



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ciencias

OPTIMIZACIÓN DE ESPACIOS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

Que como parte de los requisitos para obtener el diploma/grado de (o la)

Maestro en Ciencias

Presenta:

Aimé Gómez Ruiz

Dirigido por:

Dr. Jaime Moisés Horta Rangel

SINODALES


Dr. Jaime Moisés Horta Rangel
Presidente

Dr. José Luis Reyes Araiza
Secretario

Dr. Juan Bosco Hernández Zaragoza
Vocal

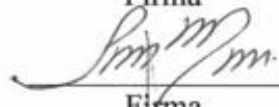
Dra. María de la Luz Pérez Rea
Suplente

Mtro. Rubén Ramírez Jiménez
Suplente


Dr. Aureljo Domínguez González
Director de la Facultad



Firma



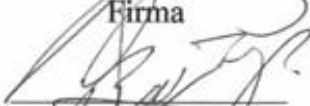
Firma



Firma



Firma



Firma



Dr. Irineo Torres Pacheco
Director de Investigación y
Posgrado UAQ

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Diciembre de 2014
México

RESUMEN

Las viviendas de interés social actualmente cuentan con espacios reducidos que no cumplen con las necesidades de la sociedad y su entorno, las empresas constructoras que se han hecho cargo de la construcción de las mismas, lo han convertido en un negocio donde lo importante es vender más por menos gastos de construcción y no las necesidades de los usuarios. Las viviendas requieren ser habitadas, que las actividades que ahí se desarrollan sean complemento del usuario, es decir la intercomunicación entre el usuario - mobiliario - espacio, por lo cual se ha propuesto lograr un espacio óptimo que cumpla con las necesidades básicas del usuario y su desarrollo físico y mental. En este trabajo se desarrolla la optimización de espacios en la vivienda de interés social a través de un modelo matemático de optimización que asocia como función objetivo el volumen general de la vivienda en términos de sus envolventes, las variables de diseño corresponden a las dimensiones de la vivienda mientras que las ecuaciones de estado corresponden a los requerimientos que caracterizan un espacio habitable como la antropometría, la ergonomía, la proxémica además de consideraciones respecto al confort térmico solicitado en una vivienda y el gasto energético que ello implica. Como resultado del algoritmo de optimización se obtienen el dimensionamiento óptimo de la vivienda de interés social que puede ser habitada sin menoscabo del sentido de pertenencia y privacidad solicitadas en una vivienda digna.

(Palabras claves: Optimización, Vivienda de interés social, Habitabilidad, Confort térmico)

SUMMARY

The social housing currently have tight spaces that do not meet the needs of society and environment; construction companies that have taken over of the construction of the same, have become a business where what matters is sell more for less costs and not the needs of the users. The normal households require to be inhabited, that the activities there are developed are add user, in other words, the communication between the user - furnishing - space, therefore has been proposed achieve optimal space that meets the basic needs of the user and physical and mental development. This paper develops the optimization of space in social housing through a mathematical model that takes as an objective function the overall volume of housing in terms of their envelopes, the design variables correspond to the dimensions of the housing while the state equations correspond to the requirements that characterize a living space such as anthropometry, ergonomics, proxemics and so on, as well considerations regarding thermal comfort and home energy costs. As a result of the optimization algorithm the optimal dimensioning of affordable housing that can be inhabited without impairing the sense of belonging and requested privacy decent housing is obtained.

(Key words: Optimization, Social housing, Habitability, Thermal comfort)

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a Dios, por permitirme encontrarme aquí y ahora, llevándome por el camino que ha propuesto para mí.

Agradezco y dedico esta tesis a mis hijos Azul y Matías, ya que me impulsaron a ser mejor persona para ellos y por eso inicie este proyecto de vida, a mi querido esposo, por estar conmigo en este sueño que he logrado realizar, por su apoyo y ayuda, desde el momento en que decidí comenzar, así como a toda mi familia, mi mamá y hermanas por siempre alentarme a ser mejor persona tanto para mi desarrollo personal como para la comunidad.

Doy un reconocimiento muy especial al Dr. Jaime Horta, por haber confiado en mí y en este proyecto ya que sin su apoyo y guía no hubiera sido posible en ningún sentido, ya que su paciencia y dedicación al proyecto es el resultado de que hoy esto sea posible.

Les agradezco a mis compañeros de generación ya que hicieron las horas de estudio más amenas así como por sus conocimientos que compartieron conmigo.

Pero más que nada dedico esta tesis a México y a las miles de familias afectadas en la actualidad por la forma de construcción de las viviendas, esperando que con esto sea un granito de arena para ir mejorando las condiciones actuales de las familias en México.

“Una casa viene al mundo, no cuando la acaban de edificar, sino cuando empiezan a habitarla”

Vallejo, 1975

INDICE

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE.....	iv
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE GRAFICAS	viii
INDICE DE PLANOS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	3
III. ESTADO DEL ARTE.....	4
3.1. Definición de vivienda de interés social.....	5
3.2. Vivienda de interés social en México	7
3.4. Unidad básica de vivienda.....	14
3.5. Vivienda de interés social en la actualidad.....	15
3.5.1. Casas GEO.....	17
3.5.2. Casas JAVER.....	18
3.5.3. Desarrolladora Homex.....	19
3.6. Vivienda digna	21
3.6.1. Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social.....	23
3.7. Habitabilidad	23
3.8. Confort térmico	26
3.9. Las leyes respecto a la vivienda de interés social y la eficiencia energética.....	27
3.10. Optimización de espacios.....	28
IV. METODOLOGÍA	30
4.1. Antropometría y ergonomía.....	30
4.2. Proxémica.....	35
4.3. Volumen de aire	37
4.4. Eficiencia energética.....	39
4.4.1. Vivienda Social y confort ambiental.....	39
4.4.2. Parámetros necesarios para el confort térmico.....	41
4.4.3. Eficiencia energética en México.....	44

4.4.4. Vivienda proyectada de referencia.....	48
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES.....	84
VII. ANEXOS.....	85
VII. BIBLIOGRAFIA.....	98

INDICE DE CUADROS

Cuadro:

1. Medidas antropométricas en Latinoamérica.....	31
2. Medidas antropométricas en México.....	33
3. Clasificación de zonas térmicas	47
4. Resistencia térmica total de un elemento de la envolvente	48
5. Medidas de la vivienda de referencia	50
6. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en muros de acuerdo a la vivienda de referencia y a un sistema constructivo actual.....	51
7. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en techo de acuerdo a la vivienda de referencia y a un sistema constructivo actual.....	51
8. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en techo de acuerdo a la vivienda de referencia y a un sistema constructivo a base de poliestireno.....	52
9. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en ventanas de acuerdo a la vivienda de referencia. ..	53
10. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en puerta principal de acuerdo a la vivienda de referencia.....	53
11. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 5.....	67
12. Soluciones de las ecuaciones de estado $H = 2.30$	68
13. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 6.....	69
14. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando $H = 2.40$	70
15. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 7.....	71
16. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando $H = 2.50$	72
17. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 8.....	73
18. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando $H = 2.60$	73
19. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 9.....	74
20. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando $H = 2.70$	75
21. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 10.....	76
22. Resumen de resultados de optimización de las tres variables.	76

INDICE DE FIGURAS

Figura:

1 y 2. Línea del tiempo de viviendas de interés social en México	9
3. Planta arquitectónica modelo “Aura”	18
4. Planta arquitectónica modelo “Antares”	19
5. Planta arquitectónica modelo “Arce”	20
6. Pirámide de necesidades del Ser Humano de Maslow	22
7. Antropometría del cuerpo humano, sexo masculino de Latinoamérica	33
8. Utilización del lavabo dentro de la vivienda.	35
9. Sub-categorías de Proxémica	36
10. Diagrama de aire inspirado aire espirado	38
11. Diagrama de temperatura corporal al interior de la vivienda.	42
12. Diagrama de confort del Estado de Querétaro	43
13. Carta psicométrica	44
14. Capas homogéneas de un muro.	45

INDICE DE GRAFICAS

Grafica:

1. Volumen de aire	63
2. Eficiencia energetica.....	64
3. Antropometria y ergonomia	65
4. Eficiencia energetica.....	66
5. Soluciones factibles con una altura de 2.20 m.	67
6. Soluciones factibles con una altura de 2.30 m.	69
7. Soluciones factibles con una altura de 2.40 m.	70
8. Soluciones factibles con una altura de 2.50 m.	72
9. Soluciones factibles con una altura de 2.60 m.	74
10. Soluciones factibles con una altura de 2.70 m	75

INDICE DE PLANOS

Plano:

1. Vivienda proyectada de referencia	49
2. Vivienda de referencia de acuerdo a normas.....	57
3. Vivienda con H = 2.20 metros.....	77
4. Vivienda con H = 2.30 metros.....	78
5. Vivienda con H = 2.40 metros.....	79
6. Vivienda con H = 2.50 metros.....	80
7. Vivienda con H = 2.60 metros.....	81
8. Vivienda con H = 2.70 metros.....	82

INDICE DE ANEXOS

Anexo:

1. Área de baño.....	86
2. Área de Cocina.....	88
3. Recamara 1.....	90
4. Recamara 2.....	92
5. Sala - Comedor.....	94

I. INTRODUCCIÓN

La vivienda es habitada por diferentes personas y por las culturas que ellas mismas implantan, pues tales culturas forman parte de sus vidas, proveen identidad a los residentes y son transmitidas de esta manera a la vivienda (Mena, 2011). Por lo tanto, el modelo estándar implementado en las mismas, es un limitante físico que choca con los patrones culturales de la población y que genera conflictos asociados a la convivencia.

En México son muy diversos los actores que participan en el diseño, construcción, promoción, financiamiento y demás procesos necesarios para satisfacer a la población con necesidad de vivienda. Éstos son tanto organismos del sector público como empresas de la iniciativa privada.

La necesidad de vivienda de interés social es variable a lo largo del territorio nacional, ya que cada una de las regiones y grandes ciudades presentan diferentes características geográficas, económicas y sociales; con sus respectivas problemáticas. La producción industrial está homogenizando cada vez más la VIS, con la intención de reducir costos y tiempos de producción, para poder hacer frente a la demanda y bajo costo de venta, además de mantener su porcentaje de ganancias. Esta situación ha llevado a reproducir, los mismos prototipos de vivienda en diferentes ciudades, sin que sean adaptados a las características de las diversas regiones (Montoya, 2010).

Así, el mercado inmobiliario toma un papel prioritario en el proceso del crecimiento urbano, que no necesariamente implica desarrollo. La vivienda ha perdido su valor social, es observada únicamente como producto de venta el cual, en las condiciones actuales de los créditos y por el rápido proceso de deterioro del que es objeto, se devalúa inmediatamente después de ser habitado (Maycotte, 2005).

La vivienda que se presenta en este trabajo es aquella que cumpla con las normas establecidas en el Pacto Internacional de derechos Económicos, Culturales y Sociales, firmado por los Estados que forman la Organización de las Naciones Unidas (ONU), de conformidad con el párrafo uno del artículo 11 del Pacto, los Estados Partes "reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia". Reconocido de este modo, el derecho humano a una vivienda digna tiene una importancia fundamental para el disfrute de todos los derechos económicos, sociales y culturales

El concepto de vivienda digna incluye utilizar las medidas mínimas, tomando en cuenta el espacio “vacío” que se requiere para poder realizar la actividad necesaria dentro de dicho espacio; la prosémica o concepto de los espacios interpersonales, nos describe la distancia subjetiva que rodea a una persona, las que pueden ser objeto de mediciones para determinar los tipos de espacio que deben ser respetados, mientras los individuos interactúan entre sí (Hall, 1969).

Es necesario tomar en consideración el espacio que requiere una persona para su movimiento y desarrollo dentro de la vivienda. Las propiedades termo - acústicas de la vivienda, el análisis de los vientos dominantes, orientación del asoleamiento mayor en uso – horario, con la finalidad de establecer el tamaño mínimo de ventanas para una ventilación y asoleamiento adecuado, este apartado es importante en virtud de que las viviendas comúnmente se construyen obviando las características del clima del lugar.

En esta investigación se analiza un espacio arquitectónico pleno de actividades, encontrando tres dimensiones básicas que se convierten en longitudes, superficies y volúmenes en el proyecto, y después en la obra realizada. En primer lugar, la dimensión espacial para que el hombre se mueva, transite dentro del espacio y para que pueda entrar y salir del mismo, llamada dimensión distributiva interna de los espacios, en segundo lugar, la dimensión para relacionarse y utilizar el mobiliario adecuado y tercero, la dimensión propia del citado mobiliario (Ramírez, 2001).

La manera en que se construye la vivienda, los materiales de construcción utilizados y las políticas en que se apoyan deben permitir adecuadamente la expresión de la identidad cultural y la diversidad de la vivienda. Las actividades vinculadas al desarrollo o la modernización en la esfera de la vivienda deben velar por que no se sacrifiquen las dimensiones culturales de la vivienda y porque se aseguren, entre otros, los servicios tecnológicos modernos.

II. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis.

Cuando se optimiza un espacio en una vivienda de interés social, por medios matemáticos respetando las normas en la antropometría y ergonomía, el diseño y construcción de las mismas harán de ellas espacios habitables al centrarse en el usuario.

Objetivo general.

Obtener las ecuaciones matemáticas que me determinaran un área de confort y realizar una optimización de espacios en viviendas de interés social, examinando parámetros antropométricos y psicológicos, para establecer un área habitable.

Objetivos particulares.

- Se hará la propuesta de un prototipo de vivienda que logre satisfacer las necesidades básicas de los seres humanos como son las fisiológicas y las de seguridad, de acuerdo a la pirámide de Maslow (1943) y Martin Serafín.
- Integrar las medidas antropométricas con la prosémica y la necesidad de aire por persona según el área a estudiar para obtener el espacio libre que se requiere.
- Obtener las ecuaciones de estado de acuerdo a las normativas especificadas para poder tener el espacio óptimo de cada espacio arquitectónico.
- Al obtener las ecuaciones anteriores se realizara el prototipo de vivienda que aparte de satisfacer las dos necesidades básicas de la pirámide logre cumplir con afiliación y reconocimiento así logrando automáticamente la autorrealización.
- Obtener los prototipos de viviendas de interés social.

III. ESTADO DEL ARTE

La ciudad que habitamos es el laboratorio donde arquitectos y urbanistas han experimentado mediante la construcción física de ideas, que más o menos pensadas y estudiadas, no han tenido un factor muy alto de reversibilidad. Así, capa sobre capa se han ido haciendo y rehaciendo las ciudades. Numerosas son las disciplinas que han interactuado en la formación, desarrollo y evolución de éstas. La ciudad, por tanto, es un elemento vivo reflejo de la sociedad que lo habita.

En Europa el 80% de la población vive en ciudades; en Latinoamérica el 70%. La diferencia radica en la elevada tasa de crecimiento de esta última y en su inequidad entre clases sociales que se acentúa progresivamente, siendo la más diferenciada del mundo según el informe de la Cepal de 2012. Sin embargo, el trabajo de los especialistas del diseño y la construcción tan sólo está dirigido al 10% de la población mundial. Esto quiere decir que el otro 90% está fuera del campo de actuación de los profesionales, y por lo tanto, se ha desarrollado sin control y con malas condiciones de habitabilidad.

La vivienda y sus condiciones precarias son actualmente uno de los problemas más graves de las ciudades latinoamericanas. La gran demanda y los pocos recursos de la población para satisfacer sus condiciones básicas hacen que estos últimos necesiten de ayuda del gobierno para emprender la construcción o el mejoramiento de sus viviendas. El problema de la vivienda no debe analizarse de manera aislada, son muchos los factores que intervienen en su desarrollo y evolución, por lo tanto, el estudio debe de ser multidisciplinario. Además, este problema no se puede comprender sin antes tener un panorama global y particular de cómo han crecido las ciudades y cuáles han sido los factores involucrados.

Fueron varios los arquitectos que dedicaron parte de su obra al estudio y búsqueda de soluciones para una vivienda enfocada a la clase social más baja, cuyos requerimientos eran limitados. Así nacieron proyectos de unidades habitacionales en los que se experimentaron los conceptos de esta nueva arquitectura dirigida a un cliente con características diferentes. La vivienda social estaba destinada a satisfacer las necesidades básicas de habitabilidad de las clases sociales con menos recursos. El pensamiento funcionalista llegó a reducir el concepto de “vivienda social” a “vivienda mínima”, y por lo tanto, a “vivienda barata”, lo cual implicó una reducción de la calidad del espacio y los materiales, bajando la calidad de las condiciones de habitabilidad (Sánchez, 2012).

Este trabajo propone encontrar una metodología para el mejoramiento de la habitabilidad a través de un estudio en conjunto de las necesidades básicas del usuario y el entorno climático que lo rodea, esto para lograr una optimización de los espacios en viviendas

de interés social; así que primeramente se resolvió saber que es una vivienda de interés social, y los planteamientos que rodean a un espacio para lograr de ellos lugares habitables y eficientes.

3.1. Definición de vivienda de interés social.

Hasta hace algunos años, la vivienda era el albergue de la familia, el cual es el ámbito primario en el que la población se agrupa y organiza. En ella las personas nacen y se desarrollan, comparten sus recursos y satisfacen sus necesidades esenciales, también exhiben solidaridades afectivas así como problemas y conflictos, es el núcleo de la sociedad. La vivienda no sólo cumplió con la función de brindar un refugio seguro y confortable a sus habitantes, sino que además se llevaban a cabo otras actividades para satisfacer las necesidades de la familia como la cría de animales, y las labores agrícolas, era ahí, en la vivienda donde los individuos se desarrollaban de manera física, emocional y socialmente.

Así como también es una estructura material destinada a albergar una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, constituida por una o varias piezas habitables, un espacio para cocinar, uno para el baño y limpieza personal.

Según el Código de Edificación de Vivienda (CEV) dice que una vivienda es el ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial (pies de casa) en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales del usuario.

Estos conceptos se amplían relacionando ciudad y vivienda, como también lo ha reconocido la Comisión de Asentamientos Humanos y la Estrategia Mundial de Vivienda (2000), donde el concepto de vivienda digna y adecuada también relaciona un espacio con seguridad, iluminación y ventilación adecuadas así como contar con infraestructuras, zonas verdes y equipamientos.

