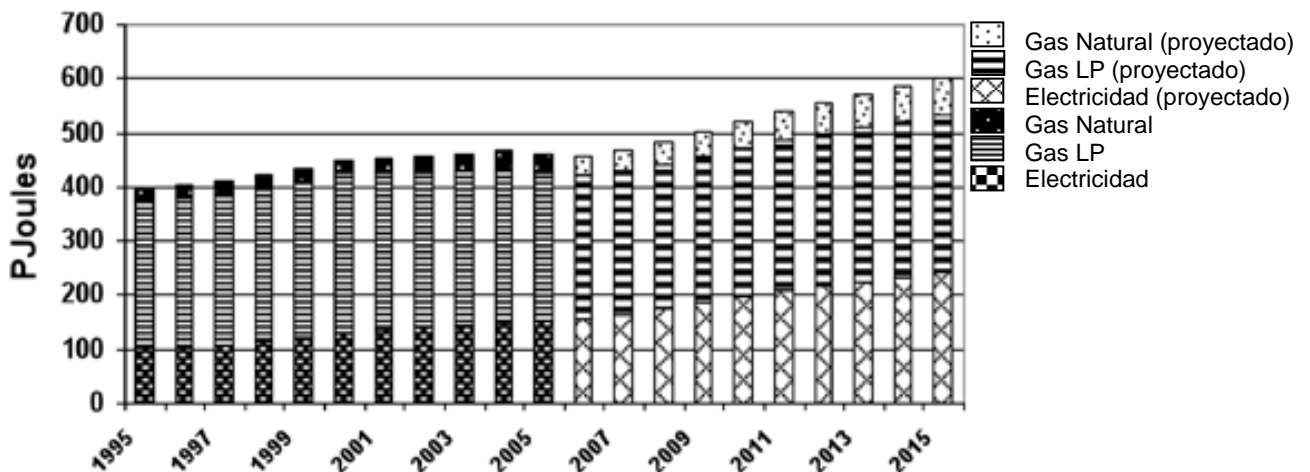


Figura No. 4.5 Consumo de energía en el sector residencial (1995-2005) y tendencias para el año 2015 en México.
 Fuente: INEGI "El Sector Energético en México, 2007".

4.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en edificaciones.

El último inventario nacional de los GEI preparado por el INE, que como ya se dijo en el Capítulo 2 comprende las estimaciones de emisiones por fuentes y sumideros hasta el año 2006 que figuran en el Apéndice A del Protocolo de Kyoto, se estimaron en 711,650.2 Gg² de CO₂ eq.

La categoría de energía sigue siendo la fuente principal de emisiones como resultado del consumo de los combustibles fósiles en nuestro país, seguida de la categoría de desechos, que aumenta su valores en comparación con el tercer Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) 2002,. El Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), así como los procesos industriales aumentan en menor medida y la agricultura disminuye su participación.

El uso de energía eléctrica para el aire acondicionado como la media general para todos los hogares situados en climas cálidos es creciente.

El consumo creciente de la energía eléctrica es motivado también por una electrificación creciente de los hogares como un mayor empleo de lavadoras y lavavajillas, televisores de mayor tamaño, computadoras y los sistemas de *stand-by* de aparatos electrodomésticos (televisiones, relojes despertador, videojuegos, etc) (Figura No. 4.6.)

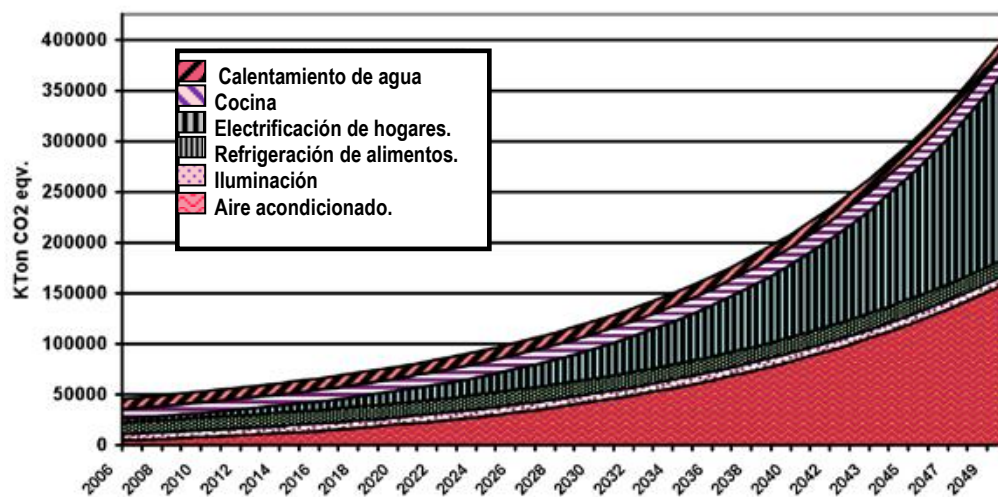


Figura 4.6 Proyecciones de CO₂ eq. las emisiones de los edificios de las viviendas en México (2006-2050).
 Fuente: PNUMA, 2009.

La suma de las emisiones de CO₂ eq para los edificios residenciales (viviendas) y comerciales se calcularon en aproximadamente 75,000 kton en el año 2006 proyectándose para el año 2050 hasta 510,000 kton (Figura No.4.7).

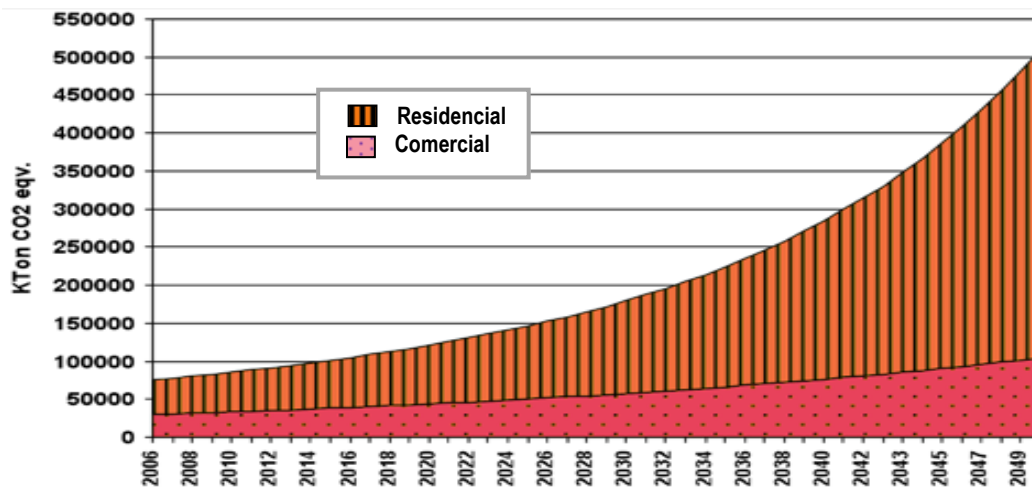


Figura No. 4.7 Proyecciones de CO₂ eq de las emisiones de los edificios residenciales y comerciales de México (2006-2050).
 Fuente: PNUMA, 2009.

Para los edificios residenciales existen cinco categorías generales de medidas de mitigación que se explican a continuación:

- ✓ Aire acondicionado. Se considera una mejora general de las prácticas de diseño y de uso de tecnología de la energía de conservación, tales como un incremento en el aislamiento térmico y una mejora en la eficiencia de las unidades de aire acondicionado.
- ✓ Iluminación. Empleo de luminarias con menor consumo de energía y mayor eficiencia.
- ✓ Refrigeración. Reducción en el consumo de energía, con aparatos certificados como de bajo consumo de energía por normas tanto nacionales como internacionales.
- ✓ Electrificación de los hogares. Esto implica una disminución en el empleo de aparatos eléctricos de alto consumo de energía con aparatos más eficientes y empleo de sistemas de energía renovables.
- ✓ Calentamiento de agua. Esta medida considera tanto un aumento en la eficiencia energética en los calentadores de agua con Gas LP o Gas Natural y un mayor uso de la energía solar.

El empleo de sistemas de aire acondicionado o de enfriamiento de aire crece de 0.68 a 4.1 MWh / año, lo que refleja una demanda creciente acelerada de las unidades de aire acondicionado, así como una mayor intensidad en su uso *per capita* sobre todo en el norte de la República Mexicana, así mismo la electrificación de hogares crece por el aumento de aparatos electrodomésticos (computadoras, lavadoras de ropa, televisores más grandes, etc.).

Las reducciones en el consumo de la energía eléctrica que ha tenido el alumbrado público es como resultado de la aplicación de políticas y programas de ahorro en los tres niveles de gobierno.

Capítulo 5. Cálculo de los Gases de Efecto Invernadero de la Unidad Habitacional Militar.

5.1 Situación actual de las unidades habitacionales militares en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

El II Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2005) registra en la ZMVM una población de poco más de 19.2 millones (18% de la población del país); 8.7 millones en el Distrito Federal (8.5% de la población nacional) y 10.5 millones en los municipios conurbados del Estado de México (10% de la población nacional). El Estado de México continúa siendo la entidad más poblada del país, con 14 millones de habitantes (13.6% del total nacional).

De acuerdo con la clasificación de la vivienda de la CONAVI y de la Secretaría del Desarrollo Social (SEDESOL) en donde se toma como base el promedio de superficie construida, el tipo de vivienda que construyen el Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Mexicanas (ISSFAM) y la SDN en beneficio de los miembros del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos es del tipo media en su mayoría cuya superficie de construcción va de 55 m² hasta 100 m² y del tipo Residencial para los mandos superiores que va de los 101 m² hasta los 200 m² (Tabla No. 2).

Tabla No. 2 Clasificación de la vivienda según la superficie construida.
 Fuente: CONAVI y SEDESOL
 "Necesidades de vivienda en México 2000-2010"

Tipo de vivienda		Promedio de construcción (m ²)
Interés Social	Básica	Hasta 30
	Social	De 31 a 45
	Económica	De 45 a 55
Media		De 55 a 100
Residencial		De 101 a 200
Residencial Plus		Más de 200

La SDN a través de su Secretaría Particular y del ISSFAM son las encargadas de llevar a cabo la construcción y/o remodelación de las casas habitación en toda la República Mexicana como una de sus estrategias para mejorar el nivel de vida en beneficio del personal militar y sus derechohabientes pertenecientes al Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos establecidas en su Programa Sectorial de Defensa Nacional 2007-2012, instrumento esencial para planear y conducir sus actividades, en estricta correspondencia con los objetivos y prioridades trazados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, tiene construidas en la Zona Metropolitana del Valle de México 15 unidades habitacionales militares ubicadas en diferentes áreas (Figura No. 5.1) con un total de 8,400 casas habitación, con una población estimada de 33,600 personas, considerando un promedio de cuatro inquilinos por vivienda.

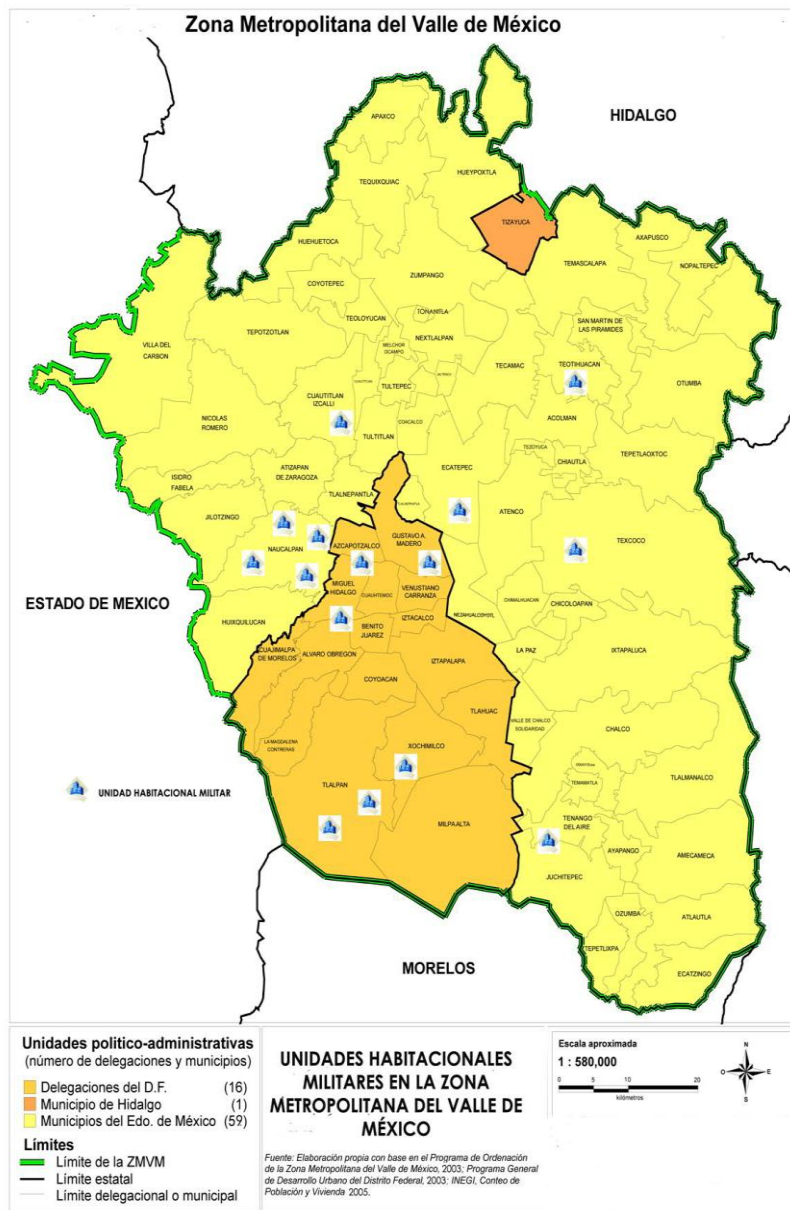


Figura No. 5.1 Ubicación de las unidades habitacionales militares De la Zona Metropolitana del Valle de México.

Fuente: Elaboración propia con datos de la SDN, del Gobierno del D.F. y del Gobierno del Edo. México.

5.2 Metodología para el cálculo de los gases de efecto invernadero de una casa habitación.

Las “Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases de efecto invernadero” fueron elaboradas en el año de 2006 por el IPCC, con el fin de proporcionar la información indispensable para efectuar la planificación y la elaboración de un inventario nacional de emisiones, proponiendo diferentes metodologías que pueden ser utilizadas por cualquier país que formen parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) presentando los resultados en informes normalizados y con validez oficial (IPCC,2006).

La elaboración de los inventarios de los GEI es una de las principales medidas adoptadas por las agrupaciones mundiales para conocer la cantidad de emisiones de GEI que se generan por actividades antropogénicas, repercutiendo directamente en el calentamiento global. Pudiendo los países que forme parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) conocer a nivel nacional, estado, localidad e inclusive instalación cuales han sido las emisiones y tener bases firmes para desarrollar nuevas políticas públicas, programas, proyectos o acciones específicas o para modificar las ya existentes. Uno de los objetivos de este trabajo es realizar un cálculo de los GEI sin llegar a elaborar un inventario, para tener parámetros de comparación en cuanto a la cantidad de estos gases que se generan en una unidad habitacional militar sin aplicar los criterios de sustentabilidad en la construcción.

La metodología que se empleó para este cálculo es la que se denomina “Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero (*Greenhouse Gas Protocol Initiative*)”, que aunque es una guía internacional para la elaboración de Inventarios de GEI a una escala de organizaciones gubernamentales, empresas privadas, pequeñas localidades, etc, desarrollada en el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), para desarrollar estándares internacionales de contabilidad, reportando los seis GEI incluidos en el Protocolo de Kioto: (bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso, (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos, (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆), para el caso de este cálculo servirá de base.

5.2.1 Límites organizacionales.

Para llevar a cabo un inventario de GEI, como parte fundamental, se deben determinar los límites organizacionales indicando las unidades administrativas o las operaciones que son propiedad o están bajo control de la organización, institución o empresa que se estudie que por lo tanto formarán parte del inventario de emisiones de GEI, así como el enfoque de consolidación, es decir, la manera en la que la información de las emisiones se procesará; existen dos tipos de enfoque: de participación accionaria y de control.