Para que una vivienda sea digna y adecuada, se deben unir a estas viviendas una ubicación equipada es decir, en colonias dotadas de servicios urbanos, accesibles, con espacios intermedios de relación que permita la comunicación vecinal, se habla de viviendas en ciudades vivas donde es posible el desarrollo familiar y personal a todos los niveles que la sociedad avanzada demanda.

Así pues, el derecho a la vivienda, requiere una serie de factores que hay que tener en cuenta al establecer si determinadas formas de habitaciones se puede considerar que constituyen un hogar adecuado. Aun cuando esto se encuentra ligado por determinados

factores sociales, económicos, culturales, climatológicos, ecológicos y de otra índole, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) considera que es posible identificar algunos aspectos de ese derecho que deben ser tomados en cuenta. Entre estos aspectos figuran los siguientes:

- Disponibilidad de servicios, materiales, facilidades e infraestructura. Una vivienda adecuada debe contener servicios para la salud, seguridad, comodidad y nutrición. Todos los beneficiarios a una vivienda deberán tener acceso permanente a agua potable, energía para la cocina, calefacción y alumbrado, así como instalaciones sanitarias y de aseo.

- Habitabilidad. En sentido de poder ofrecer espacio adecuado a sus ocupantes y de protegerlos del frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otras amenazas para la salud, de riesgos estructurales y de vectores de enfermedad. Debe garantizar también la seguridad física de los ocupantes. La ONU exhorta a los Estados partes a que apliquen ampliamente los Principios de Higiene de la Vivienda preparados por la OMS, que consideran la vivienda como el factor ambiental que con más frecuencia está relacionado con las condiciones que favorecen las enfermedades en los análisis epidemiológicos; dicho de otro modo, que una vivienda y unas condiciones de vida inadecuadas y deficientes se asocian invariablemente a tasas de mortalidad y morbilidad más elevadas.

- Accesibilidad. La vivienda adecuada debe ser accesible a los que tengan derecho. Debe concederse a los grupos en situación de desventaja para conseguir una vivienda.

- Lugar. Debe encontrarse en un espacio que permita el acceso a las opciones de empleo, los servicios de atención de la salud, centros de atención para niños, escuelas y otros servicios sociales. De manera semejante, la vivienda no debe construirse en lugares contaminados ni en la proximidad inmediata de fuentes de contaminación que amenazan el derecho a la salud de los habitantes.

- Adecuación cultural. La manera en que se construye la vivienda, los materiales de construcción utilizados y las políticas en que se apoyan deben permitir adecuadamente la expresión de la identidad cultural y la diversidad de la vivienda. Las actividades vinculadas al desarrollo o la modernización en la esfera de la vivienda deben velar por que no se sacrifiquen las dimensiones culturales de la vivienda y porque se aseguren, entre otros, los servicios tecnológicos modernos.

Una nación cuyas familias cuentan con la garantía de una vivienda no sólo por Derecho Constitucional, sino también, y principalmente, porque la capacidad de conducción

del Estado propicia las condiciones para que la participación de todos los actores del sector de la vivienda logre un equilibrio estable y permanente entre la necesidad creciente de las familias, especialmente las de menores ingresos, y la producción de una oferta habitacional digna y decorosa por su calidad y por su ubicación en un entorno urbano seguro, sano y sustentable. Es una nación en crecimiento (Haramoto, 1999).

3.2. Vivienda de interés social en México

Al inicio del siglo XX, a causa de la industrialización y el desarrollo del ferrocarril, empezó el crecimiento de las ciudades industrializadas de la República Mexicana. Posterior a la época de la Revolución, ese gran desplazamiento desde el campo para tener una nueva ubicación en las grandes ciudades generó la necesidad de dar vivienda a una población que se incrementaba rápidamente. Desde principios del siglo XX medidas legislativas y de política pública reaccionaron a la gran demanda de viviendas. Durante el Porfiriato se aprobó la Ley sobre Casas de Obreros y Empleados Públicos residentes en la ciudad de Chihuahua.

En 1916, el Primer Jefe Constitucionalista, Venustiano Carranza, redujo los pagos de renta de vivienda a la mitad y hasta tres cuartas partes de su valor, en cuanto a la instrumentación legal se refiere, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 4º, confiere el derecho a toda familia a disfrutar de una vivienda digna y decorosa. Así que es una política de estado generar y apoyar programas que impulsen su construcción y la destinen a quien de ella requiere así como también se estableció en el texto original de la Constitución, en la fracción XII del artículo 123, la obligación a los patrones de otorgar a sus trabajadores viviendas cómodas e higiénicas (Sánchez, 2012).

El Programa Sectorial de Vivienda de la Federación, la define como, el lugar donde la familia consolida su patrimonio, establece mejores condiciones para su inserción en la sociedad, genera las bases para una emancipación individual y colectiva e inicia el desarrollo social sano de sus miembros, la vivienda es un indicador básico del bienestar de la población, constituye el cimiento del patrimonio familiar y es, al mismo tiempo, condición indispensable para alcanzar niveles adicionales de desarrollo (Montoya,2010).

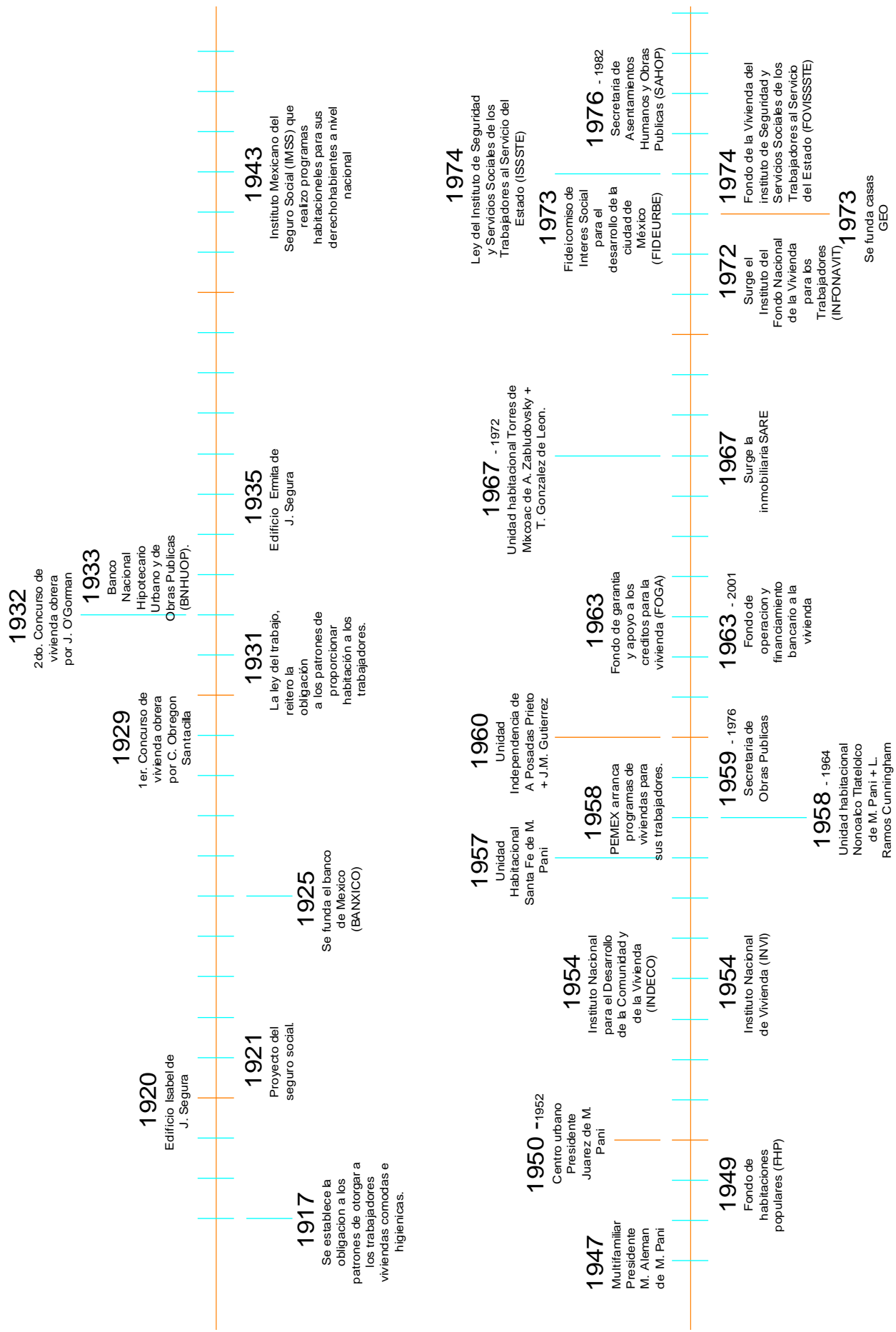
En la década de 1930 cuando el Estado impulsó la realización de conjuntos habitacionales con el fin de generar espacios de vivienda para los trabajadores, convocó al concurso “La casa obrera mínima”, el cual fue ganado por el arquitecto Juan Legarreta y cuyo proyecto sirvió para realizar uno de los primeros conjuntos habitacionales en la Ciudad de México (en la Colonia Balbuena). El proyecto comprendía 120 viviendas así como un parque central de convivencia de vecinos. Para el Estado, sobre todo para el gobierno entrante de

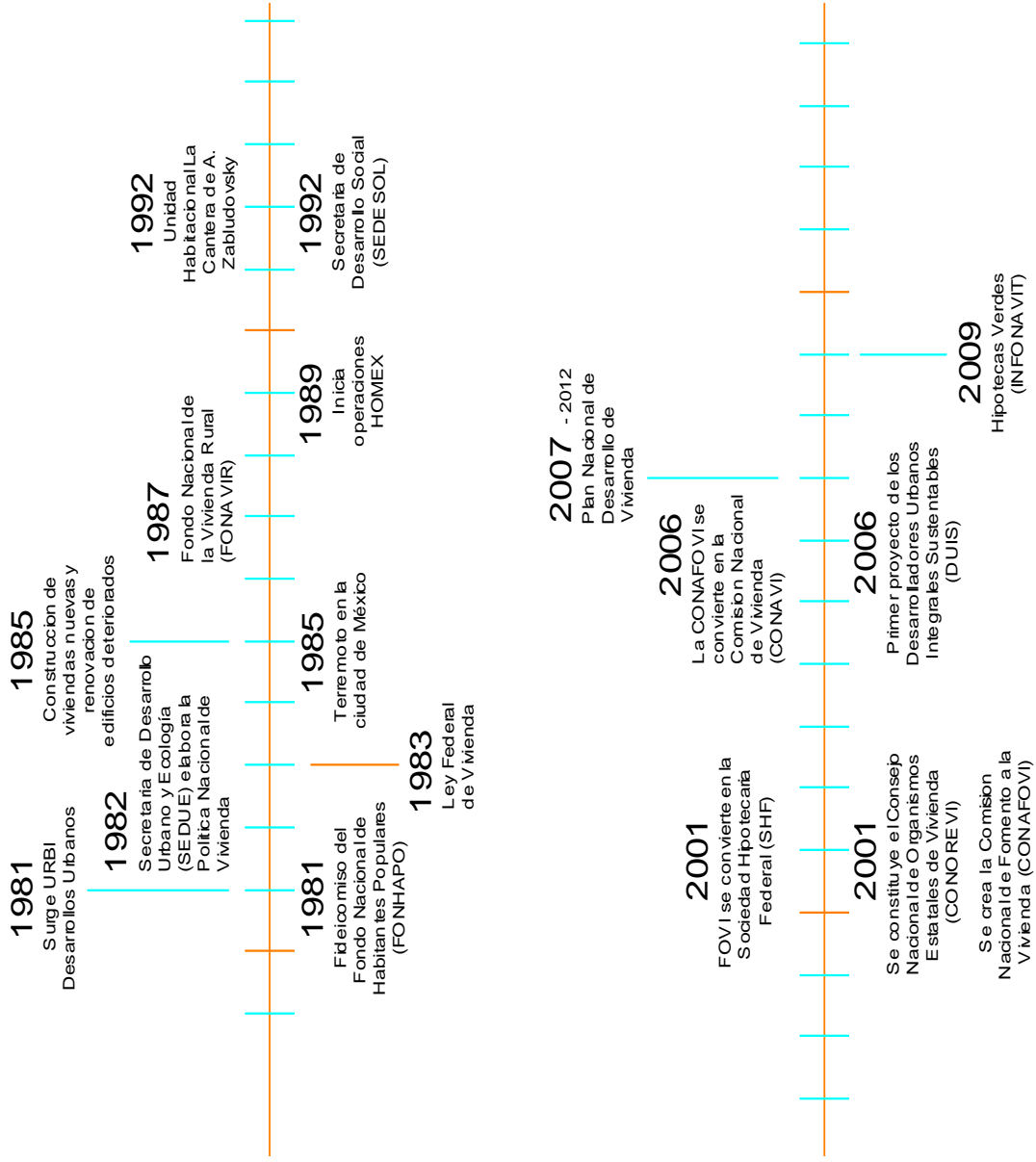
Lázaro Cárdenas, la vivienda popular era una preocupación central, así Legarreta fue nombrado asesor en este tema para la realización del Plan Sexenal, sin embargo falleció prematuramente en el año de de 1934 (Barragán, 1994).

A partir de 1940 el interés estatal por la realización de vivienda para trabajadores se mantuvo vigente, en manos del arquitecto Mario Pani cuyo planteamiento arquitectónico de estos espacios consideraba dar soluciones de vivienda acompañadas de una mejora en la calidad de vida del usuario, generando espacios internos cómodos, airados y soleados, así como áreas comunes de convivencia que permitieran interrelaciones sociales con consecuencias positivas en el tejido social. Pani realizó proyectos como el Centro Urbano Presidente Alemán (1938), Centro Urbano Presidente Juárez (1952) y el Centro Urbano Presidente López Mateos (Nonoalco-Tlatelolco 1964), entre sus proyectos de vivienda social más emblemáticos. En todos ellos se consideraba dejar espacios abiertos para la convivencia, áreas verdes, zonas deportivas, así como zonas destinadas a los servicios, con la idea de generar micro-ciudades cuyos habitantes pudieran solucionar sus necesidades, así como establecer vínculos de convivencia que soportaran un tejido social sano. Se observa que al menos hasta mediados de los años sesenta existía, por parte del estado, un interés y preocupación general en torno a la realización de viviendas populares.

En los años de 1986 y 1987 se realiza el programa de Renovación Habitacional Popular, en respuesta a los daños ocurridos por el sismo de 1985 en la ciudad de México y la movilización y organización de los habitantes de esas viviendas. En este caso se trató más bien de renovar las viviendas dañadas, eliminar el “cuarto redondo” y dotar a las familias de espacios compartimentados para su vida cotidiana.

Así, a partir de 1982 y la integración de México al modelo neoliberal, de la mano del Presidente Miguel De la Madrid, se generó una disminución de los derechos sociales de los trabajadores, afectando también los conceptos en torno a las necesidades mínimas de vivienda. Desde hace algunos años, sobre todo desde el sexenio del Presidente Vicente Fox, con la intención de satisfacer las necesidades de vivienda social se impulsaron compañías que ofertan casas modulares iguales dentro de complejos de grandes extensiones de tierra, la mayoría a las afueras de las ciudades. Al cliente le ofrecen la posibilidad de hacerse de un patrimonio, acceso a todos los servicios y áreas de convivencia e intercambio social. La realidad es que estos complejos, en su mayoría, se convierten en ciudades dormitorio donde al interior de cada una de las viviendas (de aproximadamente 50.00 m²) viven familias de entre cuatro y seis integrantes, por lo que se genera hacinamiento, violencia intrafamiliar y varias consecuencias sociales complejas (Adriá, 2005).





3.3. Vivienda de interés social internacionalmente.

Internacionalmente el tema de la vivienda fue una preocupación hasta mediados del siglo XIX aproximadamente, y principalmente en aquellos países avanzados en Europa y de manera particular también en los Estados Unidos de Norte América. Las investigaciones realizadas muestran que el acercamiento se logró a través de otras ramas de pensamiento como la política y la ética y es que eran preocupaciones relacionadas con la salud pública, la integración familiar y el control de los movimientos sociales.

Es un hecho conocido que la Revolución Industrial aportó enormes cambios en la forma de vivir la ciudad y en su conformación espacial a finales del siglo XIX. Sin embargo, es cierto también que la fuerte expansión urbana y las pésimas condiciones de vida de la clase obrera hicieron que, a principios del siglo XX, resultara necesaria la búsqueda de nuevas soluciones tanto arquitectónicas como urbanas para controlar y mejorar las condiciones de vida de aquellos que, en aquel momento, representaban una buena parte del capital económico de un país: los obreros.

En este particular momento histórico, pleno de activismo político y social, se hizo espacio en la sociedad europea (como en el resto del mundo occidental), un fuerte movimiento higienista que proponía mejorar, entre otras cosas, las viviendas y los barrios de la población obrera considerados insalubres y no adecuados para el correcto desarrollo de una vida moderna. Las primeras leyes que se ocuparon de corregir la dramática situación higiénica de las viviendas de la clase obrera en la ciudad —las llamadas “leyes higienistas”—, se remontan, en la mayoría de los países occidentales, a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, cuando se produjo un incremento de la inmigración hacia las principales ciudades, debido a los fenómenos involucrados al proceso de industrialización (Landau, 1969).

Las cuestionadas viviendas habían sido proyectadas y construidas por compañías privadas que buscaban sacar el máximo provecho a costa de ofrecer a la población, que no tenía otra opción, viviendas o “alojamientos generales” de muy mala calidad. Para situar el problema de este momento, un testimonio valioso es el polémico texto publicado en el volumen XXV de *The Builder*, en 1877, que sostiene:

“Señores, señoras y público en general, exclama el apóstol moderno, no en el desierto sino en una metrópolis de cuatro millones de almas singulares, vengan conmigo por los paseos y calles de esta colosal ciudad, a las asfixiantes viviendas de los pobres. Vean de qué modo está alojado el artesano, cómo su frente sudorosa y sus manos encallecidas por el

trabajo no encuentran descanso en sus incómodos alojamientos, cómo las habitaciones de los trabajadores generalmente son un reproche para sus patrones, quienes, sin embargo, les pagan adecuada y constantemente.”

De este texto vale la pena subrayar dos aspectos. El primero se refiere al uso de la palabra “asfixiante” en relación a las viviendas de los pobres. Los *slums*, que en aquel momento constituían la mayor parte de los sectores residenciales de las ciudades industriales, proporcionaban pésimas condiciones higiénicas y hasta ese momento, habían sido considerados como la principal manera de solucionar el déficit habitacional de las ciudades en rápida expansión.

El segundo aspecto destacado en el texto de *The Builder* se refiere a la relación entre las horas de trabajo y aquellas dedicadas al descanso. Es justamente éste uno de los puntos que más adelante se tomará en consideración, durante los CIAM para plantear la construcción de viviendas dignas, emplazadas cerca de los lugares de trabajo y en relación a grandes áreas verdes (parques) en las cuales fuera posible el descanso y la recreación.

Cabe destacar que las obras que se desarrollaron durante las décadas de los veinte y treinta en Europa —las *Siedlungen* alemanas, los *Höfen* vieneses, las urbanizaciones anglosajonas, así como las experiencias en Francia y los Países Bajos— siguieron líneas de desarrollo independientes y sus resultados formales fueron sensiblemente diferentes. A pesar de ello, hay que detenerse en el hecho de que todas estas intervenciones tuvieron, en su base, una problemática común: las malas condiciones en las cuales vivían las poblaciones menos adineradas en la ciudad y la ausencia de los temas relacionados con la vivienda colectiva en la disciplina arquitectónica (Bonomo, 2009).

Las primeras urbanizaciones del siglo XX tienen una importancia estratégica en múltiples aspectos. Ellas son, por un lado, propuestas residenciales con pretensiones urbanas, pero también son barrios experimentales —como el *Weissenhofsiedlung* de Stuttgart o el *Siemestadt* de Berlín—. Son iniciativas de gobierno, y presentan diferencias respecto a su localización en la ciudad: algunas de ellas rodean los centros habitados, otras son completamente periféricas y otras internas a la trama urbana.

En los años veinte Clarence Perry (1923) introdujo el concepto de *neighborhood unit* en el séptimo volumen del “*Regional Survey of New York and Its Environs*.” Para Perry, una *neighborhood unit* es “la zona que incluye todos los servicios de utilidad pública y las condiciones requeridas por la familia media para su adecuada comodidad y desarrollo dentro de las proximidades de su vivienda.” La *neighborhood unit* es una estructura urbana independiente, delimitada por calles vehiculares principales, de las cuales se desprenden

calles vehiculares secundarias. En el centro de la neighborhood unit se encuentran aquellas estructuras programáticas aptas para el desarrollo de la vida social de la comunidad, tales como pequeños parques, áreas de juegos infantiles, tiendas de ámbito local y escuelas básicas.

A la luz de estas consideraciones, se afirma que alrededor de las problemáticas relacionadas con la vivienda se creó un debate disciplinario amplio, de alcance internacional y cuyas consecuencias permearon todos los ámbitos culturales de la sociedad del siglo pasado.

Todo esto aparece ya en los primeros estudios de Unwin (1912), enfocados en demostrar la dependencia entre densidad urbana y opciones precisas de especulación. Una de las importantes instancias de discusión y debate en torno a estos temas, sobre todo en Europa, fueron los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM). En ellos, entre 1928 y 1959, se analizaron las problemáticas relacionadas con la ciudad y la vivienda, y se propusieron nuevos métodos analíticos capaces de arrojar luz sobre tales problemáticas. Por último, se plantearon y construyeron nuevos tipos residenciales que, en opinión de algunos de los exponentes del movimiento racionalista, eran capaces de solucionar los problemas que afectaban a las ciudades y a sus habitantes.

Del análisis de los contenidos propuestos y desarrollados en algunos de los CIAM es posible descubrir relaciones entre una parte del mundo disciplinar de la arquitectura y el contexto político-económico del periodo. A través de este análisis quedan en evidencia algunas de las líneas temáticas que aparecen en las obras de arquitectura residencial del periodo estudiado.

Entre tales obras se encuentran las unidades vecinales que se construyeron en el mundo occidental en los años siguientes a la Segunda Guerra Mundial. Estas obras se creyeron capaces de solucionar los problemas de la reconstrucción en Europa, de la expansión urbana y de saneamiento de los barrios deteriorados de las principales capitales del mundo occidental.

La unidad vecinal de la postguerra se puede considerar, entonces, como la síntesis del proceso de modernización de los instrumentos político-institucionales y económicos referidos a la producción de vivienda y, también, como el vértice de un proceso de perfeccionamiento de las estrategias proyectuales, técnicas y constructivas propias de la arquitectura moderna.

Los antecedentes permiten conocer que a finales de esa época en varios países surgen iniciativas de ley que se refieren a la normatividad en el tema de higiene para la construcción de viviendas, la incorporación de los servicios públicos básicos y el hacinamiento. Con el tiempo empezó una preocupación generalizada sobre el financiamiento

de la vivienda de interés social, ello se convirtió en el principal tema de una política social para los países desarrollados hasta mediados del siglo pasado.

Esta preocupación se resolvió en los países desarrollados en 1965, cuando ya se había superado el problema de la demanda, quedando ahora el de la calidad, mejoramiento habitacional como la necesidad insatisfecha en estos países. Es en esta época que en México se empieza a notar la influencia de la presión internacional para la generación de vivienda, tanto para el sector popular como para el estrato medio.

3.4. Unidad básica de vivienda.

La vivienda económica o Unidad Básica de Vivienda, UBV, es aquella promovida por el Programa Nacional de Vivienda Económica del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, INFONAVIT, que se enfoca a incentivar la construcción de viviendas con un valor que no exceda los 117.0631 VSM, el cual en el año 2012 daba el equivale a \$327,078.00 pesos. Este tipo de vivienda está dirigida a trabajadores que tienen un ingreso entre 1 y 3.9 salarios mínimos y son financiadas por el Programa Especial de Subsidios y Créditos a la vivienda, PROSAVI, la Sociedad Hipotecaria Federal, SHF, y el propio INFONAVIT. Sus características principales son que sólo posee una habitación de usos múltiples en donde se puedan preparar alimentos, una recámara y un baño completo. La superficie aproximada que puede llegar a ocupar es de 31.00 m². Su lote mínimo debe ser de al menos 90.00 m², debe contar con todos los servicios – electricidad, agua y drenaje- y su diseño deberá brindar la posibilidad de crecer progresivamente.

En su primera etapa -la UBV- se busca que puedan cohabitar cuatro miembros de una familia y conforme aumenten los ingresos de ésta se tenga la posibilidad de ampliarla para que se adecue mejor a las necesidades. (Maycotte, 2005) esto en teoría, en la práctica se ha reducido tanto el tamaño de los terrenos y el de las viviendas, abaratando al máximo los procesos de diseño y de construcción, que los efectos de estas medidas sobre la calidad del producto entregado y sobre la calidad de vida de la población, son varios: los terrenos han llegado a ser tan pequeños que impide la ampliación de las viviendas (algo imposible de hacer cuando se trata de departamentos) y el tamaño de las viviendas es tan mínimo que genera hacinamiento y obliga a los niños y jóvenes a pasar el día en la calle. También produce un menoscabo de la privacidad que está generando problemas tanto a nivel de las parejas como de la salud mental, especialmente entre las mujeres que generalmente son las que permanecen en la vivienda constantemente. Al mismo tiempo unas viviendas tan pequeñas impiden acoger

adecuadamente a otros miembros de la familia (abuelos, hijos casados), así como realizar actividades familiares como fiestas. Todo esto está cambiando radicalmente la forma de vida de los sectores populares, fomentando el individualismo, el pandillerismo y produciendo la ruptura de los lazos familiares.

La necesidad de VIS es variable a lo largo del territorio nacional, ya que cada una de las regiones y grandes ciudades presentan diferentes características geográficas, económicas y sociales; con sus respectivas problemáticas. La producción industrial está homogenizando cada vez más la VIS, con la intención de reducir costos y tiempos de producción, para poder hacer frente a la demanda y bajo costo de venta, además de mantener su porcentaje de ganancias. Esta situación ha llevado a reproducir, mientras sea posible, los mismos prototipos de vivienda en diferentes ciudades, sin que sean adaptados a las características de las diversas regiones.

3.5. Vivienda de interés social en la actualidad.

El modelo que impera actualmente, opera bajo las reglas del neoliberalismo económico, el cual privilegia indiscriminadamente la inversión privada sobre el espacio y los bienes comunes. La vivienda ha dejado de ser concebida siquiera, como la pensaron los representantes del racionalismo dentro del movimiento moderno, que aún con sus austeros criterios, le otorgaban cierta carga que va más allá del ámbito físico y que bien pudiéramos llamar emotiva o espiritual (Maycotte, 2005). Walter Gropius (1930) afirmó que la vivienda debe establecer el mínimo elemental de espacio, aire, luz y calor indispensables al hombre para poder desarrollar completamente sus funciones vitales sin restricciones debidas a la vivienda, es decir, establecer un *“modus vivendi en lugar de un modus non moriendi”*.

Los nuevos conjuntos de vivienda social se caracterizan por el aislamiento, por el acelerado proceso de deterioro que experimentan, por la falta o insuficiencia de equipamiento (educación, salud, vigilancia), la inexistencia o abandono de sus áreas verdes, y la inseguridad de sus calles y espacios baldíos. La imagen externa que ofrecen es de un deterioro prematuro de las viviendas y un abandono de los espacios comunes. La inexistencia de espacios adecuados para acoger y facilitar el desarrollo de actividades sociales del barrio hace muy difícil el desarrollo de relaciones entre vecinos, indispensables para que exista un sentido de pertenencia e interés por mejorar la calidad de vida en la comunidad. Como resultado, los niños juegan en la calle y los adultos se reúnen generalmente en espacios inadecuados y muchas veces improvisados. Asimismo, los jóvenes se "toman" la calle y suelen transformarla

en un lugar peligroso para los residentes. Existe, sin duda, un grave problema de seguridad en las colonias populares ligado con el aumento de la drogadicción juvenil (García, 2010).

El tipo de producto que se está entregando presenta graves problemas de calidad, tanto en el diseño como en la construcción. Los diseños definidos por los estándares mínimos se repiten hasta el infinito en cualquier zona del país y en los casos de viviendas progresivas ampliadas por cada familia, el resultado es caótico y muchas veces precario. La mala calidad de la construcción es consecuencia del uso de los materiales más baratos del mercado y de falta de control de calidad, y se refleja en el acelerado deterioro de las viviendas producidas.

El mercado inmobiliario toma un papel prioritario en el proceso del crecimiento urbano, que no necesariamente implica desarrollo. La vivienda ha perdido su valor social, es observada únicamente como producto de venta, el cual, en las condiciones actuales de los créditos y por el rápido proceso de deterioro del que es objeto, se devalúa inmediatamente después de ser habitado (Maycotte, 2005).

Dentro de la superación de la pobreza, la vivienda juega un rol más importante de lo que se reconoce, no solo por la satisfacción de necesidades básicas de protección, seguridad, sanidad y bienestar; y de aquellas no tan valoradas de identidad, permanencia, privacidad, belleza y armonía, sino también por la incidencia indirecta y directa, que puede tener sobre la satisfacción de otras necesidades como la salud, la educación, el trabajo y la convivencia. (Haramoto, 2002).

Los sistemas de asignación de las viviendas han producido, sin preverlo, la destrucción de los lazos familiares al verse las familias trasladadas a la periferia, lejos del lugar de origen, de la familia y antiguas amistades. Los costos del transporte impiden la posibilidad de visitar a familiares y amigos, por lo que los lazos familiares y los sistemas de solidaridad y confianza desarrollados entre antiguos vecinos se ven rotos. Puede hablarse de una pérdida del capital social, o sea de las relaciones de confianza y normas que forman parte fundamental de las comunidades, y que son necesarias para mantener la cohesión social y sirven para disminuir la vulnerabilidad que caracteriza las situaciones de pobreza.

Las necesidades de vivienda de la población son un desafío permanente en toda sociedad. Y lo son porque el ritmo al que se multiplican los hogares y los requerimientos de conservación habitacional, no siempre corresponde a los recursos de inversión disponibles, al potencial productivo de la industria y a la capacidad de compra de las familias.

La vivienda de interés social es sólo un mercado, donde ya no se estudia al usuario que la va a ocupar, sus necesidades físicas, psicológicas y sociales han pasado a un tercero o cuarto tema, hoy en día, lo que interesa es construir más con menos. El Instituto Nacional de

Estadística y Geografía (INEGI) establece, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, que las viviendas que se ofrecen actualmente en el mercado, cuentan con uno o dos dormitorios y que en el 90 % de los casos, el promedio de ocupantes por dormitorio es de dos y en el resto de tres. Esta necesidad de ampliación se refuerza en el hecho de que en el 40.6 % de los hogares habitan cinco o más personas.

Hay tres estudios básicos que se realizan como inicio de esta investigación en campo, dentro de las constructoras que están vendiendo más en el último periodo a través del INFONAVIT.

3.5.1. Casas GEO

La empresa constructora denominada “Casas Geo”, fundada en 1973 es la líder en venta de vivienda de interés social a través de INFONAVIT, ha llegado a colocar en el mercado hasta 40 mil viviendas, la visión de empresa es *“Ser el grupo líder en la generación de riqueza en lo económico, social y ambiental, que revoluciona la vivienda social en comunidades sostenibles: brinda satisfactorias de bienestar dando “TODO POR EL CLIENTE” a lo largo de su vida”*.

Su modelo “AURA” (Figura 3), es el que se encuentra en los parámetros de préstamo mencionados anteriormente, contando con un terreno de 63.00 m², y 42.7 m² construidos alberga dos recamaras, sala, cocina, comedor, un baño y un patio de servicio.

La vivienda de modelo “Aura” es ofrecida al cliente para el inicio de una vivienda en la cual podrá vivir plenamente, aunque haciéndole un estudio detallado se evaluó que la superficie de terreno que ofrece no es el indicado por el INFONAVIT para una vivienda de interés social, así como también la presencia de una “cimentación” a base de un plancha de 5 cm, con la cual la construcción de un segundo nivel se vuelve inestable y peligroso. Así como la utilización de cemento para la estructura de todos los muros sin tomar en cuenta el tipo de clima que se encuentra en la región y la mejor orientación para la misma.

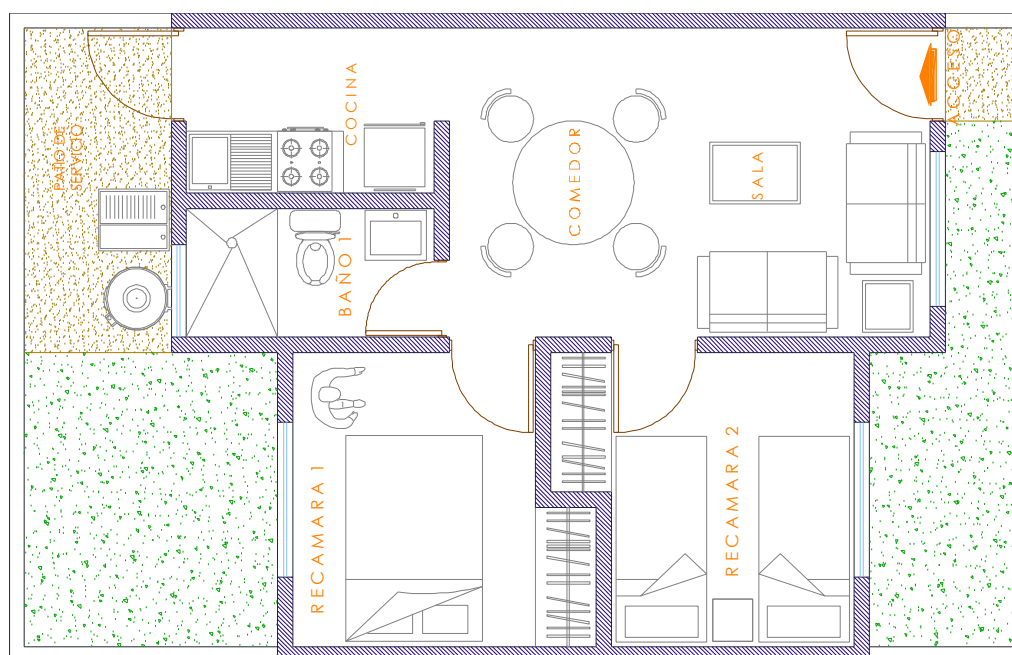


Figura 1. Planta arquitectónica modelo “Aura”

3.5.2. Casas JAVER

Javer es uno de los desarrolladores de vivienda más grande en México. Virtualmente el 2do proveedor de viviendas más grande de INFONAVIT en todo el país y se especializa en la construcción de vivienda de interés social, media y residencial en México. Con sede en Monterrey, México, Javer inició operaciones en 1973 y es actualmente el promotor líder en términos de unidades vendidas en el noreste de México, incluyendo el estado de Nuevo León.

Esta empresa se encuentra en segundo lugar a nivel nacional en cuanto a créditos ofertados a través de INFONAVIT, aunque no cubre todo el país se ha posesionado en la construcción de viviendas de interés social en los últimos años.

La forma en que anuncian sus fraccionamientos es que disfrutas más de las áreas verdes que de la propia experiencia de obtener tu propia casa; gimnasio al aire libre, extensas áreas verdes con juegos y teatro al aire libre. En Querétaro, aunque lleva relativamente poco tiempo en el mercado ya se han ofertado viviendas donde su modelo “Antares” (figura 4) es el único que entra en los precios de salarios mínimos y es ofrecido en edificios de departamentos por lo cual no se puede considerar una ampliación o remodelación. Los materiales de construcción es a base de block hueco de concreto.