- ✓ Participación accionaria. Se contabilizan las emisiones de acuerdo al “%” de la participación accionaria de la organización, institución o empresa en sus operaciones. Es un enfoque meramente económico, debiendo haber una estrecha comunicación entre el personal que elabora el inventario y el personal encargado de la contabilidad o de los aspectos legales.
- ✓ De control, aquí la organización, institución o empresa contabiliza el 100% de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones de las cuales ejerce el control, existiendo dos criterios:
 - ✓ Financiero: la organización, institución o empresa dirige sus políticas financieras y operativas con el fin de maximizar su utilidad proveniente de la operación.
 - ✓ Operacional: se tiene autoridad plena para introducir e instrumentar políticas operativas en la operación siendo este criterio el más común para reportar emisiones. Bajo este enfoque la organización, institución o empresa deberá contabilizar como propio 100% de las emisiones de sus operaciones.

El cálculo se realizó con límites organizacionales, con un enfoque de control de las operaciones que se llevan a cabo dentro la unidad Habitacional Militar.

La SDN es una secretaría de estado que le fue ratificada su competencia y su denominación por última vez en el decreto presidencial publicado el 29 de diciembre de 1976 con la promulgación de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la cual organiza, administra y prepara al Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos para el cumplimiento de sus misiones generales. A su vez estas instituciones armadas permanentes están integradas por más de 100,000 efectivos en activo, recursos económicos que la Federación pone a su disposición, así como edificios e instalaciones que comprenden construcciones, terrenos, campos militares, bases aéreas, cuarteles, oficinas, hospitales, escuelas, fábricas, unidades habitacionales y demás instalaciones necesarias para sus fines.

El Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas (ISSFAM), es un organismo público descentralizado federal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con domicilio en la Ciudad de México, teniendo como una de sus principales funciones la de coordinar y financiar con recursos del Fondo de la Vivienda programas de construcción de habitaciones (casas propias o unidades habitacionales) destinadas a ser adquiridas en propiedad o arrendadas por los miembros en activo del Ejército, Fuerza Aérea y Armada. El ISSFAM construye estas unidades habitacionales militares mediante adjudicación directa a la Dirección General de Ingenieros quienes materializan estas obras, pero son controladas administrativa y operativamente por la Sección Secretaría Particular quien a su vez depende directamente del Secretario de la Defensa Nacional (Figura No. 5.2).

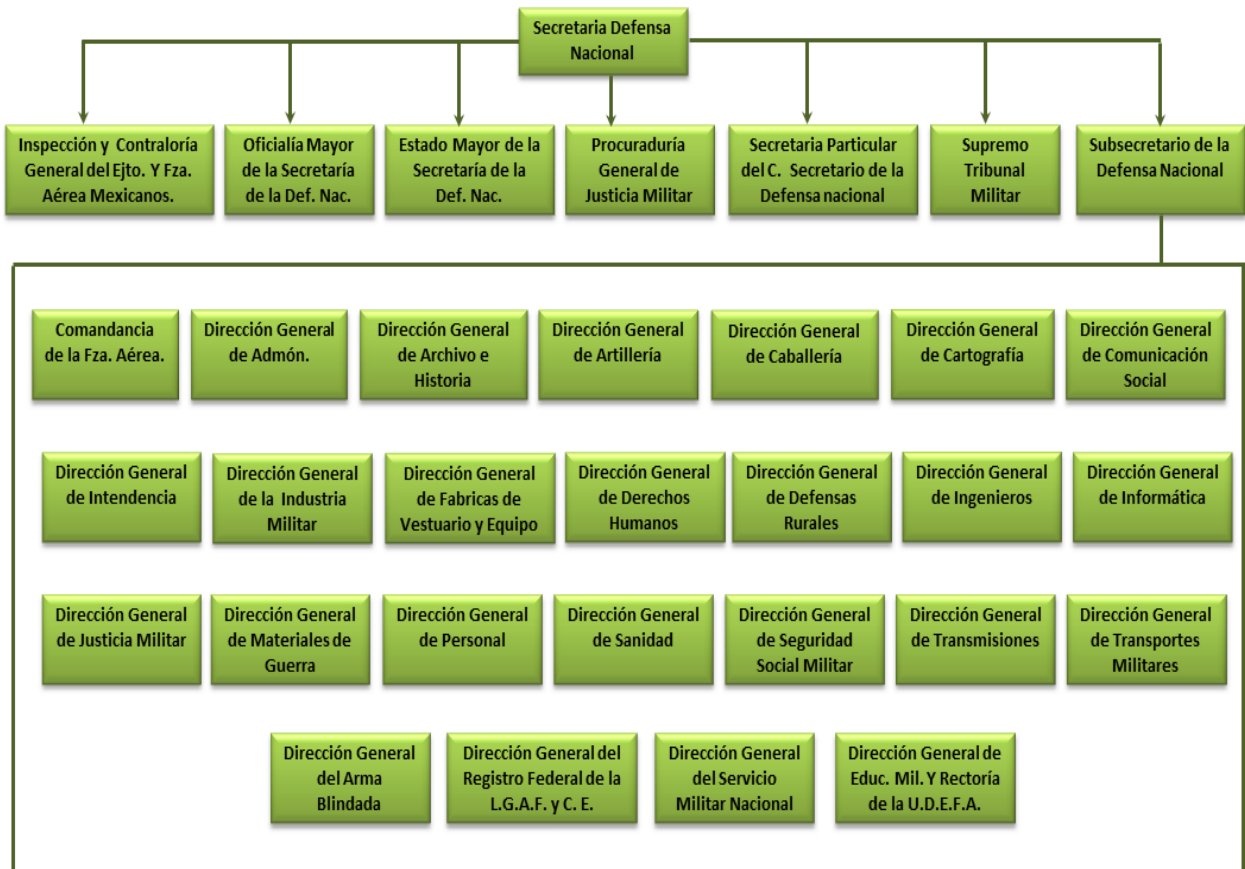


Figura No. 5.2. Estructura Funcional de la SDN.
 Fuente: Ley Orgánica E. y F.A.M. (SDN, 2009).

Los elementos que se consideraron para el cálculo fueron:

- ✓ 60 edificios con 8 departamentos cada uno.
- ✓ Un sistema de bombeo general constituido por dos bombas trifásicas de 7.5 hp. cada una.
- ✓ Un sistema de alumbrado público constituido por lámparas de mercurio de 240 volts.

5.2.2 Límites operacionales.

Como siguiente paso, posterior de la definición de los límites organizacionales en términos de control y propiedad del ISSFAM, se establecieron los límites operacionales. Identificando las emisiones asociadas a los elementos de la unidad habitacional, considerándose emisiones directas e indirectas, seleccionando también el alcance de la contabilidad, así como el tipo de reporte para las emisiones indirectas. Las emisiones directas de GEI son las de fuentes que están controladas por la unidad habitacional y las emisiones indirectas son aquellas que resultan de sus actividades, pero que ocurren en fuentes que son propiedad del mismo.

Alcance de emisiones.

Para delimitar bien las fuentes de emisiones directas e indirectas de esta unidad habitacional, realizar en forma transparente los cálculos, y al mismo tiempo que los resultados obtenidos sirvan de base para llevar a cabo posibles inventarios en unidades, dependencias e instalaciones del Ejército y Fuerza Aérea, se definieron para este caso únicamente dos "alcances" para propósitos de reporte y de contabilidad de GEI, como sigue (SEMARNAT-WBCSD, 2008):

- ✓ Alcance 1: Emisiones directas de GEI.

Las emisiones directas de GEI de esta unidad habitacional militar son el resultado de la combustión estacionaria del Gas LP en las viviendas.

- ✓ Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas al consumo de electricidad.

Las emisiones que se reportan en este alcance son las generadas por el consumo de electricidad adquirida necesaria para las siguientes operaciones:

- ✓ Uso de aparatos electrodomésticos.
- ✓ Iluminación en interiores y exteriores de viviendas.
- ✓ Sistema de abastecimiento de agua potable.
- ✓ Sistema de alumbrado público.

Para la elaboración del inventario completo de GEI en esta unidad habitacional se deben incluir las siguientes fuentes de emisiones: fuentes móviles (automóviles) y la fuente fija del depósito de desechos sólidos municipales (generación de metano).

Elección del año base.

Con el propósito de evaluar las emisiones de GEI a través del tiempo se elige un año base para ser comparado los valores calculados en el año base con los de otros años, siendo para el cálculo de las emisiones de GEI el año 2010.

Identificación de las Emisiones de GEI.

Categorizando las fuentes de las emisiones de GEI, éstas se dividen de la siguiente manera:

1. Fuentes de combustión fija: Se refieren a la quema de combustibles para generar electricidad, vapor, calor o energía en equipos estacionarios o fijos como: calderas, hornos, etc.
2. Fuentes de combustión móvil: Se refieren a la quema de combustibles por parte de vehículos automotores y aeronaves.

Para este cálculo únicamente se consideraron fuentes fijas. La categorización de emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de fuente y actividad se resume en la tabla Tabla No. 3 Alcance de las emisiones por tipos de fuente para el cálculo de GEI del caso de estudio.

Tabla No. 3 Alcance de las emisiones por tipos de fuente para el cálculo de GEI de la UHM.
 Fuente: Elaboración propia.

Alcance	Actividad	Fuente
Alcance 1 Emisiones directas	Combustión fija	
	Calentamiento del agua para uso y elaboración de alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Gas LP.
Alcance 2 Emisiones indirectas	Consumo de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación interior y exterior vivienda. • Uso de electrodomésticos.
		<ul style="list-style-type: none"> • Alumbrado público.
		<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de abastecimiento de agua potable.

Método de cálculo de emisiones.

Como paso siguiente de la identificación de las fuentes de emisiones de GEI, se procede a la selección de un método de cálculo que permita estimar dichas emisiones.

Como se mencionó en el subcapítulo 5.2 se emplearán los métodos de cálculo del *Greenhouse Gas Protocol Initiative*, utilizando factores o cocientes que cumplen con los lineamientos del IPCC. Esta unidad habitacional militar se puede clasificar según los criterios del en el sector residencial, por el tipo de emisiones se eligieron los métodos de cálculo por emisiones de dióxido de carbono tanto por quema de combustibles como por electricidad comprada (Tabla No. 4).

Tabla No. 4 Herramientas de cálculo por tipo de alcance de emisión utilizada en el caso de estudio.
 Fuente: Elaboración propia.

Alcance	Actividad	Método de cálculo
Alcance 1	Combustión fija	
Emisiones directas	Calentamiento del agua para uso y elaboración de alimentos.	Emisiones de dióxido de carbono en la quema de combustibles fósiles.
Alcance 2	Consumo de electricidad	
Emisiones indirectas	Emisiones indirectas de dióxido de carbono por electricidad comprada	

5.2.3 Recopilación de datos.

Para poder obtener la información real y puntual necesaria para el cálculo de GEI, se consideró un promedio del consumo de energía eléctrica, así como de Gas LP en cada vivienda, para lo cual se elaboró y aplicó una encuesta (Anexo “A”), con las siguientes generalidades:

- ✓ Lugar de aplicación.

Unidad Habitacional Militar “Azcapotzalco I y II”, Calle Macario Gaxiola s/n, Colonia San Pedro Xalpa. C.P.02710, Del. Azcapotzalco, D.F.

- ✓ Tipo de encuesta.

Encuesta por entrevista con indagación.

- ✓ Objetivo General.

Obtener un promedio de los aparatos electrónicos y electromecánicos utilizados, los sistemas de encendido de los mismos, costumbres de consumo de energía eléctrica, así como la cantidad de Gas LP consumido en cada familia en promedio de la Unidad habitacional Militar, así como el tiempo de empleo de cada uno de ellos, incluyendo el sistema de bombeo

- ✓ Tamaño de la muestra.

Se tomó una muestra representativa de 120 departamentos de un total de 480 equivalente al 25 % de la población total.

- ✓ Población.

Personal usuario de los departamentos de la unidad habitacional militar de las armas, pudiendo ser el militar o un derechohabiente.

5.2.4 Cálculo de emisiones.

- ✓ Alcance 1. Emisiones directas GEI.

Las emisiones directas de la unidad habitacional son por combustión fija del Gas LP que se emplea para calentar agua y para la elaboración de alimentos (estufa).

Se considera una familia promedio de 4 elementos por vivienda, de las encuestas el consumo promedio de Gas LP por familia de 25 kg ó 14 lts. al mes, con un factor de conversión de la SENER de 0.56 kg/lt.

Con este promedio se calculó un consumo de Gas LP para los 480 departamentos por un año, resultando un total de 144,000 kg. El consumo de Gas LP, no solo genera CO₂ sino también emisiones de CH₄ y N₂O para su cálculo se emplean los factores de emisión que proporciona las directrices del IPCC para la elaboración de inventarios de emisiones de GEI nacionales (Tabla No.5).

Tabla No. 5. Factores de conversión a CO₂.
 Fuente: IPCC, 2006.

Tipo de combustible	Factores de emisión
FE CO ₂ diesel=	74.1 kg CO ₂ /kg de diesel
FE CH ₄ diesel=	0.003 kg CH ₄ /kg de diesel
FE N ₂ O diesel=	0.0006 kg N ₂ O /kg de diesel
FE CO ₂ Gas LP=	63.1 kg CO ₂ /kg de diesel
FE CH ₄ Gas LP=	0.001 kg CH ₄ /kg de diesel
FE N ₂ O Gas LP=	0.0001 kg N ₂ O /kg de diesel

Para obtener las emisiones, estos factores se emplean en la siguiente formula:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{CC} * \text{FE.}$$

Donde:

CC= Consumo de combustible *i*

FE= Factor de emisión de emisión del combustible *i* (IPCC, 2006).

El total de emisiones por consumo de Gas LP fue de 9,086.40 kg CO₂ equivalente ó 9.08 tn CO₂ equivalente, 0.009 tn de CH₄ y 0.00090 tn de N₂O (Tabla No. 6).

Tabla No. 6 Emisiones totales de CO₂ por consumo de Gas LP.
 Fuente: Elaboración propia.

Fuente	Tipo de combustible	Consumo	Unidades	Factores de Emisión			Unidades equivalentes de CO ₂	Emisiones Totales de CH ₄	Emisiones Totales de N ₂ O
				Kg CO ₂ /GJ	Kg CH ₄ /GJ	Kg N ₂ O /GJ	Emisiones Totales	Emisiones Totales	Emisiones Totales
Consumo de Gas Licuado Propano	Gas Licuado Propano	144,000	kg	63.10	0.0010	0.0001	9,086.40	9.0864	0.9086
Gran Total de Emisiones de dióxido de carbono equivalente, de metano y de óxido nitroso							9,086.40	9.0864	0.9086

✓ Alcance 2. Emisiones indirectas:

Las emisiones indirectas son por el consumo de energía comprada utilizada en iluminación en el interior de las viviendas, funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, funcionamiento de aparatos electrodomésticos, así como la iluminación pública de áreas comunes y avenidas.

Para obtener el consumo por departamento por lo que respecta a los aparatos electrodomésticos tomándose como base los resultados de las encuestas se elaboró una tabla con los más comunes con el consumo de watts cuando están encendidos, se sacaron promedios del tiempo de uso real de cada uno de ellos y se consideró el consumo de la función *Stand-by* que según la SENER puede representar hasta el 12% del consumo del aparato. Con estos datos se obtuvo el consumo total de kw/hr de cada aparato por año, arrojando un gran total de 7,262.51 kw/año/departamento (Tabla No. 7).

Tabla No. 7. Consumo total de energía eléctrica de departamento por año.
 Fuente: Elaboración propia.