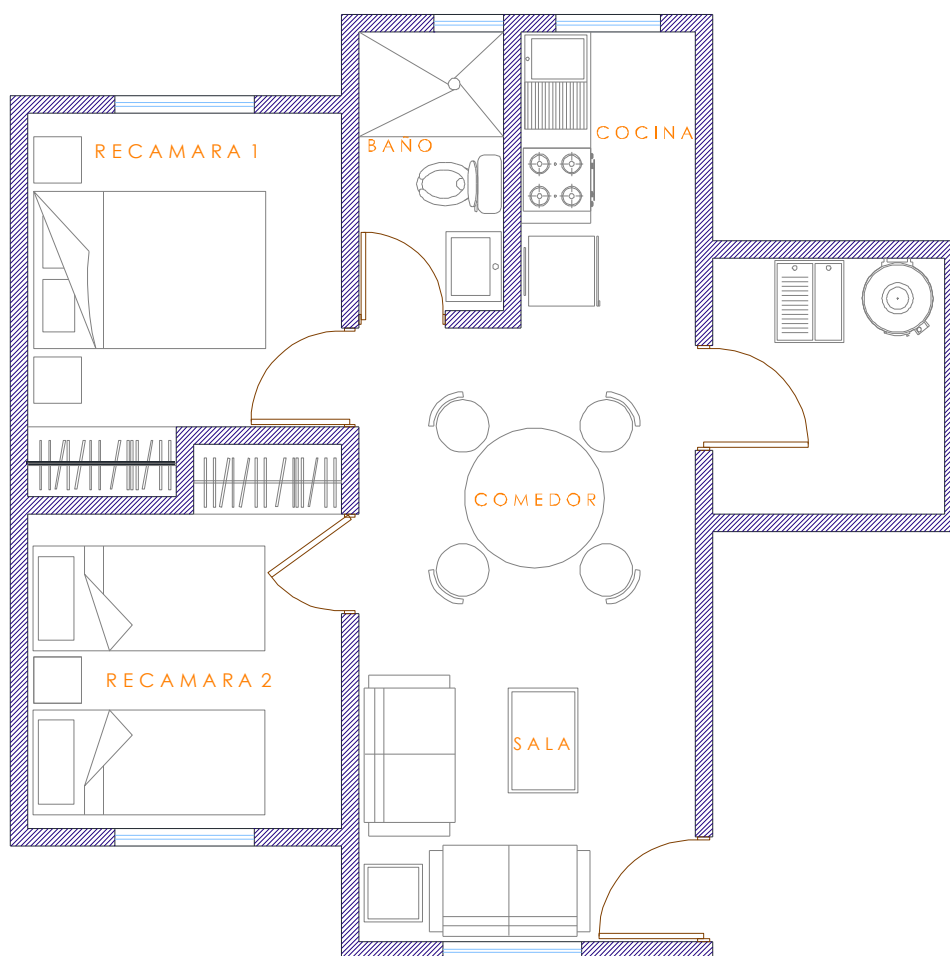


Figura 2. Planta arquitectónica modelo “Antares”

“Con más de 40 años de experiencia, seremos líderes en la construcción de vivienda donde se desea contribuir a la felicidad de miles de familias en México que hoy cuentan con una casa, su hogar.”

3.5.3. Desarrolladora Homex

Creada en 1989 anualmente construye más de 51 mil viviendas en todo México. Al igual que casas Javer se anuncia a través de sus áreas verdes, juegos infantiles y canchas deportivas, aclarando que en muchos fraccionamientos solo se deja el espacio para la construcción de las áreas verdes, ya que son fraccionamientos y no condominios donde ahí si tienen la obligación de dejar instalados los juegos y todo aquello que se anuncie.

Las viviendas de la constructora Homex son en realidad iguales en toda la república, y se realizan a través de moldes donde se vacía concreto y con esto se pueden realizar viviendas en serie a un muy bajo costo y tiempo corto, el confort térmico dentro de las viviendas no se encuentra dentro de los rangos establecidos para la ciudad, por lo cual en

temperaturas extremas en la ciudad la vivienda obedece a esas mismas temperaturas volviéndose muy fría o muy caliente y con esto no cumplir con la función de proteger a los usuarios del clima exterior ya que se vuelve parte de ellos.

El modelo “Arce” (figura 5), el cual se puede considerar como un cuarto redondo mas que una vivienda es el que la mayoría de sus clientes puede acceder el cual cuenta con una sola recamara y un baño, utilizando el espacio sobrante para cocina, sala y comedor. En este modelo no se cuenta con terreno sobrante para una ampliación y al ser construida con concreto es muy difícil que la ampliación de pueda llevar a cabo con este material ya que se requieren moldes especiales para su utilización, asi como el aumento de precio de mano de obra.

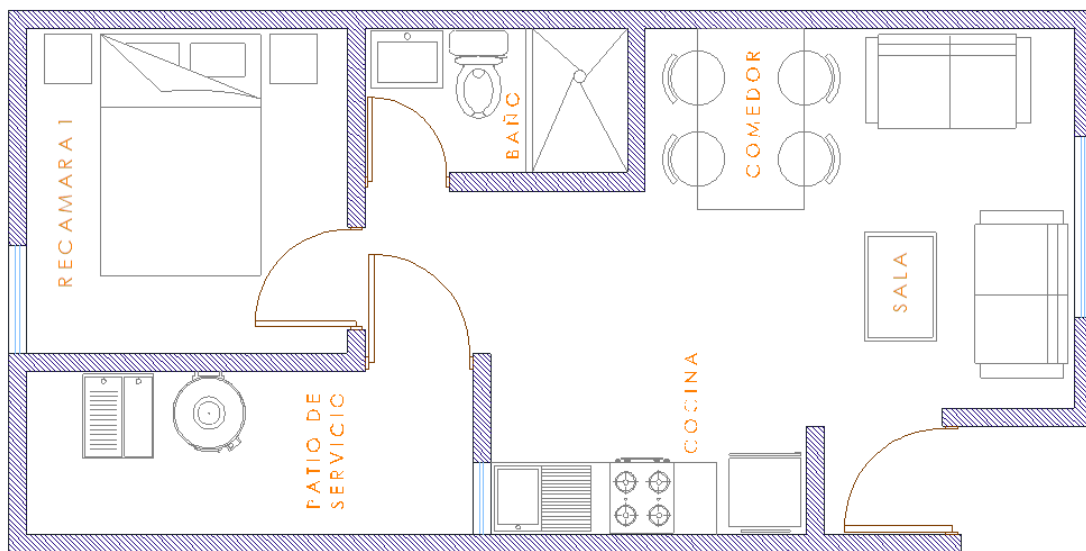


Figura 3. Planta arquitectónica modelo “Arce”

Es evidente la transformación que ha sufrido la vivienda popular en México entre 1932 y 2012, empezando por el retroceso de las condiciones mínimas que se consideran y realizan para albergar a las familias populares mexicanas ya que es evidente el cambio en la concepción de los espacios. A esto habría que agregarle el empobrecimiento de los materiales con que están realizadas las viviendas, ya que es común que en las nuevas edificaciones modulares haya problemas estructurales por la manera en que están edificadas. Asimismo, es relevante el cambio de prioridades en la realización de las viviendas; mientras en las décadas de los treinta y cuarenta había un interés primordial por mejorar la calidad de vida y dotar a los espacios exteriores de áreas verdes, zonas de servicio deportivo, y lugares donde se genera la convivencia, con el paso de los años y el cambio de intereses al realizar los complejos de

vivienda, se da más bien un aprovechamiento al máximo de pequeñas áreas de tierra, en donde lo que se privilegia es poder ofrecer el mayor número de viviendas posible, sin considerar espacios comunes de esparcimiento o la vivienda misma.

Así, por ejemplo el caso de los complejos de viviendas modulares fuera de las ciudades fueron edificadas de manera más recurrente desde el año 2000, ya que con la promesa de campaña de Vicente Fox de solucionar el problema de vivienda favoreció estas construcciones, lo que le permitió alcanzar la cifra de 2, 350,000.00 casas al finalizar su sexenio. Donde en estos complejos las áreas de estacionamiento se convierten en zonas de esparcimiento debido a la falta de creación de las mismas, entre otras carencias. Es relevante señalar aquí, que si bien estos espacios se ofertan como espacios funcionales con todos los servicios, en su mayoría no contemplan lugares para satisfacer las necesidades de consumo, entretenimiento, educación, ni convivencia de los habitantes. Se trata más bien de módulos de casas con calles que los comunican. Esto propicia que los propios habitantes adecúen sus hogares y, a pesar incluso del pequeño espacio con el que cuentan, los conviertan en pequeños negocios que de alguna manera satisfacen las necesidades del lugar, así es común encontrar tiendas de abarrotes, peluquerías, cafés internet, entre otros negocios.

La falta de identidad de las viviendas generada por las leyes de condominio donde se especifica que se debe mantener la armonía y modulación de las fachadas genera la cotidianidad de vivir en estos complejos en las que traslucen problemáticas sociales que evidencian la realidad de los habitantes de estos complejos, reflejando la dinámica de encierro, temor, así como las relaciones de poder que limitan a veces el libre tránsito fuera de dichos complejos.

Se han realizado varios estudios sobre la problemática de la vivienda en México, pero se requieren legislaciones, limitaciones a los desarrolladores de vivienda e iniciativas estatales, ya que es necesario repensar y replantear la manera en que se están construyendo las viviendas para las familias de bajos recursos del país, pues esto y la manera en que se vive el espacio habitable determina muchas de las dinámicas sociales que se viven en México (CONAVI, 2008).

3.6. Vivienda digna

La Declaración Universal de los Derechos Humanos considera como uno de los derechos básicos de cualquier ser humano contar con una vivienda digna. Existen tratados internacionales que desde hace al menos tres décadas discuten sobre el asunto.

En México, la propia Constitución de 1917 estipula en su Artículo Cuarto lo siguiente: “toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa”. En efecto, existen en México una serie de mecanismos e instituciones que promueven el otorgamiento de créditos para este objetivo, sin embargo, las viviendas de interés social han ido mutando con el paso del tiempo, pues desde principios del siglo XX hubo intentos por satisfacer estas necesidades.

Según varios estudios psicológicos hay varias necesidades básicas que debe cubrir un ser humano para poder tener una vida digna, pero según el Psicólogo Maslow (1943) con su pirámide de necesidades del ser humano considera que hay varias necesidades que se requieren ir satisfaciendo una a una para al final lograr la autorealización, de acuerdo a la figura 6 se dividen en 5 necesidades básicas empezando por las fisiológicas, después la seguridad, afiliación, reconocimiento y por último la autorealización. El también habla de cómo lograr estas etapas de acuerdo al espacio que se habita, por lo cual menciona que mientras mas necesidades sean cubiertas mejores sociedades se construirán.

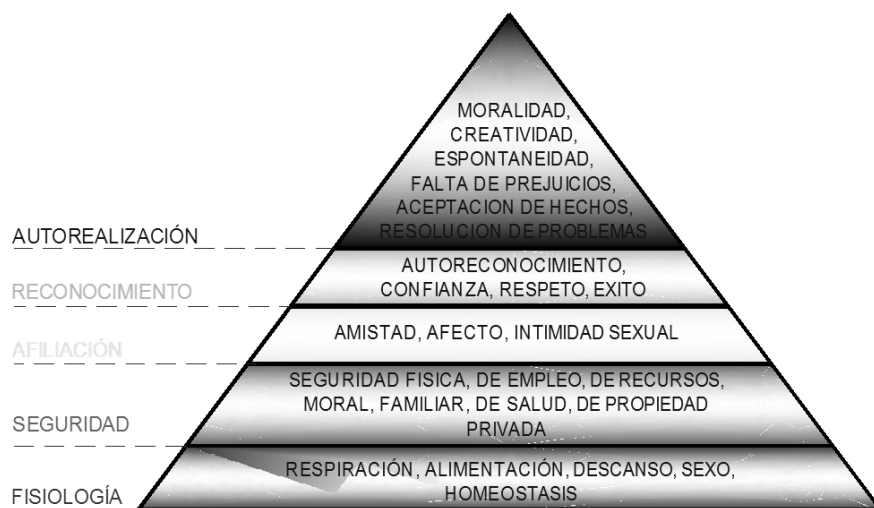


Figura 4. Pirámide de necesidades del Ser Humano de Maslow (1943)

Una vivienda digna debe de brindar protección a la intemperie, al vandalismo, ser un sitio de descanso, ser limpia, sana, higiénica con baño y servicios de agua potable y su saneamiento.

La forma en la cual es percibida la casa es un aspecto cognoscitivo, pero también es un aspecto de la función social y conductual. El acceso al espacio implica acceso a la gente, recursos o información, relaciones espaciales, que pueden ser usadas como base para hacer sentido de las relaciones sociales y los escenarios conductuales (Peponis y Wineman, 2002)

Proshansky, Ittelson y Rivlin, (1983) consideran la vivienda como una extensión del propio yo, como factor que aumenta o reduce la tensión, como causa de buena o mala salud y como factor del experimentar satisfacción. Su espacio, sus condiciones, sus servicios y su distribución pueden influir en la privacidad, en las prácticas de crianza de los hijos y en los quehaceres domésticos o los hábitos de estudio. Igualmente provee de significado e identidad al individuo, convirtiéndose así en un tópico especialmente significativo para la investigación psico-ambiental.

3.6.1. Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social

La unidad deberá presentar criterios probados de flexibilidad y crecimiento. En materia de flexibilidad, se cuidará la forma y proporción racional de cada ámbito, la intercomunicación fluida entre los mismos, la posibilidad de crear divisiones virtuales entre sí y su ubicación, facilitando el cambio de destino y permitiendo la opción en el armado del amueblado. Deberán racionalizarse al máximo las circulaciones internas.

Deberán mantenerse las mínimas condiciones de iluminación y ventilación al preverse subdivisiones internas.

En el caso de viviendas individuales en lotes propios, debería darse el crecimiento de los dormitorios o otras áreas de la vivienda hacia donde sea del interés del usuario, así como la modificación de las fachadas para irle dando personalidad propia a la vivienda y al fraccionamiento, rompiendo con la monotonía de conjunto.

Se corroborará todo criterio de crecimiento con el detalle y previsión tecnológica que lo avale. Por tanto, el crecimiento se efectuará sin demolición. Se posibilitará la remoción y/o traslado de paneles, trabas de ladrillos preparadas para proseguirlas, traslado o apertura de vanos para carpinterías móviles ó fijas. Evitando en lo posible que el propietario gaste en trabajos extras por cambio de uso en alguna área de la vivienda (Aragón y Américo, 1998).

3.7. Habitabilidad

La habitabilidad se refiere a la relación de los seres humanos con la vivienda, escenario de interacción más antiguo e importante, tanto en lo individual como colectivo y dado que es la unidad social fundamental en los asentamientos humanos que se relaciona estrechamente con la vida familiar (Mercado, 1998).

La habitabilidad es un concepto que se refiere a la satisfacción que uno obtiene en un determinado escenario o grupo de escenarios; es el atributo de los espacios construidos de satisfacer las necesidades objetivas y subjetivas de los individuos y grupos que las ocupan, es

decir, las esferas psíquicas y sociales de la existencia estable que podría equipararse a las cualidades medioambientales que permitan el sano desarrollo físico, biológico, psicológico y social de la persona (Castro, 1999).

La arquitectura es sólo un medio o un instrumento que tiene una finalidad exterior, la satisfacción de las necesidades espaciales del hombre habitador. Por tanto, el hombre con su capacidad de habitar, en todas sus facetas, es el centro, el porqué y para qué del hacer arquitectónico. Aceptando lo anterior, el concepto de lo habitable es el concepto rector de todo el proceso de producción de las obras arquitectónicas. Por tanto, el análisis de la habitabilidad, como cualidad de lo habitable, es el eje vertebral y común denominador de las actividades transformadoras del proceso, la investigación programática, el proyecto, la construcción, la habitación y la valoración arquitectónica.

El habitar es el rasgo fundamental del ser, conforme al cual los mortales son. Sólo los hombres pueden habitar. Parece que los seres humanos no tenemos otra opción, habitamos y por tanto somos y estamos. Por eso, en el proceso de producción de los objetos arquitectónicos, al aparecer la obra producida, sólo es posible definirla y valorarla si la consideramos necesariamente habitada. En otras palabras, las obras programadas, proyectadas y construidas se convierten en arquitectónicas, en tanto son habitadas.

Según las Naciones Unidas, la habitabilidad guarda relación con las características y cualidades del espacio, en torno social y medio ambiente que contribuyen singularmente a dar a la gente una sensación de bienestar personal y colectivo, e infundir la satisfacción de residir en un asentamiento determinado. También es entendida como una meta de bienestar que involucra el hecho físico, el ambiente sociocultural y el entorno (Zulaica y Celemín, 2008). La habitabilidad es un estado generado a partir de las cualidades satisfactorias de necesidades y aspiraciones de los residentes (Castro et al., 2001), lo que determina una relación y adecuación permanente entre el hombre y su entorno (Jirón et al., 2004).

La habitabilidad no puede ser entendida como calidad, confort, progreso, entre otras, dado que la satisfacción va más allá de solucionar una necesidad o de adquirir un bien, lleva implícito un sentimiento de agrado, de gusto, y de fascinación. En este sentido, hablar de habitabilidad es hablar de satisfacción, una satisfacción que al ser adquirida se mueve entre varios matices desde la insatisfacción total hasta la satisfacción total. (Mena, 2011)

El estudio de la habitabilidad surgió del interés por mejorar la vivienda ya que al aumentar la población, su déficit genera la exigencia de la construcción masiva de la misma, orientándose especialmente a la de interés social. El hecho de que la calidad de la vivienda afecta la calidad de vida hace que este aspecto sea de suma trascendencia (Monsalvo y Vital,

1998; Ávalos, 2003). De este estudio se confirmaron la relación entre algunos de los aspectos del diseño arquitectónico de la vivienda y la habitabilidad, es decir, con el modo en que éste satisface las necesidades y expectativas de los habitantes de la vivienda, desde el punto de vista especializado tiene gran trascendencia, ya que implica que variando el diseño arquitectónico podemos afectar la habitabilidad interna y, por lo tanto, la calidad de vida de los moradores (Landázuri y Serafín, 2004).

Es lógico que el número de espacios y circulaciones sean significativos para la habitabilidad, ya que, al haber más espacios, se tendrá la posibilidad de disponer de mayor diversidad de escenarios para interactuar en familia y permiten el paso de manera segura, habiendo mayores oportunidades para el uso de los mismos.