Aparato electrónico	Potencia en Watts		Tiempo de uso (períodos más comunes)		Tiempo de uso al mes en horas		kw por mes		kw por año		Total kw/ año
	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	
Exprimidor de jugos	0	30	0	15 min/día	0	7.90	0.000	0.237	0.000	2.844	2.844
Videocassetera o DVD	3	25	21 hr/día	3 hr/ día	661.5	94.50	1.985	2.363	23.814	28.350	52.164
Extractor de frutas y legumbres	0	300	0	15 min/día	0	7.88	0.000	2.364	0.000	28.368	28.368
Batidora	0	200	0	2 hr/ semana	0	8.00	0.000	1.600	0.000	19.200	19.200
Licuada mediana potencia	0	400	0	10 min/día	0	5.25	0.000	2.100	0.000	25.200	25.200
Bomba de agua de cisterna a tinaco	48	400	95 min/día/per	25 min/día/per	49.88	13.13	2.334	5.252	28.731	63.024	91.755
Tostadora	0	1000	0	10 min/día	0	5.25	0.000	5.250	0.000	63.000	63.000
Radio grabadora	9	40	20 hr/día	4 hr/día	630	126.00	5.670	5.040	68.040	60.480	128.520
Secadora de pelo	0	1600	0	10 min/día	0	5.25	0.000	8.400	0.000	100.800	100.800
Estereo musical	9	75	20 hr/día	4 hr/día	630	126.00	5.670	9.450	68.040	113.400	181.440
Tv color 19" a 21"	9	70	18 hr/día	6 hr/día	567	189.00	5.103	13.230	61.236	158.760	219.996
Horno eléctrico	0	1000	0	15 min/día	0	7.88	0.000	7.880	0.000	94.560	94.560
Horno de microondas	60	1200	1410 min/día	30 min/día	740.25	15.75	44.415	18.900	532.980	226.800	759.780
Lavadora Automática	36	400	164 hr/semana	4 hr/semana	656	28.00	23.616	11.200	283.392	134.400	417.792
Aspiradora horizontal	0	800	0	4 hr/semana	0	28.00	0.000	22.400	0.000	268.800	268.800
Cafetera	0	750	0	1 hr/día	0	31.50	0.000	23.625	0.000	283.500	283.500
Plancha	0	1000	0	6 hr/semana	0	25.80	0.000	25.800	0.000	309.600	309.600
video juego	22.5	250	22 hr/día	2 hr/día	693	63.00	15.593	15.750	187.110	183.000	376.110
Equipo computo (incluye impresora)	27	300	20 hr/día	4 hr/día	630	126.00	17.010	37.800	204.120	453.600	657.720
Ventilador de pedestal	0	70	0	5 hr/día	0	157.50	0.000	11.025	0.000	33.075	33.075
Refrigerador de 14 a 16 ft ³	49.3	290	16 hr/día	8 hr/día	504	252.00	24.847	73.080	298.166	876.960	1175.126
Focos incandescentes de 60 watts	0	600	0	5 hr/día	0	157.50	0.000	94.500	0.000	1134.000	1134.000
Calentador de aire	0	1500	0	4 hr/día	0	126.00	0.000	183.000	0.000	567.000	567.000
Reloj despertador C.A.	0	30	0	24 hr/día	0	756.00	0.000	22.680	0.000	272.160	272.160
Gran total kw/año/depto										7262.510	

Por lo que respecta al consumo del alumbrado público en áreas comunes y vialidades hay un total de 30 lámparas de mercurio, elaborándose la tabla respectiva, tomando en cuenta que aunque las lámparas no están encendidas las balastras que emplean consumen energía eléctrica, obteniéndose un consumo total de 1,997.352 kw/año (Tabla No. 8).

Tabla No. 8 . Consumo de energía eléctrica de alumbrado público de la UHM al año.

Fuente: Elaboración propia.

Tipo y número de lámparas	Potencia en Watts		Tiempo de uso (periodos más comunes)		Tiempo de uso al mes en horas		kw por mes		kw por año		Total kw/ año
	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	
30 Lámparas de vapor de mercurio de 240 volts	68	400	13 hr/día	11 hr/día	409.5	346.5	27.846	138.600	334.152	1663.200	1997.352

Para el sistema de bombeo de agua potable de la unidad habitacional se consideró el consumo de dos bombas trifásicas de 7.5 hp, el tiempo de encendido por día, así como el consumo que se tiene por el sistema automático de encendido y los tableros de control, calculándose un consumo total por año de (Tabla No. 9):

Tabla No. 9 Consumo de energía eléctrica de las bombas del sistema de bombeo de la UHM al año.

Fuente: Elaboración propia.

Tipo y número de bombas	Potencia en Watts		Tiempo de uso (periodos más comunes)		Tiempo de uso al mes en horas		kw por mes		kw por año		Total kw/ año
	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	Stand-by	Encendido	
2 Bombas de 7.5 hp	987	6322	18 hr/día	6 hr/día	567	189	559.629	1194.858	6715.548	14338.296	21053.844

El gran total del consumo de energía eléctrica por el empleo de aparatos electrodomésticos de los 480 departamentos, por iluminación interior de los mismos, por el sistema de agua potable y por el alumbrado público es de 3,509,056.13 kw/hr (Tabla No. 10).

Tabla No. 10. Consumo total de energía eléctrica de la UHM al año.

Fuente: Elaboración propia.

CONCEPTO	KW/AÑO
CONSUMO 480 DEPARTAMENTOS	3486004.934
CONSUMO ILUMINACIÓN PÚBLICA	1997.352
CONSUMO BOMBAS TANQUE ELEVADO	21053.844
GRAN TOTAL	3509056.13

Empleándose el factor de emisión indirecta de CO₂ por el consumo de energía eléctrica que están indicadas en las Directrices del IPCC para la Elaboración de Inventarios Nacionales de GEI de 528.3 g CO₂/kWh (SEMARNAT, 2008), se procedió a calcular las emisiones con un total de 1,853.83 tn CO₂ (Tabla No. 11).

Tabla No. 11. Emisiones totales de CO₂ por consumo de energía eléctrica.
 Fuente: Elaboración propia.

	Paso 1	Paso 2	Paso 3
	A*	B*	C
	Consumo de Energía Eléctrica	Factor de emisión del CO ₂	Emisiones indirectas en toneladas de CO ₂
	Unidad	Unidad	$C = A * B / 1,000,000$
	<i>kW/año</i>	gramos CO ₂ / kWh	Ton de CO ₂
Fuente de Emisión			
Consumo total	3,509,056.13	528,30	1,853.83
Emisiones totales en toneladas de CO₂			1,853.83

5.2.5 Reporte de los resultados del cálculo de GEI.

En el año 2010, la Unidad Habitacional Militar “Azcapotzalco II y III” tuvo:

- ✓ Alcance 1. Emisiones directas de GEI.

Emisiones directas de GEI por consumo de Gas LP fue de 9.08 tn CO₂, 0.009 tn de CH₄ y 0.0009 tn de N₂O.

- ✓ Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI.

Emisiones indirectas de GEI por consumo de electricidad adquirida fue de 1,853.83 tn CO₂.

Con el fin de tener la medición de los GEI en C equivalente deberá realizarse una conversión en la que se emplean los valores de potencial de calentamiento global recomendados por el Protocolo de GEI (Tabla No. 12), para lo cual se multiplicarán los valores obtenidos de los GEI por los potenciales respectivos (Tabla No. 13).

Tabla No. 12. Potencial de calentamiento global CO₂ eq.
 Fuente: IPCC, 2006.

Gas de Efecto Invernadero	Potencial de calentamiento Global (CO ₂)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano(CH ₄)	21
Óxido Nitroso(N ₂ O)	310

El total de las emisiones calculadas en el año 2010 en la Unidad Habitacional Militar “Azcapotzalco II y III” fue de 1,863.384 tn CO₂ eq. (Tabla No. 13).

Tabla No. 13. Emisiones totales de CO₂ eq.
 Fuente: Elaboración propia.

Fuente	GEI calculados (tn)			Potencial de calentamiento global			Unidades equivalentes de CO ₂ (tn)			Totales de CO ₂ eq (tn)
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq	CO ₂ eq de CH ₄	CO ₂ eq de N ₂ O	
Consumo de Gas Licuado Propano	9.086	0.009	0.0009	1	21	310	9.086	0.189	0.279	9.554
Consumo de electricidad adquirida	1,853.83						1,853.83			1,853.83
Gran Total de Emisiones de dióxido de carbono equivalente							1,862.916	0.189	0.279	1,863.384

En forma gráfica el porcentaje que le corresponden tanto a las fuentes directas como indirectas de las emisiones de GEI se representan en la Figura No. 5.3.

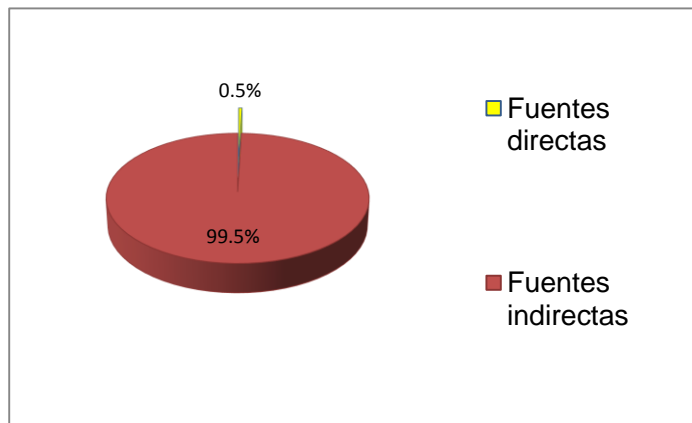


Figura No. 5.3. Porcentaje de las fuentes de GEI en la totalidad de emisiones.
 Fuente: IPCC, 2006.

Capítulo 6. Diseño de la Unidad Habitacional Militar Sustentable tipo para la Zona Metropolitana del Valle de México.

6.1 Diseño bioclimático de la Unidad Habitacional Militar tipo para la Zona Metropolitana del Valle de México.

Un diseño bioclimático es la acción de proyectar o construir considerando la interacción de los elementos del clima con la construcción, a fin de que sea esta misma la que regule los intercambio de materia y energía con el ambiente y determine la sensación de confort térmico en interiores, pudiendo ser en un rango de temperaturas entre 20°C y 25°C.

Un adecuado diseño bioclimático contribuye a disminuir la transferencia de energía a través de la envolvente térmica (este concepto se tratará con mayor amplitud en el subcapítulo 6.4), ya que se pueden aprovechar los vientos (energía pasiva) y la dirección de los rayos solares con una buena orientación del edificio que proteja de los vientos invernales que en México se han registrado en algunas áreas de la ZMVM temperaturas de hasta 3°C (Figura No. 6.1) , esto viendo a la edificación como una sola estructura.

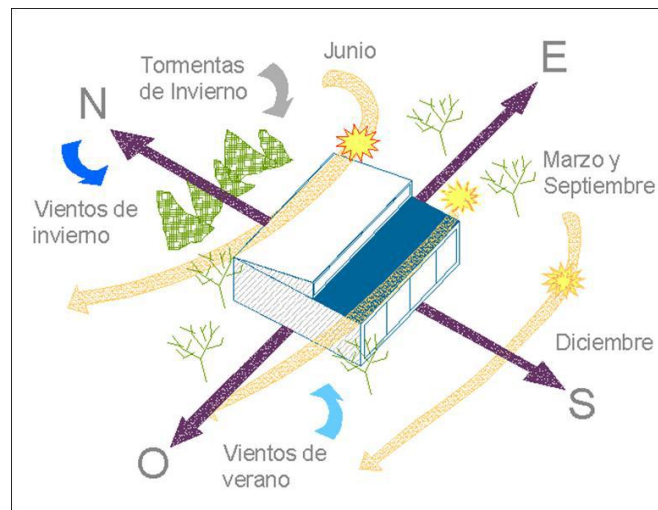


Figura No. 6.1 Orientación adecuada de una edificación.
 Fuente: CMM, 2010.

Durante el invierno es necesario minimizar las pérdidas térmicas a través de los elementos estructurales, así como realizar una captación adecuada de energía, y durante el verano, evitar y eliminar el sobrecalentamiento. Para construir una edificación con principios bioclimáticos característicos del Diseño Pasivo, se deben respetar aspectos tales como:

- ✓ Orientación
- ✓ Iluminación natural
- ✓ Diseño por viento (Ventilación natural, ventilación cruzada, etc.)
- ✓ Diseño solar pasivo (sin celdas fotovoltaicas)

La propuesta para la orientación de la unidad habitacional en su conjunto así como la de los edificios es hacia el sureste, siendo que en las viviendas orientadas así, las habitaciones reciben mayores ventajas de la orientación hacia al sur y es más fácil mediante empleo de cortinas verdes o algún otro elemento arquitectónico controlar las desventajas de las fachadas este y oeste. Los edificios tienen un giro de 49° con respecto a su horizontal, considerando la latitud de la ubicación de la República Mexicana con respecto al Ecuador aprovechando los rayos del sol, para que en verano los rayos del sol no incidan directamente en las habitaciones de descanso (estancia, comedor y habitaciones) aprovechando en invierno el tiempo máximo de los rayos del sol para aumentar la temperatura en su interior materializándose esto en el plano del sembrado de la propuesta de la unidad (Anexo “B”).

Los criterios que se deben considerar para diseñar un espacio bioclimáticamente adecuado, considerando el sistema humano, el sistema del entorno y el sistema tecnológico son los indicados en la Tabla No. 14.

Tabla No. 14. Criterios de diseño bioclimático.
 Fuente: Comportamiento Climático en la Arquitectura (Morillón, 2003).

CRITERIOS		
1er Grupo	Condiciones ambientales	Temperatura del aire, humedad del aire, velocidad del aire, radiación solar
2do Grupo	Ocupantes	Vestido con el que cubren los ocupantes y variables de metabolismo: edad, peso, complejión,
3er Grupo	Diseño	Materiales, orientación, forma, envolvente, etc.

Por lo que respecta a la iluminación de las viviendas, esta dependerá en gran medida de la cantidad de luz que se permita entrar en las habitaciones, así como del color y acabados de las superficies de muros, plafones y pisos. Cuando la luz penetra en la estancia, las superficies interiores la reflejarán, por lo que se propone emplear colores claros en los interiores para que no se vean afectados tanto la calidad como la cantidad de la luz natural al tener un mayor grado de reflexión, disminuyendo de esta forma el empleo de luz artificial y por consiguiente el empleo de energía eléctrica y de emisiones de GEI.

Por otro lado si se permite la entrada de iluminación en exceso se tendrá un sobrecalentamiento de las habitaciones, por lo que se tendrá la necesidad de emplear sistemas para enfriamiento y de mayor energía eléctrica. La propuesta del empleo de los cristales para las ventanas se trata el subcapítulo 6.5 (Envolvente térmica) por analizarse como elemento fundamental para la pérdida o ganancia de energía.

Las dimensiones de las ventanas en las fachadas de los edificios de la unidad, tienen las medidas para permitir una cantidad de luz natural adecuada, proyectando vegetación de temporada en ventanas como cortina verde en primavera y que permita el paso de la luz en invierno (Anexo “C”).

El diseño por viento en cada edificio se basó en la correcta orientación de los vacíos, la unión y uso de los cerramientos, así como en el diseño arquitectónico diseñándose un patio interior en cada edificio (Anexo “D”) para aprovechar al máximo la ventilación cruzada como en las casonas de la época colonial, pudiendo en cada departamento aumentar o disminuir esta ventilación con la apertura o cierre de sus ventanas.

Se proyectó la colocación de vegetación regional en los alrededores de cada edificio para que funja como barrera natural para protección de las rachas de viento, para sombra natural en los muros y como canal de conducción de los vientos alisios para ventilación natural (Figura 6.2), así como jardines en el patio central de cada edificio para la generación de un microclima confortable aprovechando de una mejor forma las condiciones climáticas naturales como: la luz natural, la vegetación y los vientos; el patio servirá como un elemento esencial para la regulación de la temperatura y de los consumos energéticos en los espacios comunes (Anexo “D”). Esto se ve beneficiado aún más con el diseño de un espejo de agua como una extensión del área verde y produciendo un efecto de relajación con el movimiento del agua.

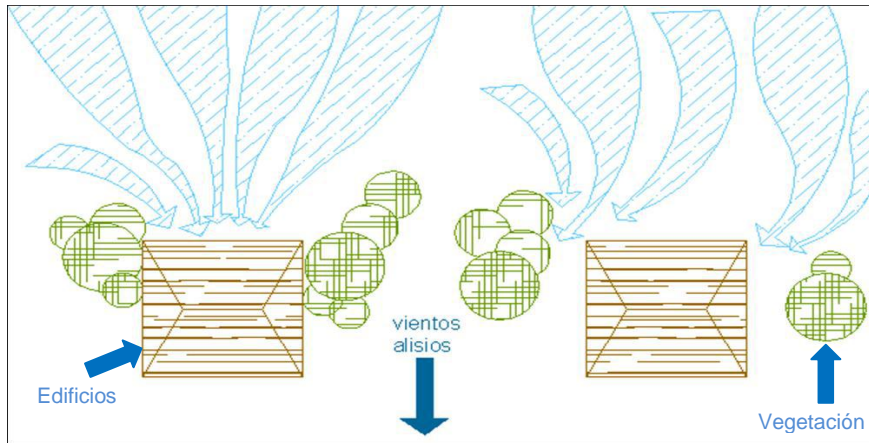


Figura No. 6.2. Barrera natural contra vientos en cada edificio.

6.2 Propuesta del sistema combinado de suministro de agua.

La propuesta del sistema combinado, por considerar suministro de agua potable, aguas pluviales y aguas grises y negras tratadas para esta unidad habitacional (Figura No. 6.3) plantea un ahorro considerable del agua que se consume proveniente de la red municipal, mediante el reaprovechamiento de las aguas grises para muebles sanitarios, aprovechamiento del agua pluvial para actividades de limpieza sin que llegue a ser para consumo humano, así como para riego de áreas verdes y con la posibilidad de que por medio de pozos de absorción aporte algo a la recarga de acuíferos en el subsuelo.

Se busca también tratar las aguas negras antes de ser descargadas al drenaje municipal coadyuvando a la conservación del medio ambiente o con posibilidades de un tratamiento adecuado para ayudar a la recarga de acuíferos.

Con el tratamiento de aguas negras y grises se contribuye también en la mitigación de GEI. Un dispositivo propuesto para cada edificio adecuado de reutilización de aguas grises y negras que no produzca malos olores por crecimiento de colonias bacterianas en la instalación es como el de la Figura No. 6.4, diseñada para tratar 6 m³ ó 6,000 lts. de aguas grises y/o negras la cual cumple con la norma NOM-003-ECOL-97.

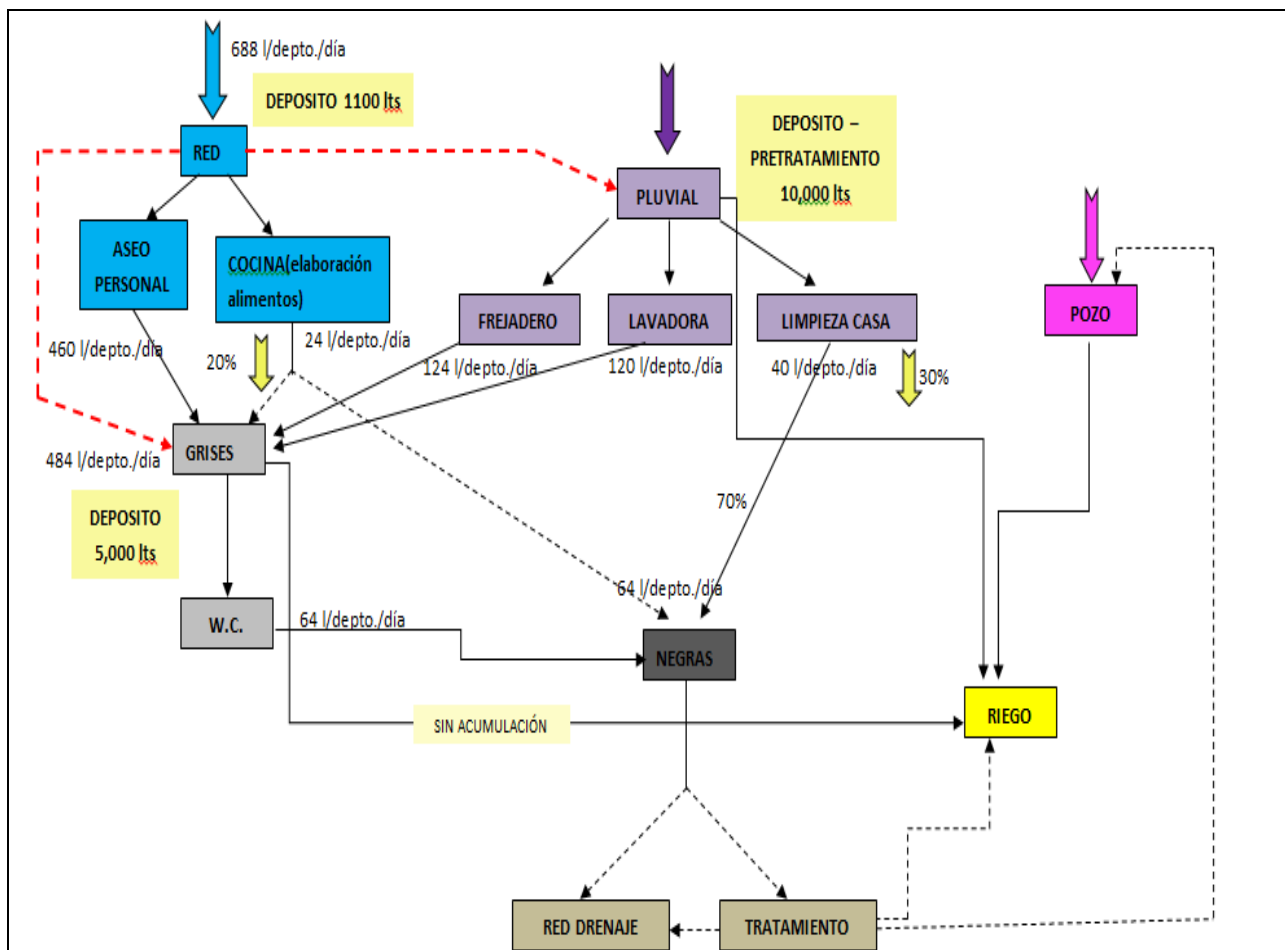


Figura No. 6.3 Propuesta de sistema combinado para optimizar el abastecimiento de agua en las viviendas de la Unidad Habitacional Militar.
 Fuente: Elaboración propia.



Figura No. 6.4. Planta de tratamiento de aguas grises y negras.
 Fuente: Guía metodológica para el uso de tecnologías ahorradoras de energía y agua en las viviendas de interés social en México.

Para obtener el consumo promedio de un departamento tipo de una unidad habitacional militar de clase media se consideró un promedio de 4 habitantes por departamento con 2 baños completos, cocina, patio de servicio, y el empleo de electrodomésticos comunes, como sigue:

- ✓ Si se considera que el tiempo promedio de una persona para bañarse es de 10 minutos y con un consumo promedio de agua por minuto es de 6 lts el total de agua que emplea una persona por día para bañarse es:

$$6 \text{ lts} \times 10 \text{ min.} = 60 \text{ lts/persona/día}$$

- ✓ El consumo de lavabo aproximado por día para una persona para aseo personal (sumando consumos parciales) es de:

$$5 \text{ lts.} \times 5 \text{ min.} = 25 \text{ lts/persona/día}$$

- ✓ El consumo de agua en la cocina considerando elaboración de alimentos, lavado de trastes, etc, por persona es de 5 lts. x 25 min. = 125 lts en total entre 4 personas es de 31 lts/persona/día.
- ✓ El consumo de un w.c. con un depósito común tiene un consumo por descarga de 8 lts., considerando 2 descargas por persona diarias.
- ✓ Para el consumo del lavado de ropa por persona se considera emplear una lavadora automática con gasto de 180 lts por ciclo y dos ciclos completos, lavando cada 4 días es de 30 lts/persona/día.
- ✓ Actividades de limpieza de departamento se considera un consumo diario total de 40 lts entre 4 personas, es de 10 lts/persona/día.
- ✓ El total de consumo de un departamento tipo por día es (Tabla No. 15):

Tabla No. 15. Consumo real de agua por departamento/día.
 Fuente: Elaboración propia.

Salida hidráulica	Consumo diario por persona (lts.)	Promedio de personas por departamento	Consumo total (lts/departamento/día)
Regadera	60	4	240
Lavabo	25	4	100
Fregadero	31	4	124
W.C.	16	4	64
Lavado de ropa	30	4	120
Trabajo de limpieza	10	4	40
Totales	172	4	688

Si se emplean dispositivos ahorradores de agua los cuales cumplen con la norma NOM-005-CNA-1997 como el que muestra la Figura No. 6.5, en las salidas de regaderas y de llaves de lavabos y fregaderos, adaptados a la tubería de cobre de 19 mm (salida normales de regadera y llaves de agua) con mantenimiento casi nulo, se disminuirá aproximadamente un 60% la cantidad de agua a consumir en estas salidas como sigue (Tabla No. 16):

Tabla No. 16. Ahorro de agua por departamento/día con dispositivos en salidas de agua.
 Fuente: Elaboración propia.

Salida hidráulica	Consumo diario (lts/departamento/día)	Porcentaje de ahorro (%)	Consumo con dispositivo (lts/departamento/día)	Ahorro de agua (lts/departamento/día)
Regadera	240	60	144	96
Lavabo	100	60	60	40
Fregadero	124	60	74	50
Totales	464	60	278	186

Empleando inodoros con depósitos ahorradores de agua de 6 lts y un sistema de descarga combinado, se tienen el siguiente ahorro (Tabla No. 17):

Tabla No. 17. Ahorro de agua por departamento/día con dispositivos en inodoros.
 Fuente: Elaboración propia.

Salida hidráulica	Consumo diario (lts/departamento/día)	Porcentaje de ahorro (%)	Consumo con dispositivo (lts/departamento/día)	Ahorro de agua (lts/departamento/día)
Inodoro	64	50	32	32
Totales	64	50	32	32

Para el consumo de agua para lavado de ropa y trabajos de limpieza se considera el mismo consumo en virtud de ser empleada por volumen y no por tiempo.

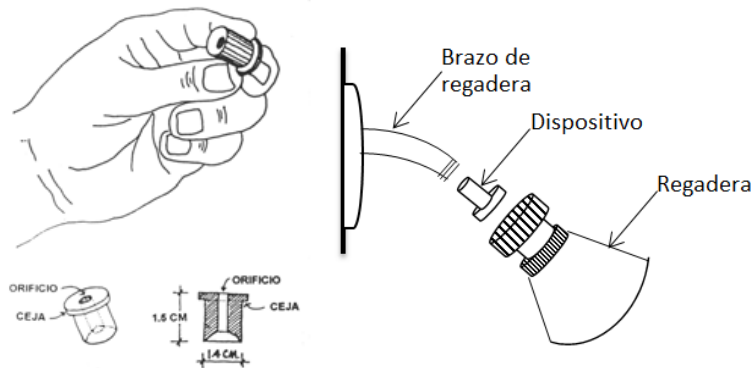


Figura No. 6.5 Dispositivo ahorrador de agua.
 Fuente: Elaboración propia con información de norma NOM-005-CNA-1997.

6.3 Propuesta del sistema de calentamiento de agua por medio de colectores solares.

Los sistemas de calentamiento de agua emplean la energía térmica radiante del Sol para el calentamiento de agua, reduciendo el consumo de Gas LP o natural en las edificaciones y por consiguiente las emisiones de GEI. Estos sistemas se subdividen en activos y pasivos:

- ✓ Activos. Se subdividen en sistemas de circulación directa y sistemas de circulación indirecta, requieren sistemas de impulsión para su funcionamiento.
- ✓ Pasivos. Se subdividen en termosifónicos (Figura No. 6.6), los cuales funcionan por la diferencias de densidades por el incremento o decremento de la temperatura dentro de los colectores llegando hasta un termotanque y los híbridos (Figura No. 6.7) cuentan con colectores, termotanque y están conectados al calentador de agua de Gas LP.

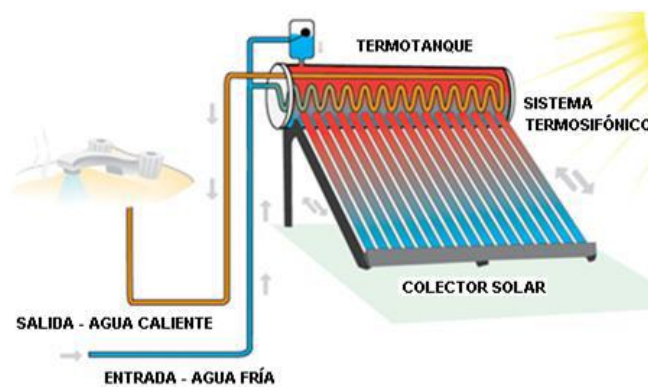


Figura No. 6.6. Sistema termosifónico.
Fuente: CMM, 2010.



Figura No. 6.7 Sistema híbrido.
Fuente: CMM, 2010.

El sistema propuesto para emplear en la unidad habitacional para cada vivienda será un sistema pasivo termosifónico constituido por un panel solar plano con un termotanque de 150 lts, con una eficiencia mínima del 58 %, un área bruta 2 m², área del absorbedor 1.75 m² (Figura No. 6.8).



Figura No. 6.8. Colector solar de agua con panel plano.
Fuente: Guía metodológica para el uso de tecnologías ahorradoras de energía y agua en las viviendas de interés social en México.

Las consideraciones que se deben tomar en cuenta para un correcto diseño son:

- ✓ El cálculo del porcentaje a disminuir en el consumo de Gas L.P, con el empleo de estos colectores, que según la SENER en 10 años se puede tener hasta un ahorro del 70%.
- ✓ Se tiene que considerar las trayectorias estacionales del sol (primavera y otoño, invierno y verano diferentes).
- ✓ Se tiene que calcular la inclinación de colectores para optimizar la energía solar, pudiendo ubicarlo con orientación al sur, inclinación $19^{\circ} 20'$ con respecto a la horizontal, caracterizado con la norma NMX-ES-001- NORMEX-2005.
- ✓ Verificar su rendimiento considerando que México es un país con alta incidencia de energía irradiación media anual de 5kWh/m^2 en promedio, como lo muestra la Figura No. 6.9.

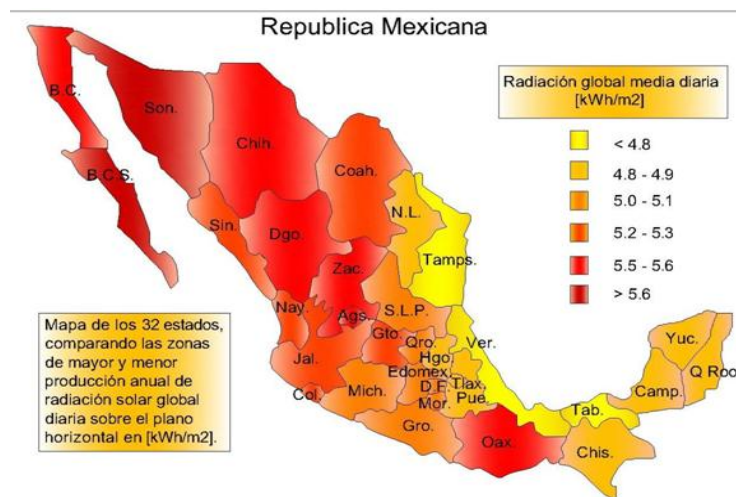


Figura No. 6.9. Mapa de la radiación solar de la República Mexicana.
 Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2007.

La propuesta de instalación en las azoteas de cada edificio es en serie para evitar la mayor pérdida de energía calorífica por las tuberías de agua caliente que alimentan cada departamento, ahorrando también espacio para emplearse como azotea verde (Figura No. 6.10).

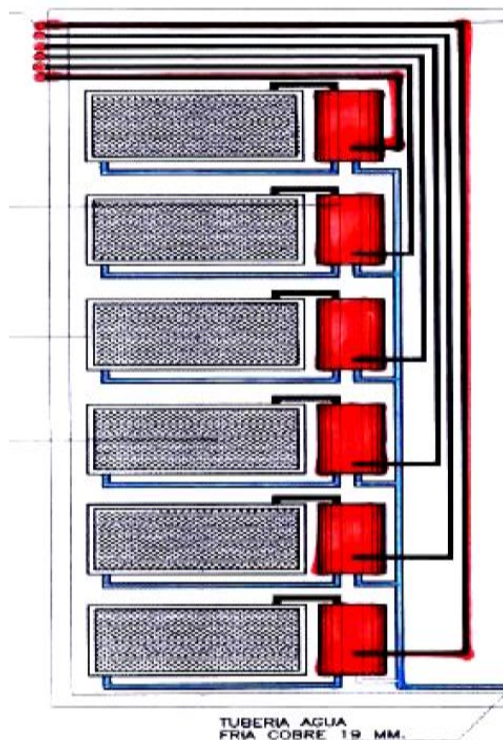


Figura No. 6.10. Arreglo en serie de colectores solares para edificios.
Fuente: Ecotecnologías, Armando Deffis

6.4 Propuesta de la azotea verde.

Un techo o azotea verde es una cubierta ajardinada parcial o totalmente cubierta por vegetación. Se propone en el diseño de la unidad habitacional azoteas verdes con una superficie de 120 m² por edificio, representando solo el 25% de la totalidad de la superficie de la losas de azotea, en virtud de que el resto de la superficie será empleada para la instalación de colectores solares, áreas inclinadas y vacíos (Anexo “E”).