A mayor número y tamaño de las habitaciones se hace posible una mayor cantidad y variedad de mobiliario y zonas de almacenamiento, lo que genera una mayor cantidad acciones en el espacio y los objetos, en el sentido de Gibson (1979).

La relación que existe entre los metros cuadrados construidos, número de espacios, dimensión promedio, la cercanía de espacios públicos y circulaciones totales, es un hecho lógico, dado que se están manejando aspectos simbólicos del ambiente, ya que una casa con más cuartos y más circulaciones implica un mayor estatus y da oportunidad a la satisfacción de un número mayor de valores en la vivienda.

La privacidad se relaciona con las circulaciones, ya que al haber más circulaciones se tiene un mejor control del acceso que tengan otros a nuestros espacios y a nuestra información por lo que hay más privacidad, ya que se tiene que pasar menos por el interior de los cuartos.

Los aspectos básicos para el correcto funcionamiento biológico y psicológico de los habitantes son la temperatura en los niveles de comodidad, la iluminación y ventilación necesarias para el funcionamiento fisiológico del hombre dentro de los espacios. La añeja pero siempre vigente tríada Vitruviana, "*utilitas, firmitas, venustas*", utilidad, firmeza y belleza para procurarle al hombre habitador la comodidad, seguridad y deleite necesarios para su plena vida.

La habitabilidad programática es la que se estudia a través de las obras arquitectónicas las cuales parten como premisa de un programa general, que como su nombre indica, es propio de todas las obras que se ubican en el mismo lugar geográfico. Esto implica que esta ubicación, propia de todas las edificaciones, podamos enmarcarla bajo el concepto de la adaptabilidad. Las obras tienen que respetar, que habitar, que adaptarse a las condiciones que el lugar les impone. Esta adaptación no es otra cosa que la necesidad de la pertenencia al

lugar, es decir, la adaptación al medio natural y al medio artificial, el “ambiente natural y artificial”, en palabras de Villagrán. Y en términos actuales, podemos hablar de la regionalidad donde existe una cultural, una ambiental y una socioeconómica. La primera en dos partes, una general, para todas las edificaciones de la región; y una particular, propia del sitio específico de la obra.

El ambiente residencial más óptimo para el desarrollo del ser humano, que tanto en sus dimensiones físico-espacial y sociocultural como socioeconómica, satisface las necesidades básicas de los residentes.

3.8. Confort térmico

Siempre se ha querido entender la relación que existe entre el hombre-clima ya que es una de las relaciones más estrechas. En la antigüedad fue Hipócrates quien, precisó la influencia del clima y el medio sobre el bienestar y la salud de los hombres. En su obra “De los aires, de las aguas y de los lugares”, dice que el aire, agua y clima son los factores fundamentales para explicar la salud de los habitantes de una determinada ciudad. Así, la distinta orientación o emplazamiento de pueblos y casas, fue pronto considerada como causa y razón de la mayor confortabilidad de las primeras sobre las segundas.

Por eso, el mismo Aristóteles afirmaba: “las ciudades más sanas son las construidas en una ladera hacia el este, puesto que el viento sopla desde el cuadrante de la salida del Sol”. Similar a lo que dice Vitrubio, para quien la consideración principal que debe presidir el trazado de las ciudades es defenderlas de los vientos predominantes (Chueca, 1970).

Por otra parte se puede decir que existe confort térmico cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

Y también es definido por ASHRAE (1966) como “la condición mental en la que se expresa satisfacción con el ambiente térmico”. Los intercambios de energía entre una persona y el medio que lo rodea, están expresados por la ecuación de balance de energía calórica del cuerpo humano.

Evaluar el confort térmico es una tarea compleja, ya que valorar sensaciones conlleva siempre una importante carga subjetiva; no obstante, existen unas variables modificables que influyen en los intercambios térmicos entre el individuo y el medio ambiente y que contribuyen a la sensación de confort, éstas son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, la clase de vestido y la velocidad del aire.

3.9. Las leyes respecto a la vivienda de interés social y la eficiencia energética.

En este siglo surge un problema dentro de la construcción por el excesivo consumo de recursos en todas las economías para construir, operar y usar. Aparte de ser el sector industrial de mayor consumo de materiales, la construcción es además responsable de aproximadamente del consumo del 40% de energía en el mundo.

Entonces, es vital mejorar el desempeño ambiental y energético de los edificios si queremos lograr un desarrollo sustentable. A través de la investigación y desarrollo de proyectos y las buenas prácticas de diseño de edificios que se destaquen por el potencial de soluciones sustentables, nuevas e innovadoras para abastecer a los edificios con fuentes de energía alternativas.

Al mismo tiempo, el diseño de edificios inteligente puede reducir dramáticamente la demanda de energía de diseño, incluso hasta cero en algunos casos. La combinación de un diseño inteligente con una energía sustentable innovadora tiene un potencial real para contribuir significativamente a inducir al sector constructivo hacia el desarrollo sustentable. Sin embargo, en materia de leyes internacionales para viviendas sustentables encontramos que aún es incipiente pero en varios países de Europa se están publicando algunas guías de documentos muy prácticos, basada tanto en las actividades de investigación internacionales, tales como el proyecto de la Unión Europea llamado PRESCO (Recomendaciones Prácticas para la Construcción Sustentable), como en la iniciativa de gobiernos nacionales; por ejemplo: la Guía Alemana para el Edificio Sustentable, dirigida a las propias administraciones de abastecimientos y proyectos.

Algunos documentos reflejan las demandas de varios de los actores con respecto a información y asesoramiento, tal como la guía sobre recursos de energía renovables para edificios, producida por la Institución de Ingenieros de Servicios para la Construcción (CIBSE, Reino Unido), o la estructura de costo normal de los costos del ciclo de vida en el Reino Unido. La UE en el 2007 inició el proyecto "Smart-ECO", que trata las cuestiones relacionadas con hasta qué punto la innovación, técnica y no técnica, puede contribuir a promover el desarrollo sustentable en el sector de la construcción.

Cabe mencionar que existe una normatividad internacional recomendada por ISO (Internacional Standard Organization para la industria de la construcción). Así como el proyecto de la UE relacionado, el STAND-INN, que cuenta con la participación de países no europeos y que trata sobre normas e innovación, apunta a reunir las normas relacionadas al desarrollo sustentable y a la vida en servicio con las normas sobre módulos de información edilicia y las de clases de fundación industrial (IFC).

Sin embargo, según el investigador Craig A. Langston (xxxx), en su libro “Sustainable practices in the built environment” existen bastantes problemas para implementar y homogenizar una normatividad internacional sobre la vivienda y tipo de construcción. Primero porque el impacto de las leyes internacionales es limitado en razón de la soberanía y segundo porque los gobiernos en sus diferentes niveles están concentrados en el crecimiento económico y no es una prioridad construir ecológicamente hablando. Bajo ese contexto podemos decir que en México se dan los primeros acercamientos en cuanto a la vivienda sustentable y medio ambiente con base a las deficiencias tanto cualitativas como cuantitativas en materia de vivienda por lo que se propuso un enfoque integral y sustentable de cooperación regional en aspectos como la estructuración territorial y el desarrollo de centros de población, considerando la infraestructura, equipamiento, la vivienda y factores ambientales que permitieran un desarrollo regional sostenido y homogéneo (Higuera y Rubio, 2011).

3.10. Optimización de espacios.

La optimización es el proceso de hacer algo mejor, consiste en el tratamiento de las variaciones de un concepto inicial y usar la información obtenida para mejorar la idea. El término “mejor” solución implica que hay más de una solución y cada una no tiene valores iguales, entonces la solución óptima depende de la formulación personal del problema.

La optimización es el proceso de ajustar las entradas (parámetros) a las características de un proceso matemático o experimento para encontrar la salida o resultado mínimo o máximo.

Esta tesis trata de identificar las dimensiones o espacios óptimos de la vivienda de interés social en la ciudad, entendiendo que estas dimensiones contribuyen a la definición de los ámbitos que hay que identificar y medir para conocer la integridad del fenómeno.

Asimismo, el término optimización es el conjunto dentro del cual se inscriben los múltiples ámbitos que identifican a la vivienda habitada.

Toda producción humana y, por extensión, también toda obra arquitectónica, se inserta en la realidad, modificándola. La realidad, o como la define Bernardo Secchi (1985), el contexto, es un elemento fundamental y determinante en arquitectura. La obra responde al contexto, se inserta en él y lo transforma.

Las dimensiones de una obra son las variables de la ecuación que da como resultado un proyecto preciso y único. Analizar una obra desde sus múltiples dimensiones constituye la

metodología con la cual se efectúa la lectura analítico-crítica del proyecto, destacando tanto sus características y especificidades como aquellas del contexto en la cual se insertó.

Lo que se propone comprobar es que cuando se optimiza un espacio en una vivienda de interés social, por medios matemáticos respetando las normas en la antropometría y ergonomía, el diseño y construcción de las mismas harán de ellas espacios habitables al estar todo centrado en el usuario.

La optimización de espacios en las viviendas de interés social, se encuentra relacionada con la prosémica la cual genera en los habitantes un mejor confort psicológico, físico y social; así como una relación físico espacial entre la vivienda y sus habitantes.

El usuario al ser el centro de diseño, se puede garantizar una relación mobiliario – hombre – aire, correcto de acuerdo a la antropometría, ergonomía y psicología.

Cuando un espacio cuenta con las dimensiones adecuadas de espacio, de huecos en ventanas y puertas, esto se puede ir reflejando en la sociedad, cuando las personas pueden habitar su espacio, se puede disminuir la violencia en la sociedad ya que se cubren las necesidades básicas de los usuarios (Bonomo, 2009).

IV. METODOLOGÍA

Al desear obtener un espacio óptimo dentro de las viviendas de interés social para el desarrollo adecuado de los usuarios, se considero un problema de optimización de tipo no lineal, por lo cual dentro del planteamiento surgieron tres variables las cuales se restringen con ayuda de las ecuaciones de estado que se desarrollaron a partir del estudio particular de cada condición necesaria para la construcción de un vivienda digna y habitable en México.

Las resoluciones de las ecuaciones de estado se dividen en el estudio de parámetros psicológicos, antropométricos y de convivencia de los usuarios y así como en las condiciones de construcción de la vivienda de acuerdo a las normas mexicanas de eficiencia energética, el estudio que se describió a continuación fue necesario para encontrar las ecuaciones estado que delimitan la optimización de los espacios en la vivienda.

Se obtendrá un modelo matemático para la optimización de los espacios de una vivienda de interés social en México, se establecerán los valores de la función objetivo dentro del espacio de soluciones factibles, determinando el mínimo de dicha función la cual proporcionara los valores óptimos de las variables independientes. El objetivo es establecer las dimensiones apropiadas en base a la construcción de un modelo de optimización no-lineal. La función objetivo representa el volumen de la vivienda, mientras que las ecuaciones de estado involucran las diversas fenomenologías de interés que impactan en la vivienda.

4.1. Antropometría y ergonomía.

Cuando al lado de un objeto vemos a una persona, ya sea en un dibujo o en la realidad, en seguida nos hacemos una idea correcta de su tamaño. Es una característica actual mostrar los planos o fotografías sin personas y a partir de ahí nos hacemos una idea equivocada del tamaño de estos edificios, y asombrando en lo que son en realidad, siendo estos más pequeños generalmente.

El hombre realiza objetos para servirse de ellos, por eso las medidas están en relación con su cuerpo. Para que un espacio este diseñado correctamente se debe respetar la relación que existe entre los objetos y las partes de una persona bien formada y que espacio ocupa en diferentes posiciones y al moverse. Se requiere saber cuánto sitio necesita el

hombre, entre los muebles en la vivienda para desarrollar sus tareas con comodidad, pero sin desperdiciar inútilmente el espacio. (Neufert, 1995)

La antropometría deriva del idioma griego “*ἄνθρωπος*” (ánthropos) hombre, humano; y “*μέτρον*” (metrón) medida, lo que viene a significar "la medida del hombre ", es la sub-rama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del hombre que mide lo que son las medidas del cuerpo del hombre (Rea, 2012).

Es el estudio de las medidas del cuerpo humano en todas sus posiciones y actividades, es la relación de las dimensiones de un hombre y que espacio requiere para moverse y estar cómodo en diversas posiciones. Al tener en cuenta al hombre como usuario y generador de actividades, se puede saber cuáles son los espacios mínimos que el hombre necesita para desenvolverse diariamente.

El cuerpo humano no se puede generalizar, pero se trabaja a partir de una estadística, salvo que se encuentre alguna limitante del usuario se hará su previo estudio y revisión con el ambiente (Cuadro 1).

Cuadro 1 Medidas antropométricas en Latinoamérica (cm), (Fonseca, 2012).

DIMENSIONES		ZONA RURAL	ZONA URBANA	ZONA RURAL	ZONA URBANA
		HOMBRES		MUJERES	
1	Estatura	162.8	173.0	153.8	164.7
2	Altura de los ojos	152.4	163.3	143.7	154.6
3	Altura de los hombros	132.8	142.8	123.7	133.3
4	Altura de los nudillos de la mano	70.3	77.0	-	-
5	Alcance del brazo hacia arriba	197.2	210.8	-	-
6	Altura total a partir del asiento	84.1	90.0	79.0	84.9
7	Altura de los ojos a partir del asiento	72.6	78.5	67.6	73.5
8	Altura de los hombros a partir del asiento	53.7	58.7	49.4	54.4
9	Altura de la región lumbar	-	25.4	-	-
10	Distancia de los codos al asiento	17.8	22.4	15.7	20.3
11	Altura de los muslos a partir del asiento	12.4	14.9	12.1	14.6
12	Altura de las rodillas a partir del piso	50.6	55.2	43.7	51.9

13	Altura del piso a la parte inferior del muslo	40.2	43.5	38.5	41.8
14	Distancia del frente del abdomen al frente de la rodilla	33.6	38.6	-	-
15	Distancia del coxis a la parte trasera de la rodilla	43.6	47.8	42.3	46.5
16	Distancia del coxis al frente de la rodilla	56.8	61.4	54.2	58.4
17	Longitud de una pierna estirada	99.8	109.0	-	-
18	Ancho de las caderas	32.8	33.6	35.3	39.1
19	Longitud del brazo hacia adelante	77.3	84.8	60.0	67.5
20	Longitud lateral con los brazos estirados	163.4	176.8	150.9	164.3
21	Distancia de codo a codo	38.9	45.0	35.1	41.8
22	Distancia de hombro a hombro	42.0	46.2	37.6	41.8

Existe variabilidad entre las dimensiones del cuerpo de diferentes personas, debida a factores como la edad, género y etnia de las mismas. Esta variabilidad hace que sea necesario medir a la población de personas que usará un elemento, de tal manera que se diseñe el mismo basado en los rangos en los que se mueven cada una de las medidas de cada persona que conforma dicha población. Para esto, se deben expresar las medidas de una población específica de trabajadores en tablas que muestren para cada una, la desviación estándar y los percentiles.

Los percentiles indican el porcentaje de personas entre la población (segmento) que tienen una dimensión corporal de cierto tamaño. En Antropometría, la población se divide para fines de estudios en 100 categorías: desde los más pequeños(en dimensión) hasta los más grandes, con respecto a un tipo de medida (estatura, peso, longitud de brazo, etc.). Se utiliza la curva de Gausse o Curva de Distribución de Frecuencia Standard para ilustrar los percentiles.

En el año 2012 se dieron a conocer los resultados de un estudio realizado por la Cámara Nacional de la Industria del Vestido (CANAIIVE), donde se saco la medida promedio de los mexicanos usando la tecnología Body Scanner, un escaneo en 3D, esto para obtener una mayor precisión de las medidas donde se extrae una medición fija en menos de un minuto los resultados obtenidos fueron del estudio de 17,364 personas de 18 a 66 años que fue la muestra representativa que recomendó el INEGI. Arrojo como resultados lo siguiente:

Cuadro 2 Medidas antropométricas en México (cm/gr), (CANAIVE, 2012).

Años \ Genero	Femenino		Masculino	
	Altura	Peso	Altura	Peso
18 – 25	161	629	167	704
26 – 39	159	698	165	765
40 – 50	158	722	163	773
51 – 65	156	716	161	752
66 – y mas	150	651	160	711
Promedio	158	687	164	748

La antropometría divide su competencia en dos áreas: antropométrica estática y antropometría funcional. La primera concierne a las medidas efectuadas sobre dimensiones del cuerpo humano en una determinada postura, mientras que la segunda describe los rangos de movimiento de las partes del cuerpo, alcances, medidas de las trayectorias (Figura 7).

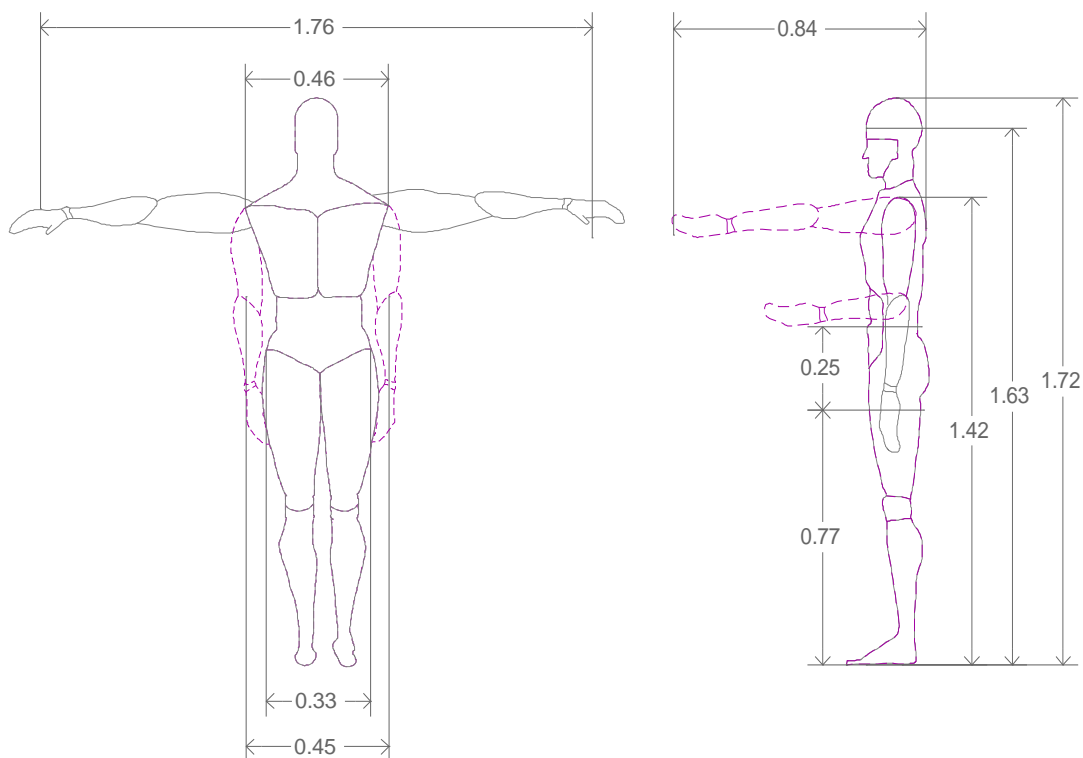


Figura 5. Antropometría del cuerpo humano, sexo masculino de Latinoamérica (cm)

La ergonomía proviene del griego “*ἔργον*” (ergon) trabajo y “*νόμος*” (gnomos) ley, es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona (Rea, 2012). Es una disciplina sistemáticamente orientada, que ahora se aplica a todos los aspectos de la actividad humana con los muebles y su entorno. Todos los elementos se diseñan teniendo en cuenta quiénes van a utilizarlos.