Los beneficios que se obtienen con el empleo de azoteas verdes son:

- ✓ Aportación para la disminución del fenómeno térmico denominado “Isla de Calor Urbano”, al absorber una parte del calor que se concentra en los centros urbanos por las grandes superficies de concreto, por la concentración de habitantes y por las grandes emisiones de calor por las actividades antropogénicas, así como la existencia de pocas áreas naturales. La temperatura aumenta en relación de 1.1 a 1.2 °C en ciudades de 500,000 -1,000,000 de habitantes con respecto a las zonas no urbanas de la periferia.
- ✓ Producen oxígeno y absorberán dióxido de carbono.
- ✓ Sirven como filtro para las partículas de polvo y suciedad del aire, absorbiendo las partículas nocivas.

- ✓ Tienen una función de reguladoras de las diferencias de temperatura de los ciclos del día y de la noche.
- ✓ Ayudan a la conservación de la humedad en el aire.
- ✓ Son parte fundamental de la envolvente térmica del edificio, ya que son un excelente aislante térmico.
- ✓ Son un buen aislante acústico, que contribuyen al confort en el interior de los habitantes.
- ✓ Son áreas de amortización de las intensas lluvias y área de captación de aguas pluviales para su reúso.
- ✓ Contribuyen al desarrollo de flora y fauna benéfica, además de mejorar el olor del medio.
- ✓ Son estéticamente benéficas influyendo positivamente en el estado de ánimo y en la distensión de los usuarios de la unidad habitacional.
- ✓ Disminuyen el impacto ambiental de los edificios al

La azotea verde ya es empleado en países desarrollados y en edificaciones en México, como en el Museo del Acero en el Parque Fundidora en Monterrey, Nuevo León o como en las oficinas corporativas del Banco HSBC en el DF entre otras (Figura No. 6.11).



Figura No. 6.11 Azoteas verdes en edificaciones en México.
Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, 2007.

Del análisis de la información de los tipos diferentes de azotea verde y las cargas muertas del material a emplear se llegó a los siguientes resultados:

- Se empleará la azotea de verdeado extensivo, por ser techos planos, considerando un sustrato de 15 cm.
- El cálculo de carga muerta, con saturación de agua máxima será de 140 kg/m².

- Se consideró una pendiente mínima de desagüe de 30% para este sustrato (16.5°) para diseño el relleno de azotea.
- Es necesario emplear dispositivos de contención para asegurar, que no se deslizará el sustrato aun cuando se encuentre saturado de agua.
- Se consideró una estructura de “techo caliente” (sin cámara ventilada de compresión), para aprovechar efectos positivos de enfriamiento en verano y aislamiento térmico en invierno.
- Se empleará vegetación endémica, resistente a sequías.

6.5 Propuesta para hacer eficiente la envolvente térmica.

La envolvente de una edificación estará integrada por el techo, los muros exteriores (de carga), las ventanas y los pisos que funcionan como una barrera térmica hacia el exterior (Figura No. 6.12), la cual impedirá la entrada y salida de energía calorífica generada por fuentes naturales (sol, calor metabólico) como artificiales (equipos electrónicos, radiación incandescente, instalaciones, combustión), teniendo un papel determinante en la cantidad de energía eléctrica necesaria para mantener un ambiente confortable en el interior de la edificación ya sea para aumentar como para disminuir la temperatura en las habitaciones. Siendo también un punto importante la eficiencia de las instalaciones de la edificación para tal fin.

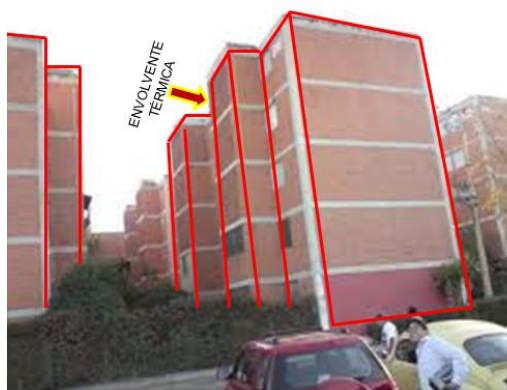


Figura No. 6.12 Envolvente térmica de un edificio
Fuente: Elaboración propia con datos de IUSES, 2010.

Tomando como base la definición de envolvente térmica, la mayoría de las pérdidas de energía en una edificación ocurren por el techo en un 15%, por muros de un 30 al 40%, por ventanas en un 20% y por el piso en un 10% (Figura No. 6.13). Empleado materiales que presenten una mayor resistencia al flujo de calor (materiales aislantes) en los edificios de la unidad habitacional se podría reducir hasta en un 30% el uso de energía para calefacción o para refrigeración del ambiente interior reduciendo de esta forma también la emisión de los GEI (IUSES, 2010).

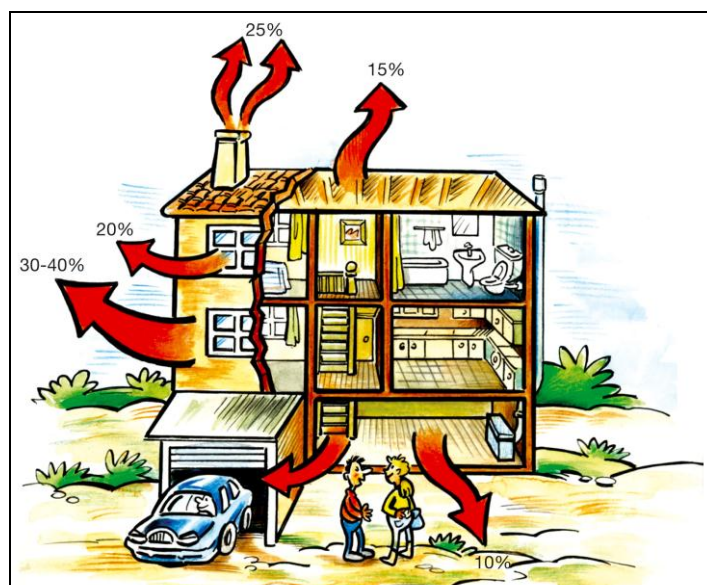


Figura No. 6.13 Pérdidas más comunes de energía en una edificación.
 Fuente: IUSES, 2010

Para el correcto diseño de la envolvente térmica, se calculará en primer término la resistencia térmica total mínima (R) de los techos, muros y entrepisos, es decir saber que resistencia que opondrá cada uno de estos elementos estructurales a transmitir el calor que estará en función directamente del tipo de material que se emplee en la edificación, teniendo a su vez cada uno de estos materiales un valor de conducción térmica cuyas unidades se expresan según el Sistema Internacional en $W/(m \cdot ^\circ K)$, los valores de conductividad de los materiales más empleados en la construcción ya están calculados y normados (Tabla No. 18).

Tabla No. 18 Valores de la conductividad de los materiales más comunes en la construcción.

Fuente: Elaboración propia con datos de NMX-C-460-ONNCCE-2009 y NBE-CT-79.

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD
	($W/(m \cdot ^\circ K)$)
Acero	54
Aire (sin mover)	0.026
Aluminio	232
Agua	0.60
Arena seca	0.33-0.58
Asfalto	0.74-0.76
Cerámica	0.81
Concreto	1.4
Granito	3
Ladrillo de mampostería	0.658
Madera	0,14
Mármol	2.09
Mortero cal y cemento	0,7
Tejas cerámicas	0.76
Vidrio plano	0.95
Yeso	0.81
Alfombras	0.05

Este valor calculado “R” podrá (no es obligatoria) compararse con los valores establecidos en la Norma Mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009, de no cumplirse se deberá diseñar el aislamiento térmico a emplear considerando no solo los materiales, sino también las características de los componentes de la envolvente, el sistema constructivo, así como la identificación de la zona térmica y el propósito del aislamiento.

La efectividad del aislamiento térmico que se emplee en la envolvente térmica dependerá del tipo de material, de su espesor y su densidad, cuanto mayor sea su resistencia, mayor es la eficacia del aislamiento. Como parámetro de comparación se tiene que 10 cm de aislamiento térmico tienen la misma pérdida térmica de 40 cm de madera, o de 60 cm de ladrillo hueco o 95 cm de ladrillo macizo rojo recocido o 710 cm de concreto armado.

Los materiales que se vayan a emplear en el sistema de aislamiento estructurado (Es la combinación de varios materiales para formar un arreglo que presenta soluciones de aislamiento térmico y que pueden formar parte parcial o total de la envolvente) deberán cumplir con la certificaciones de la NOM-018-ENER en lo que respecta a la conductividad térmica y, en su caso a la resistencia térmica.

Considerando emplear en el techo la ecotécnica de azotea verde, los materiales aislantes que ya se encuentran en el mercado y que pueden ser empleados en los muros y pisos de las viviendas de la unidad habitacional como componentes de la envolvente son:

- ✓ Materiales de Cambio de Fase (*Phase Change Materials*)
- ✓ Materiales de relleno de aislamiento
- ✓ Paneles de aislamiento estructural
- ✓ Materiales de relleno de aislamiento
- ✓ Concreto aislante
- ✓ Rollos termoaislantes

Tomando en cuenta las condiciones climáticas de la ZMVM que se encuentran ubicadas las unidades habitacionales militares, los métodos constructivos que se emplean tradicionalmente para la construcción de ellas y el diseño arquitectónico propuesto de los edificios el material propuesto a emplear es el de rollos termoaislantes, quedando únicamente calcular el espesor de este material para cumplir con los parámetros establecidos.

Capítulo 7. Propuesta de aplicación de un sistema de calificación y certificación para un edificio tipo de la Unidad Habitacional Militar Sustentable.

7.1 Sistemas de calificación y certificación para edificaciones sustentables.

Dos de los países que son punta de lanza en el tema de las políticas públicas de largo plazo en lo que se refiere a las edificaciones sustentables y a la eficiencia de la energía Estados Unidos y el Reino Unido, así como la *International Energy Agency (IEA)* y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas-Edificación Sustentable e Iniciativa en la Construcción (UNEP-SBCI, por sus siglas en inglés) hacen referencia de la importancia que reviste emplear instrumentos que sean de carácter obligatorio o voluntario en las políticas públicas de los gobiernos en beneficio de la mitigación de GEI, así como en la disminución en el consumo de energía eléctrica.

La UNEP -SBCI, en su estudio intitulado “*Assessment of Policy Instruments for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Buildings*” señala que hasta el año 2007 existían en el mundo más de 30 diferentes instrumentos para crear políticas públicas eficientes en cuanto a consumo energético, de los cuales 20 son los más empleados clasificándose de acuerdo a su categoría en económicos y de mercado, informativos de educación y voluntarios, fiscales, de control y regulatorios (Tabla No. 19) (UNEP-SBCI, 2007).

Tabla No. 19 Instrumentos de política pública para la edificación sustentable empleados a nivel mundial.
 Fuente: UNEP-SBCI, 2007.

ECONÓMICOS Y DE MERCADO	INFORMATIVOS, DE EDUCACIÓN Y VOLUNTARIOS	FISCALES E INCENTIVOS	DE CONTROL Y REGULATORIOS	
			NORMATIVOS	INFORMATIVOS
Mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto	Certificaciones y etiquetados voluntarios	Creación y alza de Impuestos	Estándares en equipos	Programa de auditoría obligatoria
Consultoría en desempeño energético	Programas de liderazgo públicos	Exenciones y/o reducciones en Impuestos	Códigos de Edificación	Programas de etiquetado y certificación obligatorios
Certificación de eficiencia energética	Campañas de educación, información y sensibilización Facturación detallada y programas de divulgación	Cargos a la beneficencia pública	Regulaciones de procuración	Administración de la demanda energética en la empresa de generación de energía (UDSM)
Procuramiento cooperativo	Acuerdos voluntarios negociados	Subsidios al capital y prestamos	Obligaciones y cuotas para eficiencia energética	
Esquemas de energía eficiente				

Algunos de los instrumentos más importantes para crear políticas públicas para el uso eficiente de la energía eléctrica en el área de la construcción y para el diseño de edificaciones sustentables son:

- ✓ A nivel nacional. Normas para efectuar pruebas a los materiales aislantes que se empleen en la envolvente térmica disminuyan la ganancia de calor del edificio como parte de su envolvente térmica mediante pruebas físicas que den como resultado una disminución en el consumo de energía con el empleo de sistemas de enfriamiento, normas para regular el diseño e instalación de alumbrado público disminuyendo el consumo de energía eléctrica en edificaciones no residenciales, normas para el empleo de sistemas de aire acondicionado.
- ✓ A nivel internacional. También existen normas del comportamiento térmico que deben tener las edificaciones para la instalación de sistemas de aire acondicionado, normas para establecer procedimientos en el ahorro de energía de edificaciones sustentable mediante ecotécnicas y empleo de materiales sustentables, para hacer más eficiente la envolvente térmica etc. Se establecen códigos internacionales mínimos que sirven de apoyo para establecer y analizar problemas ambientales (Tabla No. 20).

Tabla No. 20 Normatividad de eficiencia energética en las edificaciones.
 Fuente: Elaboración propia.

NORMATIVIDAD				
NOMBRE	AÑO APARICIÓN	PAÍS ORIGEN	FINALIDAD	CAMPO APLICACIÓN
NOM-018-ENER-1997	1997	México. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los métodos de prueba para evaluar la conductividad o resistencia térmica, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua y adsorción de humedad que se indiquen en los materiales que se comercialicen en el país con propiedades de aislantes térmicos. 	Construcción de edificaciones
NOM-008-ENER-2001 (2001	México. El Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, esto con el objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento 	Construcción de edificaciones
NOM-007-ENER-2004	2004	México. El Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado. • Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios 	Alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes.
IRAM 11659-2)	2007	Argentina. La Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios del Instituto Argentino de Normalización	Establecer valores admisibles de calidad térmica para edificios que requieran aire acondicionado	Todas las edificaciones
Código Técnico de la Edificación	2008	Gobierno de España	Establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía para una edificación sustentable	Todas las edificaciones
International Green Construction Code (Código Internacional de Construcciones Ecológicas)	2009	El Consejo Internacional de Códigos junto con ASTM y ICC	Enfocarse en la amplia gama de problemas de sustentabilidad, por medio de la definición de un conjunto mínimo de códigos	Planificación, desarrollo, implementación y uso de los edificios

Por lo que corresponde a los sistemas de calificación y certificación de edificaciones sustentables tanto regulatorios como voluntarios que se aplican en varios países tanto desarrollados como emergentes, el análisis de 13 sistemas de nueve países (Tabla No. 21) entre los que se incluye México contiene certificaciones voluntarias como obligatorias, la mayoría de ellos son aplicables a la totalidad del territorio del país de origen; pudiéndose emplear algunos de ellos internacionalmente. Respecto de México uno de sus sistemas el de la CONAVI puede aplicarse internacionalmente y el otro que es el caso del Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables del Distrito Federal en México, es de aplicación regional únicamente.

Tabla No. 21 Sistemas de calificación y certificación de edificaciones sustentables.
 Fuente: Elaboración propia.

SISTEMAS DE CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN				
NOMBRE	AÑO APARICIÓN	PAÍS ORIGEN	FINALIDAD	CAMPO APLICACIÓN
BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)	1990	Reino Unido	Fijar los mejores criterios de la práctica para el diseño de los edificios, así como sus servicios, operación y la gerencia	Antes y después del diseño de la edificación
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)		EE.UU. El U. S. Consejo de Edificios Verdes (USGBC)	Desarrollar un estándar que mejore la actuación ambiental y económica de edificios comerciales usando principios de la industria, prácticas, los materiales y los estándares establecidos y / o avanzados.	LEED fue creado para los edificios comerciales. Sin embargo, muchos créditos de LEED se pueden aplicar a las instalaciones que brindan alojamiento tales como dormitorios, hoteles, moteles, clínicas de reposo, y otras instalaciones similares de EE.UU
Certivéa produce Haute qualité environnementale (HQE)	2006	Francia	Otorgar un sello medioambiental a los edificios que cumplen con las mejores prácticas en términos de calidad medioambiental	La certificación se aplica a la mayoría de las edificaciones, a través del conjunto de su ciclo de vida.
The Code For Sustainable Homes (CSH)	2007	Reino Unido	Certificar una casa-habitación respecto a su rendimiento dentro de nueve categorías de diseño.	Casas-Habitación
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. (DGNB).	2007	Alemania Ministerio Federal de Transportes, Construcción y Asuntos Urbanos	Certificar el medio ambiente, económicamente eficiente y de fácil uso.	Normatividad de planeación, construcción y operación de las edificaciones.
QUALIDADE AMBIENTAL DO EDIFÍCIO (QAE).	2007	Brazil Fundação Vanzolini	Representar en 14 categorías el desarrollo ambiental de un edificio	A la totalidad de edificaciones
Neerlandés Green Building Council (DGBC)	2008	Holanda	Buscar la sustentabilidad a través de normas y etiquetas	Planificación, desarrollo, implementación y uso de los edificios
GREEN BUILDING CHALLENGE – GBC (GBTTool)		Internacional	Analizar los datos aportados por el inventario de un análisis del ciclo de vida estableciendo una serie de categorías de impacto medioambiental.	Planificación, construcción y uso de las edificaciones
Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE)		Japón	Aplicar cuatro instrumentos de evaluación correspondientes al ciclo de vida del edificio.	Está diseñado para acomodarse a una amplia gama de edificaciones (oficinas, escuelas, viviendas, etc.)