Se puede aplicar en cualquier entorno personal o laboral en el que se persiga el bienestar de la persona al realizar una tarea o actividad con eficiencia y productividad.

La armonía entre la persona y el entorno que la rodea (espacio físico, herramientas que utiliza, técnica que usa...) ayuda a garantizar el confort y la salud de la persona, evitándole molestias físicas y posibles lesiones (Evans, 1986). La ergonomía aplicada al diseño de la vivienda puede ayudar a mejorar el confort o la accesibilidad. Al hablar de Ergonomía en la vivienda, debe hacerse desde dos puntos de vista:

Ergonomía Ambiental: Se encarga de la Acústica, Luminosidad y Térmica de los espacios

Ergonomía Física: Se encarga de las medidas dentro de la vivienda y que se relacionan directamente con los movimientos que ejecuta la persona dentro de los espacios

Es importante entender, que a pesar de que el diseño y los estilos de hábitat de cada persona difieren entre ellos, es posible estandarizar algunas medidas, para garantizar una mejor calidad del hogar dentro de las viviendas, respetando los mínimos admisibles

La clave para el diseño de estos espacios es tener en cuenta la holgura, que hace referencia al ancho del cuerpo, es decir, el estándar que se ha optado por usar (Goetsh, 1996).

En el ejemplo de la Figura 8, se puede observar el espacio que requiere el mobiliario así como aquel que se necesita para realizar alguna acción alrededor del mismo.

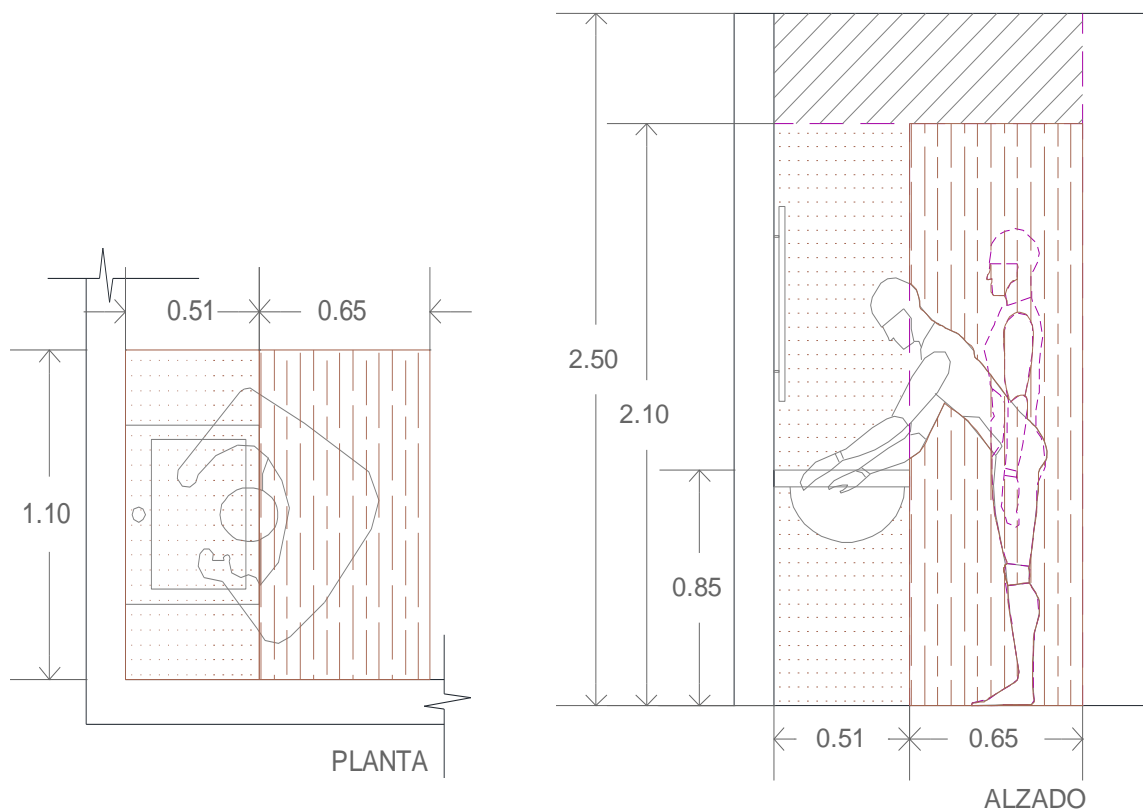


Figura 6. Utilización del lavabo dentro de la vivienda (cm).

4.2. Proxémica

Edward T. Hall (1963), fue el primer estudioso en identificar el término proxémica o concepto de los espacios interpersonales. Dicho concepto fue introducido para describir las distancias subjetivas que rodean a una persona, las que pueden ser objeto de mediciones para determinar los tipos de espacios que deben ser respetados mientras los individuos interaccionan entre sí.

El estudio mostro que diferentes culturas mantienen diferentes estándares de espacio interpersonal. Adicionalmente, las distancias personales también dependen de la situación social, el género, y la preferencia individual.

Cotton (1990) menciona que el espacio vital no debe ser confundido con el espacio geográfico o físico, sino que debe ser visto como el mundo tal cual éste afecta a la persona, hay ciertos elementos en ambos enfoques que influirán de una u otra forma sobre el comportamiento final del individuo; tal es el caso, de aquellos individuos en hogares con espacios minúsculos y con muchos miembros familiares que impiden todo tipo de privacidad y libre circulación en el espacio disponible. El llamado “efecto lata de sardinas” puede resultar ser una experiencia traumática, dañina, estresante y generadora de incontables niveles de agresividad. (Lotito, 2008)

Se identifican cuatro radios de acción:

- Espacio público: es en el que no hay ninguna función definida de los integrantes, son espacios sociales como los aeropuertos.
- Espacio habitual: también adopta un carácter más público de acceso libre, no hay papeles marcados (bar, disco).
- Espacio de interacción: hay un papel marcado una cosa clara que se tiene que hacer (hospital, clase...)
- Espacio corporal: actividades de carácter íntimo, solo franqueable por individuos con muchísima confianza.

Por otro lado, Hall notaba que la distancia social entre la gente, está generalmente correlacionada con la distancia física y describía cuatro diferentes tipos de distancia. Estas distancias serían subcategorías del espacio personal o informal (Figura 9).

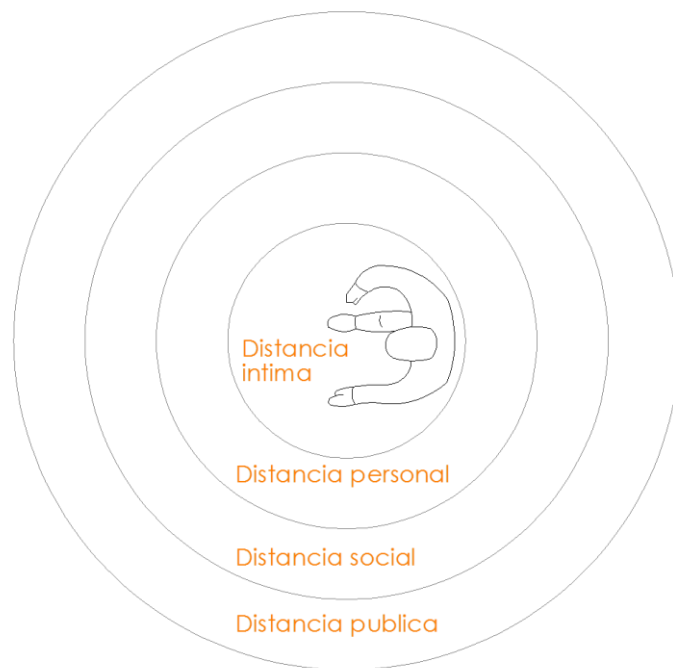


Figura 7. Sub-categorías de Proxémica

- Distancia íntima: es la distancia que se da entre 15 y 45 centímetros. Es la más guardada por cada persona. Para que se dé esta cercanía, las personas tienen que tener mucha confianza y en algunos casos estarán emocionalmente unidos, pues la comunicación se realizará a través de la mirada, el tacto y el sonido. Es la zona de los amigos, parejas, familia etc.

Dentro de esta zona se encuentra la zona inferior a unos 15 centímetros del cuerpo, la llamada zona íntima privada.

- Distancia personal: se da entre 46 y 120 centímetros. Estas distancias se dan en la oficina, reuniones, asambleas, fiestas, conversaciones amistosas o de trabajo. Si estiramos el brazo, llegamos a tocar la persona con la que estamos manteniendo la conversación.
- Distancia social: se da entre 120 y 360 centímetros. Es la distancia que nos separa de los extraños. Se utiliza con las personas con quienes no tenemos ninguna relación amistosa, la gente que no se conoce bien.
- Distancia pública: se da a más de 360 centímetros y no tiene límite. Es la distancia idónea para dirigirse a un grupo de personas. El tono de voz es alto y esta distancia es la que se utiliza en las conferencias, coloquios o charlas.

Al unir el estudio de la antropometría, ergonomía y proxémica, se realizan los estudios adecuados para obtener el interior de una vivienda, sus espacios arquitectónicos indispensables, es decir, sala-comedor, cocina, baño y recamaras requiere un área mínima de 65.00 m², esto tomando en cuenta que es una vivienda pensada para cuatro usuarios adultos de acuerdo a las estadísticas realizadas por el INEGI y el tipo de venta que está realizando el INFONAVIT actualmente.

Es necesario destacar que hasta este momento tenemos dos variables el ancho “A” y el largo “L” requerido para cada espacio, así como también la formulación de la primera ecuación de estado:

$$AL = 65.00 m^2 \quad (4.1)$$

4.3. Volumen de aire

Las viviendas deben proteger al hombre frente al rigor climático y ofrecerle un entorno que le proporcione bienestar y le facilite el desempeño de sus actividades. Para ello es necesario disponer de un aire rico en oxígeno y que se renueve sin crear corrientes, una temperatura adecuada, un grado de humedad agradable y la iluminación suficiente.

La renovación del aire en los locales habitados es una necesidad fisiológica. La respiración de los ocupantes, se traduce en un consumo de oxígeno y una expulsión de gas carbónico. Esta respiración produce a su vez una emisión de CO₂ y vapor de agua en cantidades variables según su actividad. A esta producción de gases y vapor de agua, se le

deben sumar las aportaciones relacionadas con las actividades propias a la vida dentro de una vivienda como preparación de comidas, uso de baños, limpieza del suelo y aportaciones emitidas por los propios integrantes de la construcción como pintura, pegamento, etc.

Estas variables dependen, sobre todo, de la situación de la vivienda en el paisaje, su forma y su orientación; cuyos límites recomendados se indican en el diagrama que se muestra en la figura 10.

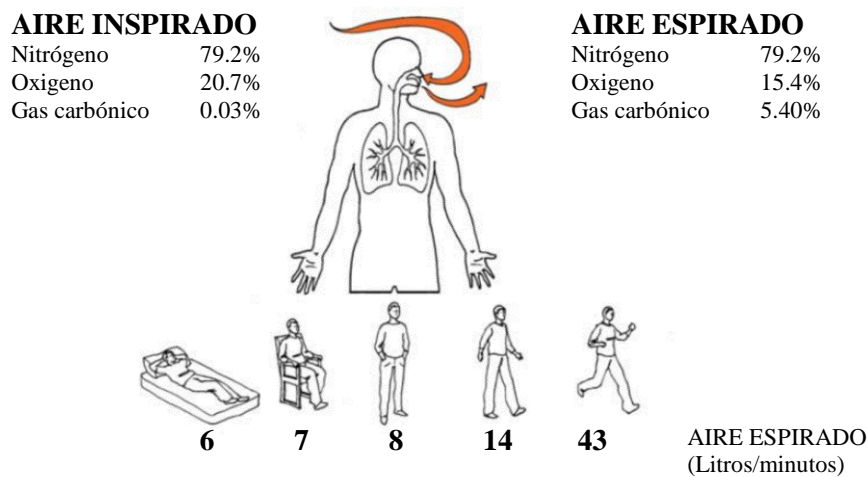


Figura 8. Diagrama de aire inspirado aire espirado

Se calcula que una persona produce 0.020 m³/h de anhídrido carbónico y 40 g/h de vapor de agua. Si bien un contenido en anhídrido carbónico del 1% al 3 %, aparentemente solo obliga a inspirar más profundamente, el aire de una habitación no debería contener más de un 1%. Esto supone, dada una renovación del aire cada hora de 32 m³ de aire por adulto y 15 m³ por niño. Pero como en los edificios aislados, incluso con las ventanas cerradas, el aire se renueva cada 30 a 45 minutos, suelen bastar de 16 a 24 m³ de aire por adulto y de 8 a 12 m³ por niño (Neufert, 1995).

Las viviendas han de beneficiarse de una renovación de aire y de una evacuación de las emanaciones, de tal manera que la tasa de polución del aire interior del local no constituya ningún peligro para la salud.

El paso del aire dentro de la vivienda se efectúa por un recorte inferior de la puerta o a través de rejillas situadas en puertas o paredes que permitan la circulación del aire desde los locales secos hacia los locales húmedos (cuartos de baño, aseos, cocina).

La extracción del aire se realiza en los locales húmedos (baños, cocinas y aseos) a través de rejillas o bocas de extracción conectadas a una red de conductos de extracción. La

vivienda dispondrá de una ventilación mecánica específica adicional para la cocina (De Herde et al, 1997).

Al integrar este parámetro se obtienen dos direcciones en la metodología, primeramente se puede convenir que el problema de optimización en no lineal y segundo la vivienda se deberá analizar de acuerdo a su volumen ya que el ser humano requiere un espacio tridimensional al ser en este sentido en el cual realiza sus actividades. Al introducir el volumen de aire en el estudio será representado por la variable “H” de altura y la ecuación que nos proporciona como resultado de este estudio es:

Se requieren 25.00 m³ de aire por adulto y la vivienda será proyectada para cuatro usuarios como se explico anteriormente nos da la segunda ecuación estado que consiste en lo siguiente:

$$ALH = 100.00 \text{ m}^3 \quad (4.2)$$

4.4. Eficiencia energética.

La eficiencia energética es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Por eso, ser eficientes con el uso de la energía significa “hacer más con menos”. Usar materiales constructivos apropiados puede significar un ahorro del 20% en energía o permitir que su vivienda mantenga un mayor tiempo las condiciones de confort interior. Pero actualmente no solo se requieren viviendas más grandes, sino mejores viviendas, donde se eleven los estándares constructivos de las viviendas sociales, donde el elemento energético dejo de ser un lujo, para convertirse en otro parámetro de calidad exigible. Construir viviendas de interés social energéticamente eficientes es una inversión de largo plazo, y un esfuerzo de altísima retribución: permite ahorrar a las familias (Poblete, 2010).

4.4.1. Vivienda Social y confort ambiental.

El impacto más importante a obtener con una vivienda social que presente un mayor estándar en cuanto a la calidad ambiental interior, estará directamente asociado a la disminución de problemas de salud de las personas. Ello debido a mejores condiciones térmicas, acústicas, de iluminación, de contenido de humedad y calidad del aire en este ambiente. No basta con incrementar el estándar de calidad de la vivienda desde el punto de vista ambiental, sino que también todo el contexto territorial en que se inserta. La gente vivirá en un ambiente habitable sólo si se reúnen condiciones en cuanto a la arquitectura, el

urbanismo y la construcción. La edificación contempla los materiales y sus propiedades físicas y químicas, los sistemas de acondicionamiento ambiental con eficiencia y uso de recursos renovables.

La vivienda debe generar espacios que ofrezcan al usuario las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de sus actividades en situación de confort. Tanto la envolvente de la vivienda como los sistemas constructivos del interior que la conforman, juegan un rol fundamental en conseguir estas condiciones. Para ello se debe tener en consideración, entre otros elementos, el efecto del entorno, el comportamiento de los usuarios y el modo de operación de la vivienda.

El clima esta dado por las variables que lo definen. El entorno en este caso corresponde a los edificios aledaños, la geografía, la presencia de ríos o canales, la vegetación y los espacios públicos. A lo anterior se le agrega el ruido existente. Para conseguir confort en el interior de la vivienda, el clima del lugar ofrece tanto aspectos positivos como negativos, de acuerdo a las diferentes épocas del año e incluso considerando horas diferentes del día.

A modo de ejemplo, el sol podrá aportar calor en invierno a un recinto de la vivienda, lo que es positivo en el contexto de un clima templado con inviernos fríos, pero también el sol podría sobrecalentar este mismo espacio, llevándolo a una temperatura por sobre la de confort humano en el periodo de verano. Toda vivienda debe responder a las condiciones del entorno de modo que en el interior se consigan condiciones de confort durante todo el año (Lavigne, 2003).

El diseño de la vivienda con respectivos sistemas constructivos es el que debe tender a satisfacer por si solo los requerimientos de confort en el espacio interior. Los sistemas de aire acondicionado y calefacción solo deben ser un complemento para ello, cuando la vivienda no lo consiga por sí sola. Aunque es necesario señalar que si se requieren estos sistemas entonces la arquitectura presenta problemas en su diseño (Chase, 2006).

El uso eficiente de la energía en una vivienda se consigue al tomar en cuenta el clima y el entorno desde las primeras etapas del diseño. Si se quiere lograr confort con uso eficiente de energía, el clima y el entorno son elementos orientados para la toma de decisiones de diseño, incluido la selección de los sistemas constructivos de la envolvente.

Es muy importante que la vivienda de interés social tenga presente el objetivo de lograr o acercarse lo más posible al confort de los usuarios, haciendo mínima la necesidad de gastar energía para alcanzar condiciones adecuadas para la actividad humana.

4.4.2. Parámetros necesarios para el confort térmico.

El confort térmico o higo - térmico se define como aquel estado en que las personas expresan satisfacción con el ambiente que lo rodea, sin preferir condiciones de mayor o menor temperatura.

Los parámetros que influyen el confort ambiental como un todo, pueden dividirse en tres categorías:

1. Parámetros físicos: tales como temperatura del aire del ambiente, la temperatura media radiante de las superficies del ambiente interior, la humedad relativa del aire, la presión atmosférica, calidad de la luz y niveles de ruido.
2. Parámetros humanos: edad, sexo y características particulares de cada persona. Factores culturales, como por ejemplo, con el lugar en que una persona ha nacido y vivido, pueden afectar significativamente las condiciones en que ella se siente confortable.
3. Parámetros externos: incluyen el tipo de actividad física en relación a la actividad metabólica, vestimenta y las condiciones o hábitos sociales y culturales (Parsons 2003).

La sensación de confort térmico depende de las personas mismas y otras al ambiente donde se encuentran estas personas.

Los relacionados con las personas son:

- Vestimenta: Esta reduce el intercambio de calor. Un ambiente de temperatura bajo en confort, obliga a aumentar la vestimenta.
- Metabolismo: La actividad física de las personas. Mayor actividad física permite que la temperatura de confort ambiental pueda disminuirse pues el cuerpo humano está generando más calor.

En lo referente al ambiente, se tienen las siguientes variables como las más importantes:

- Temperatura del aire del recinto: Actúa muy directamente en la potencia (cantidad de calor por unidad de tiempo) de intercambio de calor por convección. Los rangos de confort van entre 20°C y 27°C (para invierno y verano respectivamente).

- Temperatura superficial interior de la envolvente. A partir de la temperatura de la superficie de paredes, techo, ventanas, piso, se define la temperatura radiante, la cual es la temperatura promedio de las distintas superficies del recinto. En la figura 11, la persona que forma el ángulo sólido α_1 con la ventana, intercambia más calor con esta que la persona que forma un ángulo sólido α_2 con la misma ventana, pues este ángulo es mas pequeño que el anterior. Si la ventana se ubica en la parte inferior (fría) o superior (caliente), la persona de la derecha sufrirá con mayor intensidad el efecto de la pared, de acuerdo a su temperatura (Pilcher, 2002).

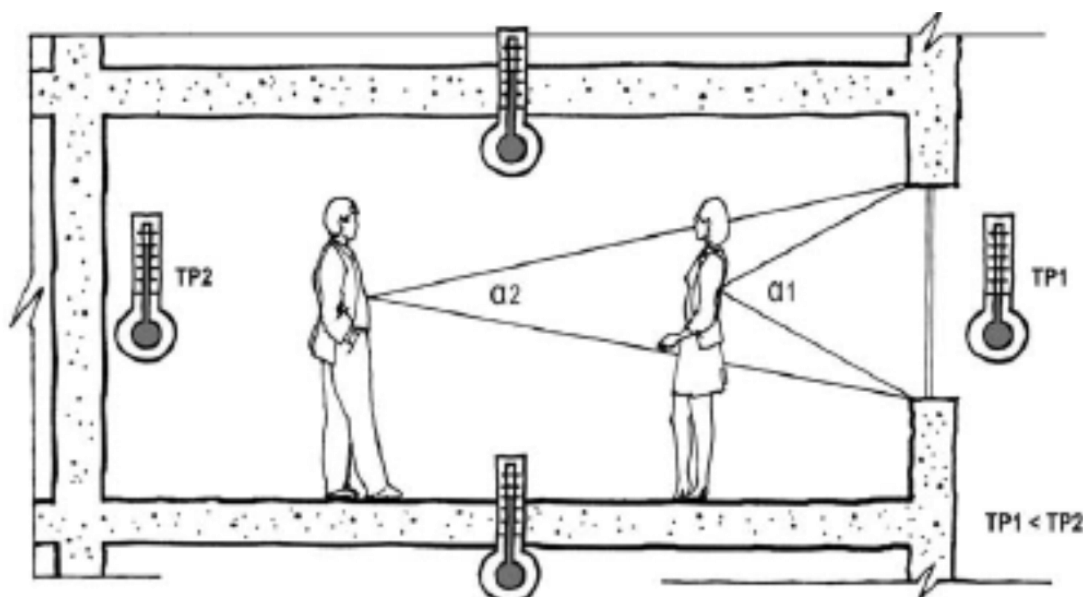


Figura 9. Diagrama de temperatura corporal al interior de la vivienda.

- Humedad Relativa (hr) del aire. Actúa sobre la posibilidad de intercambiar calor por evaporación de sudor. Mientras menor es la humedad relativa, mas fácil es la evaporación y entonces no se forma una capa líquida de sudor molesto. Rangos de confort entre 30% y 70%
- Velocidad del aire. También actúa sobre la evaporación de sudor. Una mayor velocidad del aire permite aumentar la evaporación y por tanto en verano permite evitar líquido sobre la piel. En invierno, es recomendable evitar una alta velocidad de aire. Inferior al 0.25 m/s en ambientes no calurosos; inferior a 0.5 m/s en trabajos sedentarios en ambiente caluroso e inferior a 0.75 m/s en trabajos no sedentarios en ambientes calurosos.

La definición de los límites representados en el diagrama de confort (Figura 12), además de considerar los fenómenos de intercambio de calor, considera un límite inferior de

humedad, para evitar la desecación bucal y de la faringe, y un límite superior (70%) con el que se evita condensación sobre elementos más fríos del ambiente.

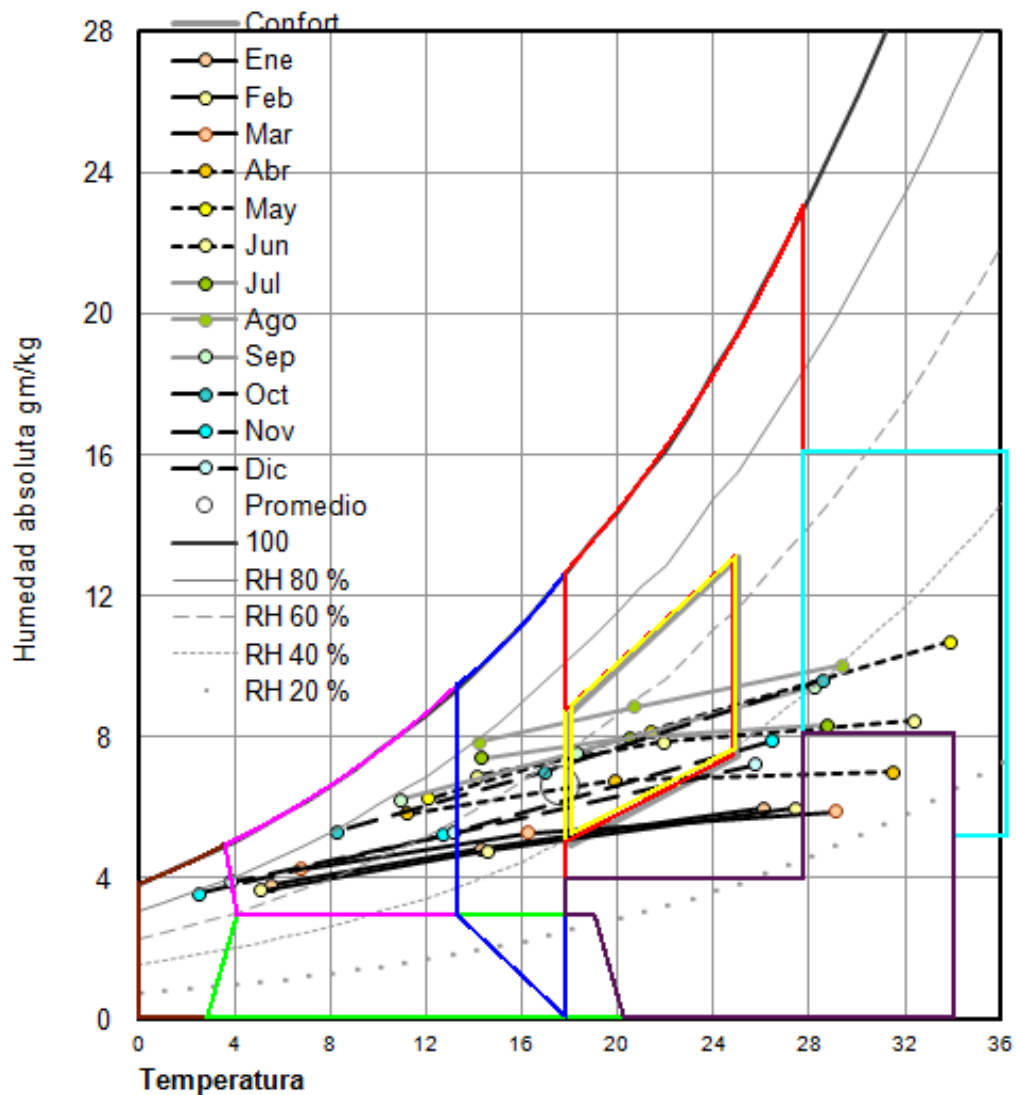


Figura 10. Diagrama de confort del Estado de Querétaro

La figura 13 muestra una carta psicrométrica lo que se define como zonas de confort, a partir exclusivamente de la temperatura y humedad relativa del aire. Este diagrama de confort, propuesto por B. Givoni (1998), supone una actividad física ligera (persona sentada), en una vivienda en que la temperatura de aire no difiere significativamente de la temperatura de las paredes (menos de 1.0°C). Es fundamental observar que hay una zona de confort para velocidad del aire entre cero y un máximo de 0,2m/s (zona V=0). Se puede prolongar el confort hasta una zona con velocidad de aire mayor (hasta por lo menos 1m/s en periodos

calurosos). Este autor afirma que es imposible establecer un estándar de confort común para todos los países, las culturas o personas.

La temperatura inferior de confort se establece en 20°C. Sin embargo podría suponerse una temperatura inferior (hasta 18°C) de confort en el periodo nocturno, por ejemplo, cuando las personas están bastante más abrigadas que en el día. En verano la temperatura máxima de confort es de 27°C.

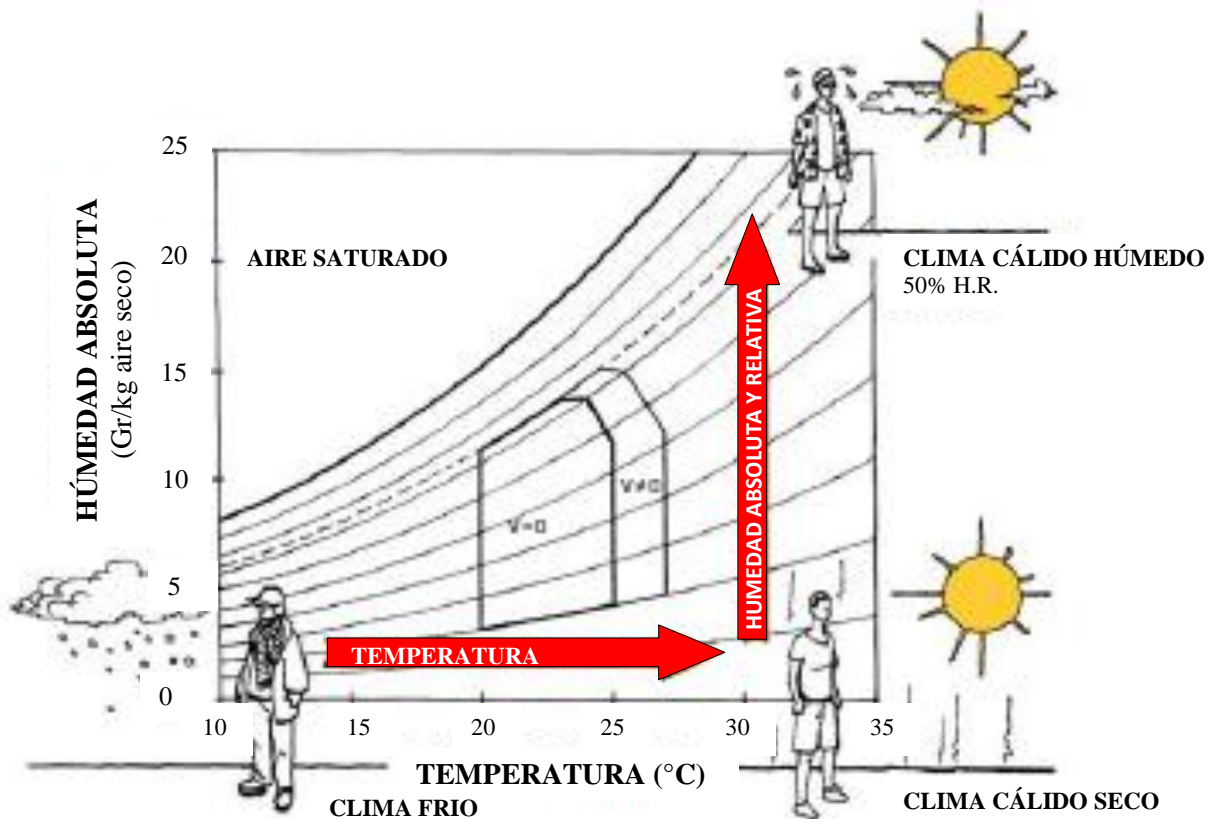


Figura 11. Carta psicrométrica

4.4.3. Eficiencia energética en México.

La normalización para la eficiencia energética en edificios para uso habitacional representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

En México el acondicionamiento térmico de estas edificaciones repercute en gran medida en la demanda pico del sistema eléctrico, siendo mayor su impacto en las zonas norte y costeras del país, en donde es más común el uso de equipos de enfriamiento que el de calefacción.

En este sentido, hay normas que ayudan a la optimización en el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento.

Actualmente todos los productos que se ofrecen con propiedades de aislamiento térmico para techos, plafones y muros que actúan como la envolvente de la edificación, producidos y comercializados con ese fin, deben mostrar el certificado de cumplimiento con la norma oficial mexicana NOM-018-ENER-1997; la cual tiene por objetivo establecer las características y métodos de prueba que deben cumplir los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes.

Estos aislantes sirven ya que el 60% de calor o frío se pierde o gana principalmente a través de la envolvente, y el resto se da a través del suelo, acristalamiento de las ventanas y otras ventilaciones.

La utilización de esta norma es para ayudar a disminuir el uso de energía en las viviendas por concepto de climatización, al establecer los valores de resistencia térmica total (valor "R") para techos, muros y entrepisos ventilados de acuerdo a la zona térmica en donde se localice la vivienda.

El término que se utiliza dentro de esta metodología es un aislamiento estructurado, el cual 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.

En la figura 14, se observan las capas para un cálculo de resistencia térmica de forma simplificada el cual es la suma de las resistencias térmicas parciales de cada capa.

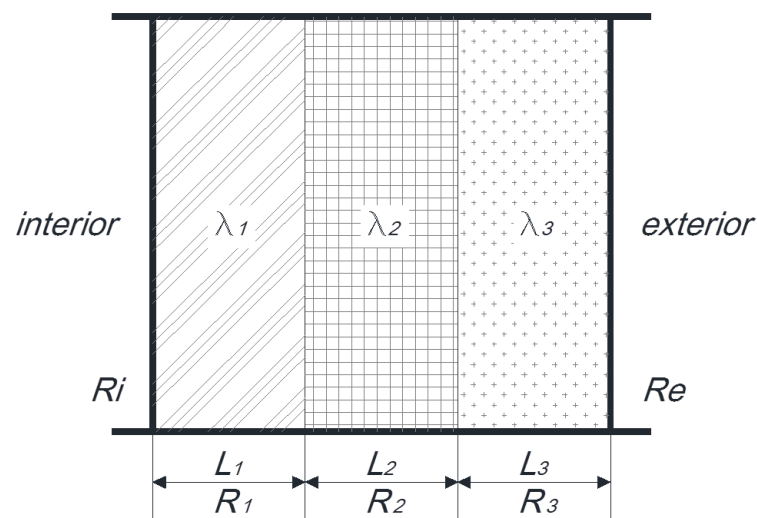


Figura 12. Capas homogéneas de un muro.

Donde $R_T =$

$$R_T = R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_e = \frac{1}{h_i} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_e} \quad m^2K/W \quad (4.3)$$

En el cual “R” es la suma de las resistencias superficiales, interna y externa, y de las resistencias térmicas de las varias capas de los diversos materiales que componen al elemento de la envolvente.

Entonces el coeficiente de transmisión térmica (**K**) es:

$$K = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3}} \quad (4.4)$$

Donde “K” es el inverso del coeficiente total de transmisión de calor, que es el flujo de calor o frío que pasa a través de 1.00 m² de un cuerpo de caras plano-paralelas con espesor de 1.00 m durante una hora, cuando entre las dos caras hay una diferencia de 1°C, sus unidades son W/m²K.

“L” es el espesor de la capa del material en el componente en metros.

“λ” es la conductividad térmica del material obtenida de valores tabulados, reportes del fabricante o de ensayos de laboratorio, en W/(mK).

“h_i” es la conductancia superficial interior, en W/m²K, su valor (norma NOM-008-ENER-2001) es:

- 8.1 para superficies verticales.
- 9.4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (de piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo).
- 6.6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).

“h_e” es la conductancia superficial exterior, en W/m²K, su valor es igual a 13.