Tabla No. 21 Sistemas de calificación y certificación de edificaciones sustentables (continuación).

Fuente: Resumen propio.

SISTEMAS DE CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN				
NOMBRE	AÑO APARICIÓN	PAÍS ORIGEN	FINALIDAD	CAMPO APLICACIÓN
The National Home Energy Rating (NHER)		Reino Unido	Sistema de acreditación para evaluar la eficiencia energética de las viviendas	Eficiencia energética para viviendas nuevas, para edificios no residenciales y para edificios públicos.
GREEN STAR (GS)		Australia.	Orientar el proceso del diseño o la construcción sustentable durante la cual se recopila una presentación basada en la documentación como prueba de este logro.	Diversas edificaciones como oficinas, comercio, habitación etc.
Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables (CONAVI)		México	Se emplean los criterios de envolvente térmica, gas, energía eléctrica y aire acondicionado	Casas habitación de interés social.
Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES)	2008	Gobierno del Distrito Federal, México.	Transformar las edificaciones actuales y futuras bajo esquemas de sustentabilidad y eficiencia ambiental, promoviendo la salud humana, el cuidado de los recursos, la prosperidad económica, el beneficio social y la calidad de vida.	Edificios nuevos o en desarrollo; y para edificios ya existentes o en uso.

El manejo de estos instrumentos de normatividad y de los sistemas de calificación y certificación dependerá en gran medida de los conocimientos sobre desarrollo sustentable y datos estadísticos, así como de la situación socioeconómica en que se encuentre el país establecen un sistema de calificación basado en formulaciones matemáticas, aunque en los casos de las normatividades se hacen combinaciones de metodologías matemáticas con límites máximos permisibles. El 75 por ciento de los instrumentos estudiados cuentan dentro del documento con las formulas y ejemplos de operaciones necesarias para realizar los cálculos, así como la identificación de las constantes y variables necesarias.

Adicionalmente, de acuerdo a los criterios aplicados, se estima que un 75 por ciento de los instrumentos cuentan con una baja dificultad de aplicación; es decir, los cálculos del sistema son fáciles de realizar. Esta consideración sin embargo puede ser de alguna manera un tanto subjetiva, pues supone que se debe estar familiarizado con los temas y con la situación del lugar o país.

De acuerdo con la IEA una importante herramienta para facilitar la aplicación de cualquier instrumento normativo o de certificación es un software con el cual es posible realizar cálculos de uno o varios parámetros exigidos. Sin embargo, es conveniente mencionar que poco menos del 45% de los instrumentos dispone de un programa automatizado como el mencionado y la mayoría pertenecen a certificaciones voluntarias (*International Energy Agency, 2008*).

Más de la mitad de los instrumentos mencionados en la Tabla No. 20 requieren de la participación de un ente calificado y certificado que los aplique y los evalúe (supervisor), para asegurar la transparencia e imparcialidad del sistema, entre los que se encuentra LEED.

Las diferencias en cuanto al tipo de edificación por sector al cual es posible aplicar un instrumento también son un aspecto importante a tomar en cuenta. De los 13 instrumentos políticos aquí mencionados el 88 por ciento han sido desarrollados para aplicarse tanto a edificaciones residenciales, públicas y comerciales, entre los que se encuentran no solo a oficinas, sino también escuelas, hospitales, restaurantes y hoteles, etc.). La mayoría de las certificaciones fueron creadas con una visión de negocios aplicándose a instalaciones públicas o comerciales, pero que en algunos países ya es obligatorio inclusive para el sector residencial como el *Code for Sustainable Homes* del Reino Unido que antes de volverse obligatorio era parte del sistema de Certificación BREEAM.

En cuanto a la necesidad de pagar los derechos de aplicación en una edificación, se tiene que las normatividades se encuentran exentas de pago alguno e incluso en algunos casos también hay certificaciones como el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) del Distrito Federal, México (Gobierno del Distrito Federal, 2008) que no requiere pagar un derecho. Esto podría ser un impedimento para que las edificaciones de todos los estratos socioeconómicos puedan buscar alguna calificación y/o certificación.

De los instrumentos analizados la totalidad pueden aplicarse a edificaciones nuevas como a ampliaciones, pero no todas pueden ser utilizadas en remodelaciones de edificaciones ya existentes, por no ser económicamente viables ya que el remodelar implica un mayor costo, dificultades técnicas y de seguimiento. Por lo que resulta mejor aplicar los principios de sustentabilidad en de la construcción en proyectos de nueva creación, estos es desde su planeación hasta su ejecución y operación.

7.2 Análisis del sistema propuesto.

Del análisis efectuado a los instrumentos internacionales de calificación y certificación para la sustentabilidad de una edificación, el instrumento que se propone para ser empleado en las edificaciones de la unidad habitacional militar es el *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que aunque hasta la última versión de este programa no puede aplicarse en al sector residencial de este país, por emplear en muchos de sus créditos la normatividad vigente de Estados Unidos de América, así como datos técnicos regionales de ese país si es un parámetro importante para el diseño sustentable.

Este instrumento fue creado en el año de 1993 por el *U.S. Green Building Council* (USGBC) que aunque fue creado inicialmente para edificios comerciales, muchos créditos de LEED se pueden aplicar a las instalaciones que brindan alojamiento tales como dormitorios, hoteles, moteles, clínicas de reposo, viviendas y otras instalaciones similares. Es el sistema de evaluación y certificación de desarrollos inmobiliarios sustentables de mayor difusión en el mundo, produciéndose varias modificaciones en el tiempo.

Para el caso de nuevos desarrollos inmobiliarios, el sistema de calificación LEED está estructurado en siete grandes apartados; cada apartado tiene un valor numérico relativo, de un total de 110 puntos organizados en 49 temas de evaluación (Tabla No. 21).

Tabla No. 22. Apartados y puntajes del sistema LEED.
 Fuente: Elaboración propia con datos del USGBC, 2011

Apartado	Puntos
Sustentabilidad del sitio	26
Eficiencia en el manejo del recurso agua	10
Manejo de la energía y la atmósfera	35
Uso eficiente de los recursos y los materiales	14
Calidad ambiental en el interior de la edificación	15
Innovación en el diseño sustentable	6
Contexto del proyecto en la región (prioridad regional)	4
Total	110

El sistema LEED 2009 incluye 4 niveles de certificación para las edificaciones sustentables nuevas y remodeladas basado en 100 puntos, con reconocimientos:

- ✓ Certificado, para las edificaciones que alcancen entre 40 y 49 puntos
- ✓ Plata, para las edificaciones que alcancen entre 50 y 59 puntos
- ✓ Oro, para las edificaciones que alcancen entre 60 y 79 puntos
- ✓ Platino, para las edificaciones que alcancen entre 80 puntos o más.

Este sistema en EE.UU. es un instrumento regulatorio ya que para alcanzar el mayor número de puntos se deben cumplir con las leyes federales, estatales y locales de construcción relacionadas con la legislación ambiental, pudiéndose aplicar en este sistema la normatividad relacionada de México.

La metodología que emplea LEED para la evaluación de la edificación es:

- ✓ Identificación del proyecto.
- ✓ Recopilación de la información específica del proyecto.
- ✓ Análisis de las diferentes categorías de impacto medioambiental.
 1. Sitios sustentables.
 2. Eficacia del agua.
 3. Energía y atmósfera.
 4. Materiales y recursos
 5. Calidad ambiental de interior.
 6. Innovación del proceso de diseño
- ✓ Autorización para transferir la información de las listas de comprobación de la guía del uso a la plantilla de LEED.

- ✓ Aplicación de la plantilla de LEED.
- ✓ Aplicación de la calculadora de LEED (lleva a cabo una revisión del cumplimiento de cada uno de los créditos para obtener el grado de sustentabilidad del proyecto).
- ✓ Obtención de resultados.

Un punto esencial en la certificación con este sistema es la medición de la eficiencia energética del edificio, para lo cual este sistema aplica el código del *Advancing HVAC&R to Serve Humanity and Promote a Sustainable World (ASRHAE)*.

Algunas desventajas que tiene este sistema para ser aplicado en edificaciones en México son:

- ✓ Este sistema está dirigido a un mercado inmobiliario selectivo y de un elevado precio inmobiliario, lo que excluye su aplicación a la mayor parte del mercado inmobiliario como las viviendas de clase media y a las de interés social, provocando con esto que los logros ambientales sean parciales y limitados a un pequeño sector de la vivienda.
- ✓ No regionaliza ni estructura el sistema de calificación geográficamente; solamente proporciona incentivos al considerar criterios de prioridad regional en el proyecto.
- ✓ Es un sistema de calificación abierto no tiene un carácter de aplicación obligatorio.
- ✓ Se requiere de un agente intermediario para su aplicación, el cual puede emplear criterios personales y parte de los resultados que se puedan lograr estarán sujetos a su ética profesional y a sus intereses personales.
- ✓ El código ASRHAE se basa en normatividad que no puede ser aplicada en su totalidad en México.

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

- ✓ El cálculo realizado en la unidad habitacional militar respecto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, arrojan como principal fuente de emisiones el consumo de energía eléctrica por: el empleo de electrodomésticos, el alumbrado público y la alimentación al sistema de bombeo de agua potable. Lo que concuerda con los balances energéticos realizados por la Secretaría de Energía, siendo que el consumo de Gas LP en las viviendas representa una pequeña parte del total de emisiones de GEI.
- ✓ La Secretaría de la Defensa Nacional lleva a cabo acciones bajo los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo en la mitigación de los GEI, así como en medidas de adaptación reactivas con el Plan DNIII-E y con el diseño y construcción de puentes militares de circunstancias peatonal y vehicular.
- ✓ Este trabajo primogénito en su tipo dentro de este instituto armado, ofrece un panorama de todas las acciones pendientes por realizar para coadyuvar con mayor participación en los esfuerzos que llevan a cabo los tres niveles de gobierno respecto a uno de los ejes principales del Cambio Climático que es la mitigación de los GEI, proponiendo la aplicación en este caso en particular en el diseño de viviendas bajo criterios de sustentabilidad en la construcción que proporcione una calidad de vida adecuada y contribuya a la solución de la falta de vivienda para el personal militar y sus derechohabientes.
- ✓ Estos criterios de sustentabilidad pueden aplicarse también en el resto de las instalaciones, dependencias y unidades del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, que junto con ecotécnicas y con un diseño bioclimático adecuado disminuyen en forma significativa el consumo de energía eléctrica y del consumo de Gas LP. Disminuyendo también el impacto ambiental de la zona geográfica de que se trate, que en este caso es del Zona Metropolitana del Valle de México.
- ✓ La metodología planteada para el cálculo de los GEI del caso de estudio puede ser aplicada también en el resto de las instalaciones, dependencias y unidades del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, considerándose todas las fuentes de emisiones de GEI.
- ✓ Aunque en México aún no existe una norma oficial para el diseño de viviendas sustentables, de los instrumentos de calificación y certificación existentes más importantes tanto a nivel nacional como internacional para el diseño de edificaciones sustentables, el que puede servir como una guía importante para el diseño de edificaciones militares es el LEED, considerando también la normatividad oficial mexicana existente con lo relacionado a ecotécnicas, equipos de refrigeración y a la envolvente térmica.

Recomendaciones.

Los temas de sustentabilidad y de cambio climático son temas que no pueden ser excluidos en la elaboración de políticas públicas de cualquier país, por lo que México no puede ser la excepción. La Secretaría de la Defensa Nacional lleva a cabo acciones específicas relacionadas con la mitigación de los GEI. Por lo que se recomienda llevar a cabo inventarios de GEI reales, objetivos y válidos por lo que deberán estar apegados a los lineamientos del IPCC para la elaboración de inventarios de GEI, considerando todas las fuentes directas e indirectas de las unidades, dependencias e instalaciones del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, tomando en cuenta siempre que la información que se maneje y se publique no vulnere la seguridad de esta institución armada.

Con estos inventarios se puede llevar a cabo un diagnóstico situacional, identificando las fuentes más importantes de emisiones para estar en posibilidades de elaborar y aplicar acciones específicas para disminuirlas, al mismo tiempo que se coadyuva en mayor medida con los esfuerzos que llevan a cabo los tres niveles de gobierno en la lucha contra el calentamiento global.

Se recomienda que la Dirección General de Ingenieros, la cual tiene como una de sus misiones diseñar y construir las edificaciones del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, entre las que se encuentran las unidades habitacionales, hospitales, batallones, oficinas, etc. considere la aplicación de los principios de la sustentabilidad en la construcción, tomando como un marco de referencia el sistema LEED para tener el menor impacto medioambiental en la ejecución de sus obras y operación de las edificaciones.

Conforme la Secretaría de la Defensa Nacional lleve a cabo la aplicación de los principios de sustentabilidad tanto en la obra nueva como en la remodelación de las edificaciones ya existentes, de acuerdo a los recursos humanos y materiales que la nación pone a sus disposición, podrá elaborarse la actualización de los inventarios de GEI respectivos para poder analizar su comportamiento.

Este trabajo primigenio en su tipo puede considerarse por el alto mando del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, para su materialización complementado con el proyecto ejecutivo respectivo que se desarrolle en la Dirección General de Ingenieros.

Bibliografía.

- Banco Mundial** (2010), Indicadores. 2 agosto de 2011. Internet, URL: (<http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC/countries/1W?display=graph>).
- Cavalla R.** (1980): Estados Unidos América Latina Fuerzas Armadas y Defensa Nacional, U.A.S., México.
- Cendrero U. A., Remondo J., Bonachea J.** (2006), “Acción Humana y Procesos Geológicos Superficiales ¿Qué Le Estamos Haciendo A La Faz De La Tierra?”, Real Academia de las Ciencias Exactas Físicas y Naturales, España.
- Cendrero U. A.** (2005), “Una Mirada al Estado del Sistema Terrestre ¿Qué sabemos sobre el Cambio Global?”, Real Academia de las Ciencias Exactas Físicas y Naturales, España.
- Chrisna du Plessis** (2002) CIB / UNEP-IETC – *The International Council for research and Innovation in Building and Construction / United Nations Environment Programmed International Environmental Technology Centre – “Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries- A discussion Document”*, Pretoria, África do Sul, p 4.
- Comisión Brundtland** (1987), Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo; Nuestro Futuro Común, Nueva York, *Oxford University Press*.
- Comité Intersecretarial Sobre Cambio Climático** (2009), “México Cuarta Comunicación Nacional ante La Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático”, Poder Ejecutivo Federal.
- Comité Intersecretarial Sobre Cambio Climático** (2009a), “Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012” (PECC), Poder Ejecutivo Federal, México.
- Comisión Nacional de Vivienda** (2008), “Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático.
- Comisión Nacional de Vivienda** (2010), “Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático.
- CNA, Comisión Nacional del Agua** (1997): NOM-005-CNA-1997.
- Dominguez M., García C., Arias J. Ma.** (2009), “Los materiales de cambio de fase en la construcción”, Departamento de Ingeniería. Instituto del Frío, España.
- Dourojeanni A.** (2000), “Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable”, Publicación de las Naciones Unidas, CEPAL – SERIE Manuales No. 10, Santiago de Chile.
- Estrada A.** (2009), “Los Efectos Regionales del Cambio Climático”. En Teorema Ambiental, México, Abril-Mayo, Num. 75, pp 38-41.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), II Censo de Población y Vivienda 2005, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), El sector energético en México 2007.

Heiduk E. y Gallagher W. (2009), “*From Low-Energy House to The Passive House*”, International Passive House Summer School for Students. 11 de octubre de 2011. Internet, URL: http://143.130.16.34/hdz_pdf/0812_ph-summer-school_01_02_from_low_energy_to_passive_houses.pdf.

IPCC (2006). “Directrices del IPCC para la Elaboración de Inventarios de Emisiones de GEI Nacionales”.

IPCC (2007), “Tercer Informe de Evaluación del Cambio Climático, 2001, Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad”, Grupo de trabajo II (WGII) del IPCC, James J. McCarthy, Osvaldo F. Canziani, Neil A. Leary, David J. Dokken y Kasey S. White (Eds.). 11 agosto 2011. Internet, URL: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.htm.

IPCC (2007a), “Tercer Informe de Evaluación del Cambio Climático, 2001, Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad”, Grupo de trabajo III (WGIII) del IPCC, Bert Metz, Ogunlade Davidson, Rob Swart y Jiahua Pan (Eds.) internet, < http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.htm.

IPCC (2007b), Discurso de Aceptación del Premio Nobel de la Paz 2007, RK Pachauri. 9 agosto de 2011. Internet, URL: <<http://translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&tl=es&u=http%3A%2F%2Fwww.ipcc.ch%2Fgraphics%2Fspeeches%2Fnobel-peace-prize-oslo-10-december-2007.pdf&anno=2>

IPCC (2007c) *Fourth Assessment Report (AR4): Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, internet, URL <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg2_report_impacts_adaptation_and_vulnerability.htm

IUSES (2010), *Intelligent Use of Energy at School*, “Uso de la Energía para Edificios”, Intelligent Energy Europe.

Feakin T., Deplege D. (2010), “Impactos Relacionados con el Clima en la Seguridad Nacional en México y Centroamérica”, *Royal United Service Institute*, México.

Leclerc G. L. Conde de Buffon (1749), “*Histoire Naturelle, Générale et Particulière* (Historia Natural, General y Particular)”, Impresión Real M DCCXLIX, Paris, Francia.

López L. V. M. (2009a): Cambio Climático y Calentamiento Global, *Ciencia, Evidencias, Consecuencias y Propuestas para enfrentarlos*. Editorial Trillas, México, D.F.

López L. V. M. (2009b): Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable, Origen, Precisiones Conceptuales y Metodología Operativa, Editorial Trillas, México, D.F.

Ludevid A. M. (1997): “El Cambio Global en el Medio Ambiente, Introducción a sus Causas Humanas”, Editorial Marcombo, Barcelona, España.

Márgalef R. (1981). “Ecología”. Editorial Planeta, Barcelona.

National Gypsum (2011): *ThermalCore PCM Panel by National Gypsum*. 13 octubre. Internet, URL: <http://www.thermalcore.info/product-info.htm>.

NMX-C-460-ONNCCE-2009 (2011): Secretaría de Gobernación, 15 agosto. Internet, URL: <http://dof.gob.mx/normasOficiales.php?codp=3796&view=si>.

NBE-CT-79: Gobierno de España, 17 agosto 2011. Internet, URL: <http://editorial.cda.ulpgc.es/ftp/icaro/Anexos/2-%20CALOR/4-Construccion/C.6.4%20Conductividad%20t%E9rmica%20y%20densidad.PDF>.

Observatorio Demográfico de América Latina y el Caribe (2009): “Proyección de Población”, Publicación No. 7 de la Organización de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Ortiz P. M. A.; Méndez L. A. P. (2009): “Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe”, Instituto de Geografía. UNAM. Ciudad Universitaria. Coyoacán, México, D.F.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2006), Oficina Regional para América Latina y el Caribe y SEMARNAT: “El Cambio Climático en América Latina y el Caribe, México”.

Rojano V. R. (1978): “Teoría General del Estado”, Fuentes Impresores, México.

Rómulo E. y Loayza A. (2009): Presentación: “El Cambio Climático y Perspectivas Sociales”, Universidad Nacional del Santa, Lima, Perú.

Roldan M. (2011): “Edificación Amigable”, periódico El Economista, 15 de junio, México.

Roth, K. (2010) “*Phase Change Materials (PCM) Technology for Building Materials*”. ASHRAE Journal, 5. 10 Agosto 2011. Internet, URL: http://www.nxtbook.com/nxtbooks/ashrae/ashraejournal_201110/#/0.

Shiloh F. (2010): “Impactos Relacionados con el Clima en la Seguridad Nacional en México y Centroamérica, Reporte Final”, *Royal United Services Institute* (RUSI), México.

School of Anthropology, Geography and Environmental Studies, University of Melbourne, (2003), *Security and Climate Change*. 18 septiembre 2011 Internet, URL: <http://www.sciencedirect.com>

Schuschny A. y Soto H. (2009): Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Guía Metodológica, Diseño de Indicadores Compuestos de Desarrollo Sostenible”, Publicación de la Organización de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.

SDN (2009): Secretaría de la Defensa Nacional, “Ley Orgánica del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos”, Talleres Autográficos de la SDN, México.

Secretaría del Medio Ambiente (2007): “Presentación del Proyecto de Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-013-RNAT-2007”, Gobierno del DF.

SENER (2010): Secretaría de Energía. “Balance Nacional de Energía 2009”. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, Gobierno Federal, México.

Security And Climate (2007, 12 octubre), "*National Security and the Threat of Climate Change*,": internet, URL:<http://SecurityAndClimate.cna.org>.

SEMARNAT-WBCSD (2008). —Protocolo de GEI: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. *World Business Council for Sustainable Development* y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT (2009): Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: Cambio Climático Ciencia, evidencia y acciones, México.

Servicio Meteorológico Nacional (2007): Mapa de la radiación solar de la República Mexicana, 15 agosto 2011. Internet, URL: <http://www.smn.gob.mx>.

Spencer W. (2006): *El Calentamiento Global, Historia de un descubrimiento Científico*, Editorial Laetoli, S.L., Pamplona, España.

Stern N. (2006): “*Stern Review on the Economics of Climate Change*”, Gobierno del Reino Unido.

University of Copenhagen (2009): “*Synthesis Report CLIMATE CHANGE Global Risks, Challenges & Decisions*”, 12 agosto. Internet: URL<www.climatecongress.ku.dk

United Nations Environment Programme - Sustainable Buildings and Construction Initiative (2007): “*Assessment of Policy Instruments for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Buildings*”, publicación de la Organización de las Naciones Unidas, Central European University, Budapest.

USGBC (2011): *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*, U.S. Green Building Council, 24 octubre 2011. Internet, URL: <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988>

Vega G. G. C. R. (2000): Ex-Secretario de la Defensa Nacional, “Seguridad Nacional Concepto, Organización y Método”, Talleres Autográficos de la SDN, México.

Glosario de Términos.

Adaptación: Adopción de medidas para reducir los impactos negativos del cambio climático, tales como la construcción de barreras para inundaciones.

Albedo: El albedo es la relación, expresada en porcentaje, de la radiación que cualquier superficie refleja sobre la radiación que incide sobre la misma. Las superficies claras tienen valores de albedo superior a las oscuras, y las brillantes más que las mates.

Alumbrado público: Sistema de iluminación eléctrica en la vía y áreas públicas de una localidad para que sus habitantes tengan visibilidad nocturna. Este servicio responde a la necesidad social de seguridad pública y contribuye al mejoramiento de la imagen urbana nocturna, debido a la iluminación de calles, avenidas, parques, jardines, plazas y fachadas de edificios públicos, tales como palacios, iglesias, fuentes y monumentos.

Atmósfera: Capa gaseosa que rodea a la Tierra, está compuesta por oxígeno (20,946%) y nitrógeno (78,084%), con pequeñas cantidades de argón (0,93%), dióxido de carbono (variable, pero alrededor de 0,033% ó 330 ppm), vapor de agua (aprox. 1%), neón (18,2 ppm), helio (5,24 ppm), kriptón (1,14 ppm), hidrógeno (5 ppm) y ozono (11,6 ppm). Protege la vida de la Tierra absorbiendo en la capa de ozono parte de la radiación solar ultravioleta, reduciendo las diferencias de temperatura entre el día y la noche, y actuando como escudo protector contra los meteoritos. El 75% de la atmósfera se encuentra en los primeros 11 km de altura desde la superficie planetaria.

Biodiversidad: Variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente y la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los complejos ecológicos que forman parte.

Biomasa: Total de materia orgánica seca o contenido de energía almacenada de organismos vivos existente en un área determinada. La biomasa se refiere a la materia viva (ej. pastos, árboles), o sus derivados (ej. etanol, madera, carbón vegetal, etc.) que pueden usarse como combustibles.

Calidad de vida: Situación de la población considerada en función de un conjunto de indicadores relacionados con la satisfacción de sus necesidades incluyendo entre otros aspectos, los socioeconómicos, culturales, ambientales, de seguridad y de su entorno espacial.

Cambio climático: Según el IPCC, el término —cambio climático— denota un cambio en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana. Este significado difiere del utilizado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ((UNFCCC)), que describe el cambio climático como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que viene a sumarse a la variabilidad climática natural observada en períodos de tiempo comparables.

Cambio de uso de suelo: Trámite que en términos de la legislación vigente, se da cuando a una determinada porción del territorio le ha sido asignado un uso por medio de un programa o de una declaratoria en un momento determinado y en un segundo momento se le asigna otro uso mediante los procedimientos establecidos en la misma legislación.

Cambio Global: Cambios cualitativos y cuantitativos que afectan los ciclos o sistemas terrestres, es decir el funcionamiento del planeta en su conjunto, siendo los más importantes: La intensificación del efecto invernadero (cambio climático), la disminución de la capa de ozono de la estratosfera, la lluvia ácida y la pérdida de biodiversidad.

Capacitancia: Propiedad física de un conductor para almacenar carga eléctrica, que dependerá del tamaño y forma del conductor, así como de su medio circundante.

Composta: Producto obtenido por el proceso de estabilización biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos, para obtener un medio orgánico de mejoramiento de suelos.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Criósfera: Está conformada por las regiones cubiertas por nieve o hielo, sean tierra o mar. Incluye la Antártida, el Océano Ártico, Groenlandia, el Norte de Canadá, el Norte de Siberia y la mayor parte de las cimas más altas de cadenas montañosas. Juega un rol muy importante en la regulación del clima global. La nieve y el hielo tienen un alto albedo, por ello, algunas partes de la Antártida reflejan hasta un 90% de la radiación solar incidente, comparado con el promedio global que es de un 31%. Sin la criósfera, el albedo global sería considerablemente más bajo, se absorbería más energía a nivel de la superficie terrestre y consecuentemente la temperatura atmosférica sería más alta.

Desarrollo sustentable: Tipo de desarrollo que permite resolver las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para resolver las suyas. Dióxido de carbono (CO₂): Es el principal producto gaseoso de la combustión del gas natural, del petróleo y del carbón. El CO₂ se encuentra en estado natural en la atmósfera, es un gas de efecto invernadero y su concentración ha aumentado en el último siglo.

Escala Saffir-Simpson: La escala de huracanes de Saffir-Simpson es una escala que clasifica los huracanes según la intensidad del viento, desarrollada en 1969 por el ingeniero civil Herbert Saffir y el director del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos, Bob Simpson.

Forzamiento radiativo: Cambio en la irradiación neta vertical en la tropopausa debido a un cambio interno o un cambio en el forzamiento externo del sistema climático (por ejemplo, un cambio en la concentración del dióxido de carbono o la potencia del sol. Normalmente el forzamiento radiativo se calcula después de permitir que las temperaturas estratosféricas se reajusten al equilibrio radiativo, pero manteniendo fijas todas las propiedades troposféricas en sus valores sin perturbaciones.

Gas de Efecto Invernadero (GEI): Gas presente en la atmósfera terrestre que absorbe la radiación infrarroja permitiendo a la atmósfera retener el calor. Estos gases tienen su origen en los procesos naturales y humanos. Los principales gases de efecto invernadero, son el dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆).

Informe Brundtland: Informe presentado a la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU (CMMAD-ONU), titulado "Nuestro Futuro Común" por su Presidenta, la Sra. Grö Harlem Brundtland, Primera Ministra de Noruega en la Asamblea General de las Naciones Unidas el 19 de octubre de 1987.

Informe Stern: Estudio encargado por el gobierno británico, dirigido al señor Sir Nicholas Stern, para investigar los costes del cambio climático para la economía mundial. Los resultados del estudio se plasmaron en el informe "La economía del Cambio Climático" (*"The Economics of Climate Change"*), que fue publicado en octubre de 2006 y bien recibido en el ámbito internacional.

Inventario: Lista de cuantificación de emisiones de GEI y de las fuentes de emisión correspondientes a una organización determinada.

Mitigación: Reducción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Plan DNIII-E: Plan de Auxilio a la Población Civil implementado por la Secretaría de la Defensa Nacional para auxilio a la población civil y sus bienes en casos de desastres naturales o antropogénicos, con el fin de dar cumplimiento a una de las misiones generales del Ejército Y Fuerza Aérea Mexicanos.

Protocolo de Kyoto: Acuerdo internacional de la UNFCCC que fija los objetivos vinculantes para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los países industrializados. Fue acordado el 11 de diciembre de 1997 en la Conferencia de los Participantes del Tratado, en su reunión en Kyoto, y entró en vigor el 16 de febrero de 2005.

Reducción: Se refiere a la reducción de gases de efecto invernadero en la atmósfera y se utiliza más comúnmente para describir formas de ahorro de emisión de carbono.

Resistividad: Oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica.

Sustentabilidad: Condición que permitirá la existencia indefinida de la especie humana en la tierra, a través de una vida sana, productiva y en armonía con la naturaleza y con los valores espirituales.

ANEXO “A”



ANEXO “A”

ENCUESTA REALIZADA A USUARIOS DE LA UNIDAD HABITACIONAL MILITAR AZCAPOTALCO I.II y III

I. GENERALIDADES.

1. Lugar de aplicación.

Unidad Habitacional Militar “Azcapotzalco II y III”, Calle Macario Gaxiola s/n, Colonia San Pedro Xalpa. C.P.02710, Del. Azcapotzalco, D.F.

2. Tipo de encuesta.

Encuesta por entrevista con indagación.

3. Objetivo General.

Obtener un promedio de los aparatos electrónicos y electromecánicos utilizados, los sistemas de encendido de los mismos, costumbres de consumo de energía eléctrica, así como la cantidad de Gas LP consumido en cada familia en promedio de la Unidad habitacional Militar, así como el tiempo de empleo de cada uno de ellos, incluyendo el sistema de bombeo

4. Tamaño de la muestra.

Se tomó una muestra representativa de 120 departamentos de un total de 480 representando el 25 % de la población total.

5. Población.

Personal usuario de los departamentos de la unidad habitacional militar de las armas, pudiendo ser el militar o un derechohabiente.

6. Glosario.

Encuesta por entrevista- es el tipo de entrevista en donde se hace las preguntas en forma sistemática y directa al encuestado y se van anotando las respuestas.

Muestra- es un conjunto representativo de individuos de una población con características semejantes.

Población- es el total de individuos que integran un sistema que se va a analizar.

Indagación- son técnicas de entrevista para profundizar una respuesta de alguien sin influenciarle su respuesta. Las técnicas de indagación incluyen hacer pausas o repetir lo que alguien ha respondido.

II. ENCUESTA.

1. ¿Consumes GAS LP o gas natural en su hogar?.

R.- GAS LP GAS natural

2. ¿Cuántas personas viven en su casa?.

R.- 1 2 3 4 más

3. ¿Cuánto tiempo en promedio en minutos tarda en bañarse cada persona en su casa?.

R.- minutos

4. ¿Cuánto tiempo en promedio en minutos tarda en lavarse los dientes cada persona en su casa?.

R.- minutos

5. ¿Los WC son de doble descarga?

R.- si no

6. ¿Cuántos automóviles tiene?

R.- 1 2 3 4 más

7. ¿Qué tipo de focos tiene en su casa?

R.- Incandescentes Ahorradores

8. ¿Cuántos televisores tiene y de qué tipo?.

R.- Número de televisores Tipo de encendido: Manual Pulgadas
 Control remoto

9. ¿Sus televisores cuentan con la función "stand by"?

R.- Si No

10. ¿Cuántos reproductores de audio (stereo, grabadoras, home theater, etc) tiene?.

R.- 1 2 3 4 más

11. ¿Sus reproductores de audio cuentan con la función "stand by"?

R.- Si No

12. ¿Cuántos reproductores de video (dvd, videocasetera, blu ray, etc) tiene?.

R.- 1 2 3 4 más

13. ¿Sus reproductores de video cuentan con la función "stand by"?

R.- Si No

14. ¿Cuántos video juegos tiene en casa?.

R.- 1 2 3 4 más

15. ¿Tiene reloj despertador de C.A.?

R.- Si No

16. ¿Tiene equipo de cómputo en la casa (incluye impresora)?.

R.- Si No

17. ¿Cuántos celulares en promedio recargar en 1 día en casa?.

R.- 1 2 3 4 más

18. ¿Cuáles de los siguientes electrodomésticos de la línea blanca tiene y cuál es el tiempo que los emplea en minutos al día?.

R.- Estufa con encendido electrónico Lavadora Lavavajillas Refrigerador
 Campana extractora Calentador eléctrico Aire acondicionado

19. ¿Cuáles de los siguientes electrodomésticos de la línea blanca tiene que empleen GAS LP?.

R.- Estufa con horno Secadora Calentador

20. ¿Cuáles de los siguientes pequeñas aplicaciones de electrodomésticos tiene para el mantenimiento de la casa y cuál es el tiempo que los emplea en minutos al día?.

R.- Plancha Aspiradora Ventilador

21. ¿Cuáles de los siguientes pequeñas aplicaciones de electrodomésticos tiene para la preparación de alimentos y cuál es el tiempo que los emplea en minutos al día?.

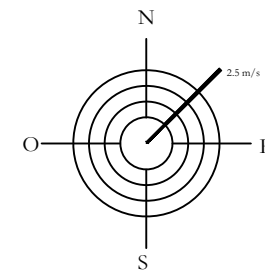
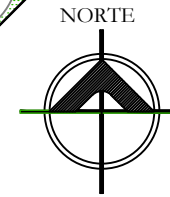
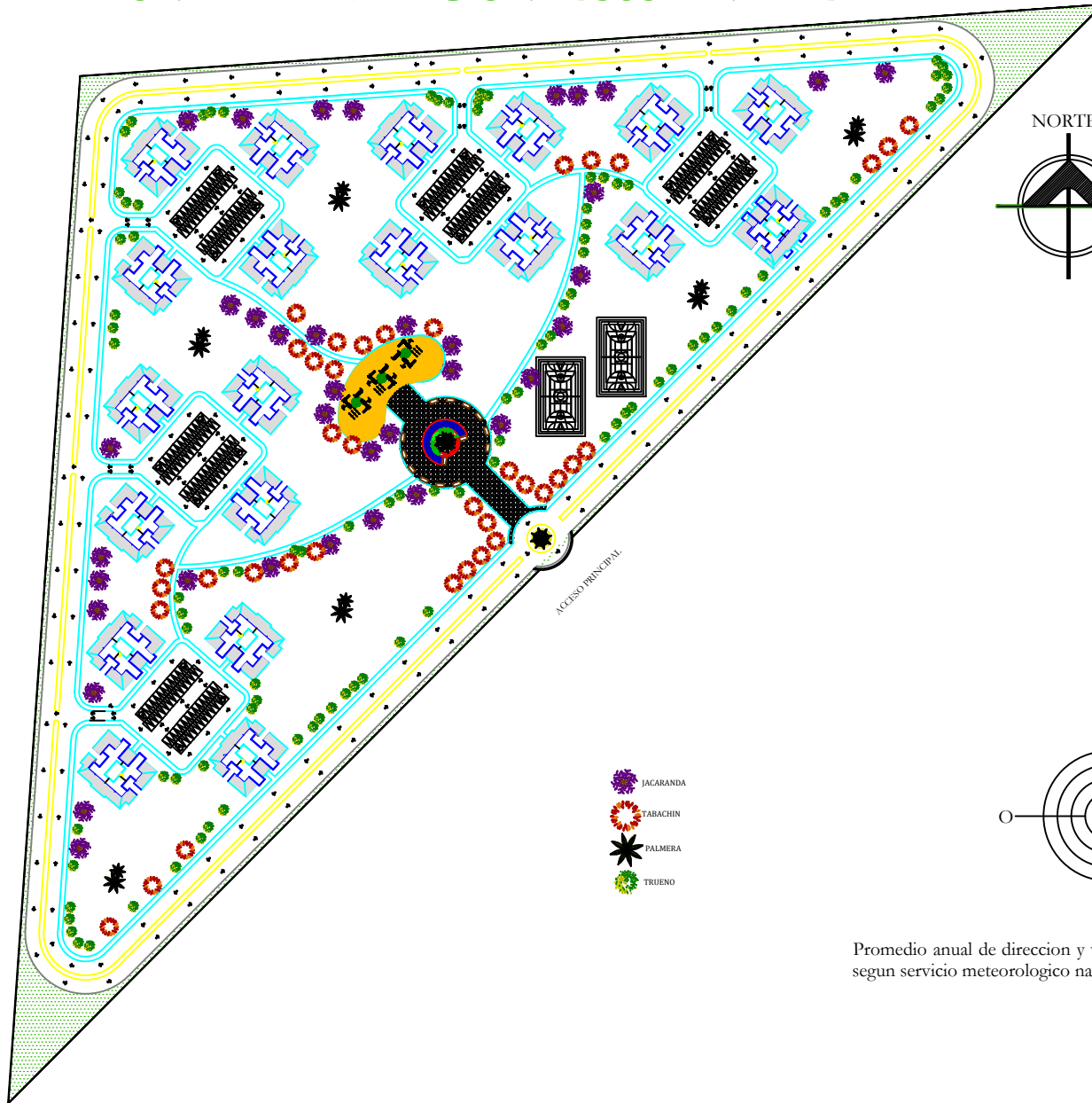
R.- Microondas Sandwichera Licuadora Cafetera Tostadora
 Batidora Exprimidor de jugos Extractor de frutas y legumbres
 Horno eléctrico

22. ¿Cuáles de los siguientes pequeñas aplicaciones de electrodomésticos tiene para la preparación de alimentos y cuál es el tiempo que los emplea en minutos al día?.

R.- Depiladora Maquina de afeitar Secadora de cabello Cepillo eléctrico

ANEXO “B”

UNIDAD HABITACIONAL SUSTENTABLE

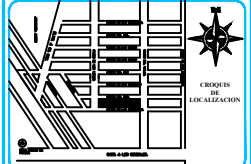


Promedio anual de dirección y velocidad del viento en la Cd. de México, según servicio meteorológico nacional.

- JACARANDA
- TABACHIN
- PALMERA
- TRUENO

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESIA ZACATENCO

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL



NOTAS

Area for notes and additional information.

RESPONSABLES

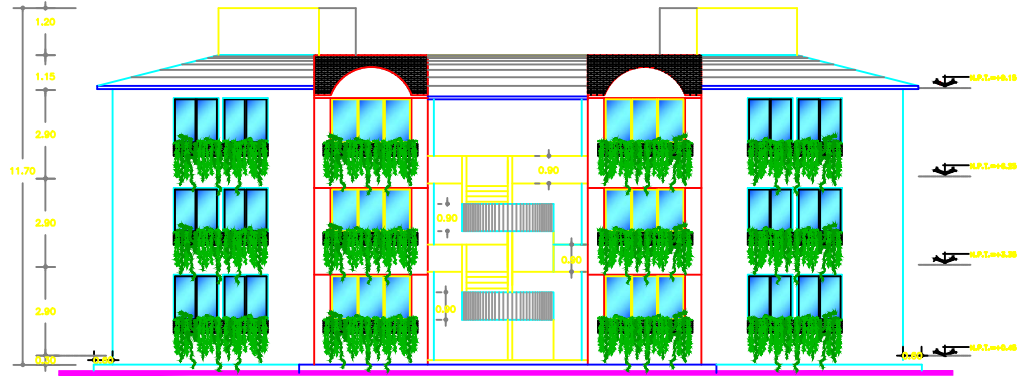
PROFESOR	PROFESOR
Ing. Ciro Robinson Ismael Ramirez Contreras	
PROYECTO	
Unidad Habitacional Sustentable	
PROFESOR	PROFESOR
Dr. Victor Manuel Lopez Lopez	
ALUMNO	
Alonso de Tola	

CONSEJO DE LA LAMINA
SEMBRADO Y LOTIFICACION DE UNIDAD HABITACIONAL PROPUESTA

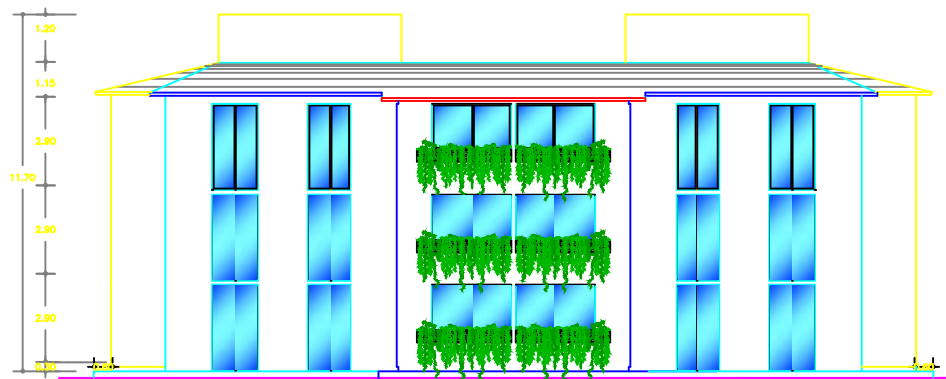
PROYECTO	FECHA DEL ASESORAMIENTO
AREA DE PROYECTO	ESCALA
10000 m ²	1:20
PROYECTO	FECHA
UNIDAD HABITACIONAL SUSTENTABLE	2/10/20
LOGO EMPRESA	PLANO
	L-01

L-01

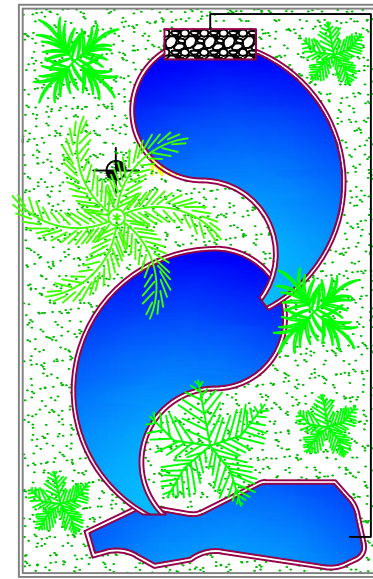
ANEXO “C”



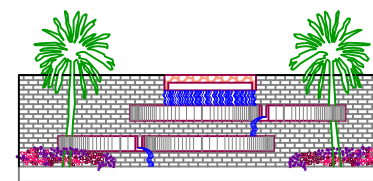
FACHADA PRINCIPAL



FACHADA POSTERIOR



ESPEJO DE AGUA EN VESTIBULO

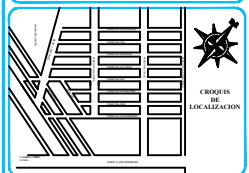


ALZADO DE ESPEJO DE AGUA

ESC: 1:25

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESIA ZACATENCO

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL



NOTAS

- * El edificio esta orientado S: A con respecto a la horizontal para que le de el sol en la o c' que a las habitaciones principales.
- * Los vientos corren hacia el noreste, por lo tanto siempre tendra una ventilacion adecuada y la calidad del aire sera buena.
- * En el vestibulo cuenta con un juego de espejos de agua para dar extension de area verde.
- * El edificio esta rodeado de area jardinalada, y tiene una separacion del edificio viejo para evitar sombras.
- * El uso de las ventanas es adecuado para permitir la ventilacion e iluminacion adecuada.

RESPONSABLES

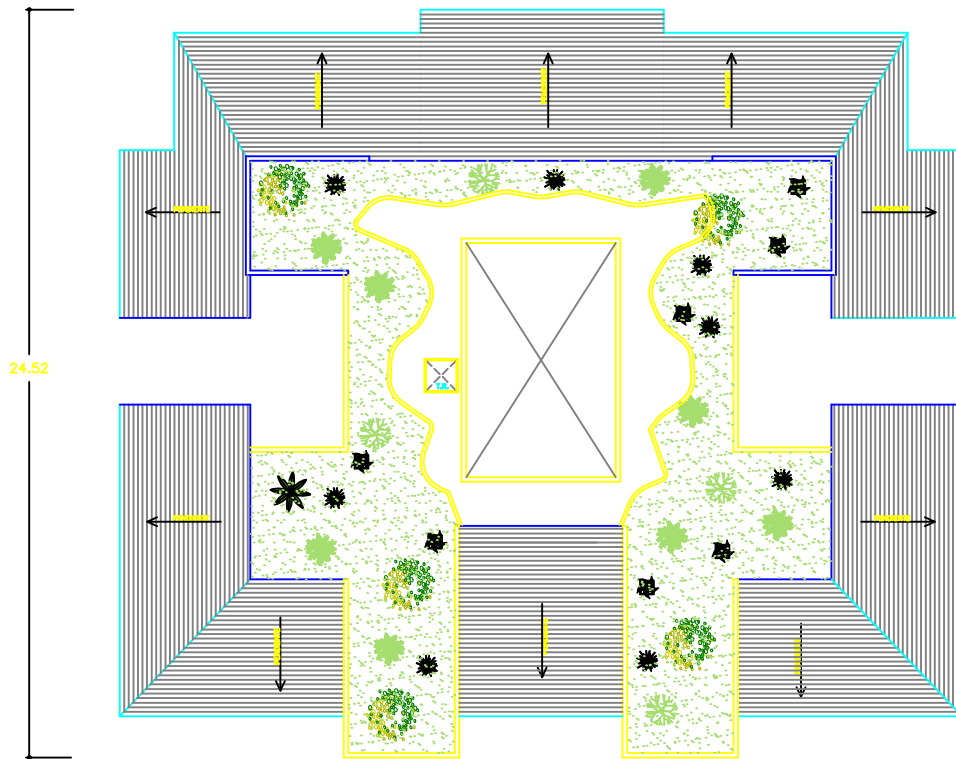
PROYECTO	PROYECTANTE	REVISOR
UNIDAD HABITACIONAL SUSTENTABLE	Ing. Juan Roberto Siment Rosales Gonzalez	
PROYECTANTE	DR. VICTOR MANUEL LÓPEZ LÓPEZ	
REVISOR	ABSORBENTE DE TIENDAS	

CONSTRUCCION DE LA LAMINA
FACHADAS PRINCIPAL Y POSTERIOR DE DEPARTAMENTOS PARA UNIDAD SUSTENTABLE

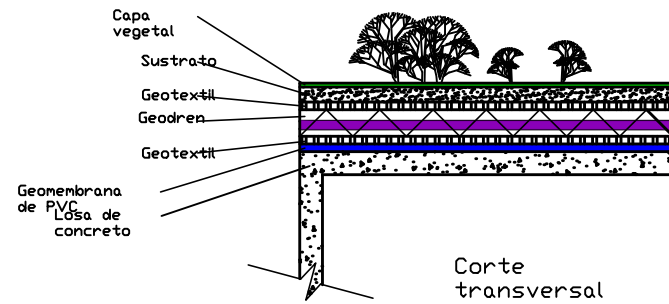
PROYECTO	UNIDAD HABITACIONAL SUSTENTABLE	
PROYECTANTE	UNIDAD HABITACIONAL SUSTENTABLE	ESCALA
REVISOR	UNIDAD HABITACIONAL SUSTENTABLE	FECHA
FECHA		
LUGAR EMPRESA		Llave
		S-01

ANEXO “D”

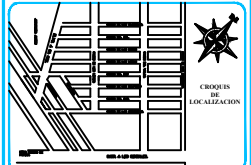
ANEXO “E”



PLANTA DE AZOTEA VERDE



CORTE DE AZOTEA VERDE



NOTAS

* TODAS LAS PLANTAS UTILIZADAS PARA LAS AZOTÉAS DEBERÁN SER DEL TIPO RESISTENTES.
* ESTO CON EL PROPOSITO DE QUE EL MANTENIMIENTO SEA CADA 3 MESES.

NOTAS DE OTRAS

FECHA DE EMISIÓN: _____
FECHA DE ACTUALIZACIÓN: _____

RESPONSABLES

FECHA	PROYECTO	FECHA
10/05/2018	Ing. Juan Roberto Umbral Rosales Contreras	
10/05/2018	Ing. Víctor Manuel López López	
10/05/2018	ABSORBENTE DE TEGAS	

CONTENIDO DE LA LAMINA
AZOTEA VERDE

PROYECTO	UNIDAD HABITACIONAL SOSTENIBLE
FECHA	2018
FECHA DE EMISIÓN	2018
FECHA DE ACTUALIZACIÓN	
FECHA DE REVISIÓN	
FECHA DE APROBACIÓN	

FECHA DE EMISIÓN: 10/05/2018
FECHA DE ACTUALIZACIÓN: _____
FECHA DE REVISIÓN: _____
FECHA DE APROBACIÓN: _____
FECHA DE APROBACIÓN: _____

S-01
2