Para el adecuado estudio de esta norma es necesario saber en cual zona térmica se está proyectando la vivienda, ya que esta dará los parámetros climáticos necesarios para actuar de acuerdo a los materiales utilizados. En el ejemplo de estudio se está trabajando en la zona térmica “3A”, donde según la norma nos da los siguientes parámetros:

Cuadro 3. Clasificación por zonas térmicas

Zona térmica No.	Clasificación con base en Grados/día	Clasificación climática Internacional (clasificación Köppen)
3A y 3B	2500 < GDR 10°C ≤ 3500 y GDC 18°C ≤ 3000	Cfa, BSk /BWh /H

Nota: Aclaratorias al cuadro 3.

La clasificación climática de Köppen, consiste en una clasificación climática mundial basada en las temperaturas y precipitaciones otorgando letras a los diferentes valores que toman estas dos variables.

La clasificación en base a grados – día, esta basada en el cálculo o estimación de las diferencias de temperaturas acumuladas. Considera el concepto de una temperatura de referencia, la cual refleja el punto en el cual la vivienda comienza a necesitar calentamiento o enfriamiento para mantener las condiciones hidro - térmicas requeridas.

Las sub - clasificaciones A y B en la primera columna, son identificadas como:

- *Humedad “A”*: Son localidades que cumplen con la siguiente consideración $P_{cm} \geq 2.0 (T_C + 7)$.
- *Seca “B”*: Son localidades que cumplen con los criterios siguientes $P_{cm} > 2.0 (T_C + 7)$.

Donde:

- P_{cm} : es la precipitación anual en centímetros.
- T_C : Es temperatura anual promedio en °C.

Los elementos constructivos que constituyen a la envolvente de la vivienda, tales como techos, muros y entrepisos ventilados deben tener una Resistencia térmica total (Valor “R”) igual o mayor a las indicadas en el cuadro 4 de acuerdo a la zona térmica en donde se localice la vivienda y al propósito inmediato del aislamiento, mismo que puede ser: mínimo; para lograr habitabilidad; o, para ahorro de energía.

Cuadro 4. Resistencia térmica total (Valor “R”) de un elemento de la envolvente

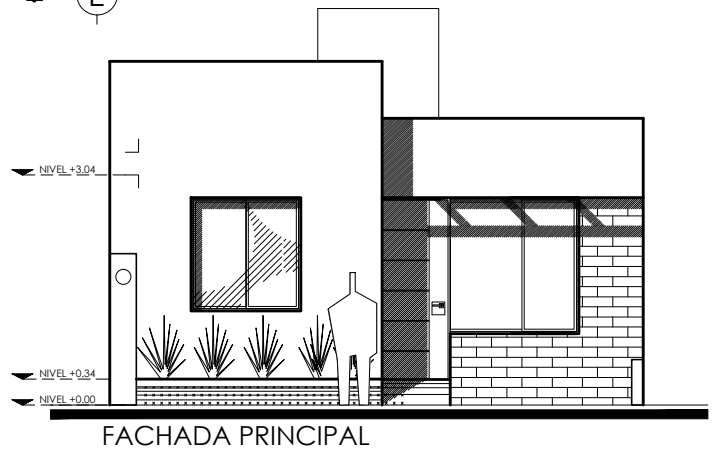
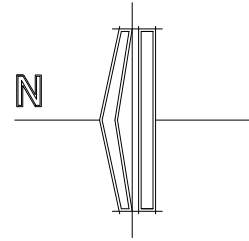
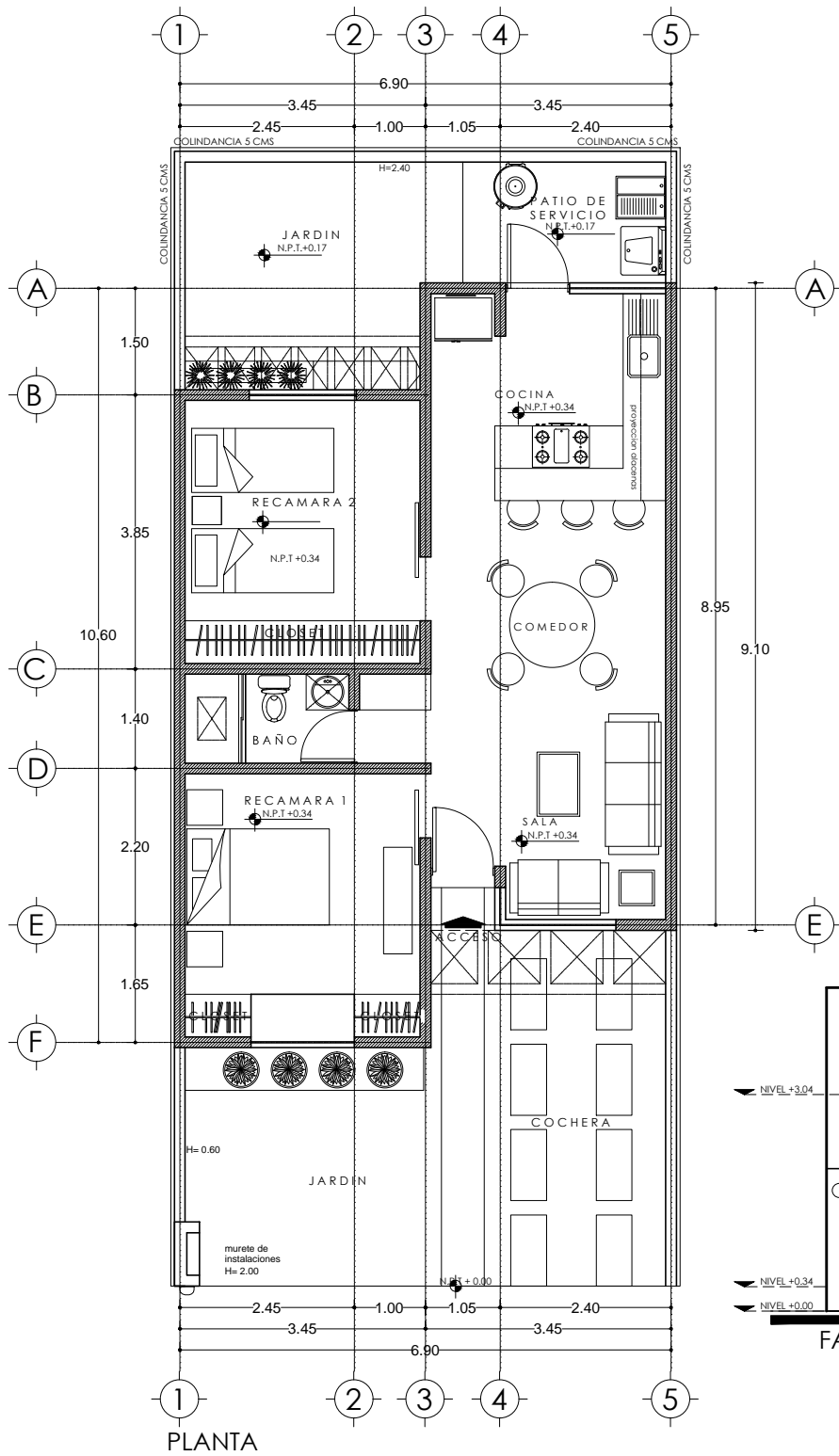
Zona térmica No.	Techos m ² K/W			Muros m ² K/W			Entrepisos ventilados m ² K/W		
	Mínima	Habitabilidad	Ahorro de energía	Mínima	Habitabilidad	Ahorro de energía	Mínima	Habitabilidad	Ahorro de energía
3A, 3B y 3C	1.40	2.30	2.80	1.00	1.23	1.80	0.90	1.40	1.60

Nota: $1\text{m}^2\text{K/W} = 5.68\text{ft}^2\text{h}^\circ\text{F}/\text{BTU}$

4.4.4. Vivienda proyectada de referencia.

Se entenderá por vivienda de referencia aquella que conserva la misma orientación, condiciones de colindancia y dimensiones en planta y elevaciones de la misma, considerando las siguientes especificaciones para las componentes de la envolvente.

Esta vivienda se conserva en la peor de las orientaciones, así como tomar en cuenta el área ocupada por vanos vidriados tales como: ventanas, puertas (que tengan vidrio en más de la mitad de la superficie) incluyendo los marcos, muros acristalados o cualquier hueco que permita el paso de la luz solar debe ser menor al 20% del área total del muro envolvente de cada lugar habitable o de servicio, en caso de que este porcentaje sea mayor, se debe considerar en la memoria de cálculo del aislamiento las propiedades térmicas de los materiales elegidos para cubrir estos vanos.



PLANTA

Plano 1. Vivienda proyectada
65.00 m²
Esc 1:100

En el plano 1, se observó una vivienda que sale como resultado de los estudios de antropometría, ergonomía y proxémica, en el cuadro 5 se ven las medidas de cada espacio dentro de la misma.

Cuadro 5. Medidas de la vivienda de referencia

ESPACIO DE LA VIVIENDA	DIMENSIONES (m)	AREA (m²)
Recamara 1 c/ closet	3.70 x 3.30	12.20
Recamara 2 c/ closet	3.70 x 3.30	12.20
Baño	1.25 x 3.45	4.30
Cocina	3.45 x 3.45	11.90
Sala	3.15 x 3.45	10.90
Comedor	2.20 x 3.45	7.60
	TOTAL	59.10

Los muros para fines prácticos se tomaron de la siguiente manera:

$$(18.35 \text{ ml} + 7.05 \text{ ml} \times 2) \times 0.18 = 5.85 \text{ m}^2$$

Lo que dio un área mínima de 65.00 m²; lo cual concuerda con la fórmula 4.1 de la metodología. A partir de este punto se realiza el estudio de la vivienda bajo las normas mexicanas para poder determinar el sistema constructivo que se adapte al clima en la ciudad de Querétaro.

Utilizado bajo la peor orientación este – oeste y con un porcentaje en muros menor de 20% por lo cual el acristalamiento no será tomado en cuenta, da una resistencia térmica de la siguiente manera.

Cuadro 6. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en muros de acuerdo a la vivienda de referencia y a un sistema constructivo actual.

CALCULO DEL AISLANTE TERMICO DE LA ENVOLVENTE EN MUROS			
Material	Espesor m (l)	Conductividad Térmica W/mK (h ó λ)	Aislante Térmico m²K/W (l/(h ó λ))
Convección exterior	1.00	13.00	0.0772
Yeso	0.02	0.372	0.0537
Block hueco	0.15	1.11	0.1351
Mortero (cal /arena)	0.01	0.872	0.0114
Convección interior	1.00	8.10	0.1234
Aislante térmico total.		$R = \sum M$	0.4008 m ² K/W

Cuadro 7. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en techo de acuerdo a la vivienda de referencia y a un sistema constructivo actual.

CALCULO DEL AISLANTE TERMICO DE LA ENVOLVENTE EN TECHO			
Material	Espesor m (l)	Conductividad Térmica W/mK (h ó λ)	Aislante Térmico m²K/W (l/(h ó λ))
Convección exterior	1.00	13.00	0.0772
Impermeabilizante	0.006	0.17	0.0352
Mortero	0.04	1.65	0.0242
Arenilla	0.08	2.00	0.04
Losa	0.10	2.00	0.05
Yeso	0.015	0.372	0.0403
Convección interior	1.00	6.60	0.1515
Aislante térmico total.		$R = \sum M$	0.4184 m ² K/W

De acuerdo a la norma ninguna de las partes de la envolvente cumplen con el mínimo, como se puede observar en el cuadro 4, donde se estipula que el aislante requerido para muros es de 1.00 y en techos de 1.40, por lo cual se ha ajustado el sistema constructivo de tal manera que se pueda hacer a la envolvente de la vivienda eficiente quedando de la siguiente manera:

- En muros se agrego una capa de poliestireno expandido EPS, con un espesor de 1 ¼” (0.03175 m) y una conductividad térmica de $\lambda = 0.05$ W/mK (EPS de 10 kg/m³) da una resistencia térmica $R = 0.635$. Teniendo un aislante térmico total en muros de $R_T = 1.0358$ m²K/W.
- En techo también se incremento la resistencia térmica, cambiando el sistema constructivo, tomando en cuenta que actualmente se utiliza un sistema de vigueta y bovedilla siendo esta no de block sino de EPS con un espesor aproximado de 7.00 cm y enseguida una capa de compresión de 5.00 cm de concreto. Los demás componentes se mantienen. Por lo tanto la resistencia térmica final da de la siguiente manera:

Cuadro 8. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en techo de acuerdo a la vivienda de referencia y a un sistema constructivo a base de poliestireno.

CALCULO DEL AISLANTE TERMICO DE LA ENVOLVENTE EN TECHO			
Material	Espesor m (l)	Conductividad Térmica W/mK (h ó λ)	Aislante Térmico m²K/W (l/(h ó λ))
Aislante térmico anterior.		$R = \sum M$	0.4184 m ² K/W
EPS	0.07	0.05	1.40
Capa de compresión	0.05	2.00	0.025
Aislante térmico nuevo:		$R = \sum M$	1.8434 m ² K/W

Cuadro 9. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en ventanas de acuerdo a la vivienda de referencia.

CALCULO DEL AISLANTE TERMICO DE LA ENVOLVENTE EN VENTANA			
Material	Espesor m (l)	Conductividad Térmica W/mK (h ó λ)	Aislante Térmico m²K/W (l/(h ó λ))
Convección exterior	1.00	13.00	0.0772
Vidrio	0.003	0.80	0.0037
Convección interior	1.00	8.10	0.1234
Aislante térmico total.		$R = \sum M$	0.2043 m ² K/W

Cuadro 10. Cálculo de aislante térmico de la envolvente en puerta principal de acuerdo a la vivienda de referencia.

CALCULO DEL AISLANTE TERMICO DE LA ENVOLVENTE EN PUERTA			
Material	Espesor m (l)	Conductividad Térmica W/mK (h ó λ)	Aislante Térmico m²K/W (l/(h ó λ))
Convección exterior	1.00	13.00	0.0772
Chapa 1.5 mm (2 capas)	0.0015 (2)	52.3	0.00006
EPS	0.04	0.05	0.80
Convección interior	1.00	8.10	0.1234
Aislante térmico total.		$R = \sum M$	1.00 m ² K/W

De esta manera se cumplen los requerimientos mínimos de resistencia térmica en los elementos de la vivienda.

Una vez obtenidos los sistemas constructivos que cumplen con el reglamento se procede al análisis de la pérdida ó ganancia de energía (Q) a través de la envolvente, esto con el fin de obtener las ecuaciones de estado que delimiten el modelo matemático a través de la eficiencia energética de la vivienda. Por lo cual se procedió de la siguiente manera:

Evaluamos el coeficiente de transferencia térmica $K = 1/R$ de los componentes de la envoltura de la vivienda.

- Muro:

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{1.0358} = 0.9654 \approx 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Techo:

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{1.8434} = 0.5424 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Ventana (vidrio 3 mm):

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{0.204} = 4.90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Puerta (chapa metálica y EPS interno):

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{1.0} = 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

La ganancia de calor a través de la envolvente de la vivienda, es la suma de la ganancia de calor por conducción, mas la ganancia de calor por radiación solar.

Para determinar las demandas de calentamiento y/o enfriamiento en una vivienda se debe hacer un balance entre las pérdidas y ganancias de calor para un determinado periodo.

El balance entre pérdidas y ganancias de calor generadas en la vivienda (en régimen estacionario), suponiendo mayor temperatura interior que exterior (invierno). En verano, las pérdidas de calor por transmisión en la envolvente (Q) se transforman en ganancias de calor, al igual que la ventilación, si el aire exterior esta a mayor temperatura que el interior.

Muro posterior

Área de muro solido:

$$(AH - 2.0)(1) = (AH - 2.0) \text{ W/K} \quad \Delta T = 27^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Área ventana: } (2.0 \times 4.9) = 9.8 \text{ W/K} \quad \Delta T = 24^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}$$

Muro fachada

Área de muro solido:

$$(AH - 2.40)(1) = (AH - 2.40) \text{ W/K} \quad \Delta T = 25^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}$$

$$\text{Área ventana: } (2.40 \times 4.9) = 11.76 \text{ W/K} \quad \Delta T = 24^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}$$

Techo

$$(AL \times 0.56) \text{ W/K}$$

$$\Delta T = 37^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}$$

Total pérdida o ganancia de calor por conducción:

$$Q_C = (AH - 2.0)(3^\circ\text{C}) + (9.8 \times 0^\circ\text{C}) + (AH - 2.4)(1^\circ\text{C}) + (11.76 \times 0^\circ\text{C}) \\ + (0.56AL \times 13^\circ\text{C})$$

$$Q_C = 3AH - 6.0 + AH - 2.4 + 7.28AL$$

$$Q_C = 4AH + 7.28AL - 8.4 \text{ Watts} \quad (4.5)$$

Total pérdida por radiación:

$$Q_{RAD} = (\text{Area ventana})(\text{coeficiente sombreado})(\text{ganancia de calor por orientación})$$

Orientación Este:

$$Q_{RAD} = 2.00 \times 137 = 274.00 \text{ W}$$

Orientación Oeste:

$$Q_{RAD} = 2.40 \times 146 = 350.40 \text{ W}$$

Total de pérdida o ganancia por radiación solar: **624.40 W**

Total de pérdida o ganancia por conducción, convección y radiación:

$$Q_T = Q_C + Q_{RAD}$$

$$Q_T = 4AH + 7.28AL - 8.40 + 624.4 \text{ Watts} \quad (4.6)$$

4.4.3. Vivienda de referencia de acuerdo a normas.

Los siguientes datos son extraídos directamente de las normas descritas posteriormente, donde se hace uso de una vivienda que deberá cumplir con las características arquitectónicas y de construcción para lograr una eficiencia energética mínima; en el plano 2 se muestra una vivienda que es utilizada para el estudio de la norma NMX-C-460-ONNCCE-2009 y el cual es utilizado para comparar con la vivienda que se ha proyectado.

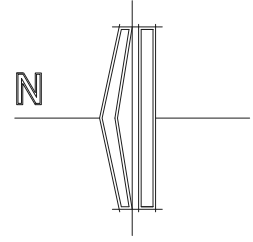
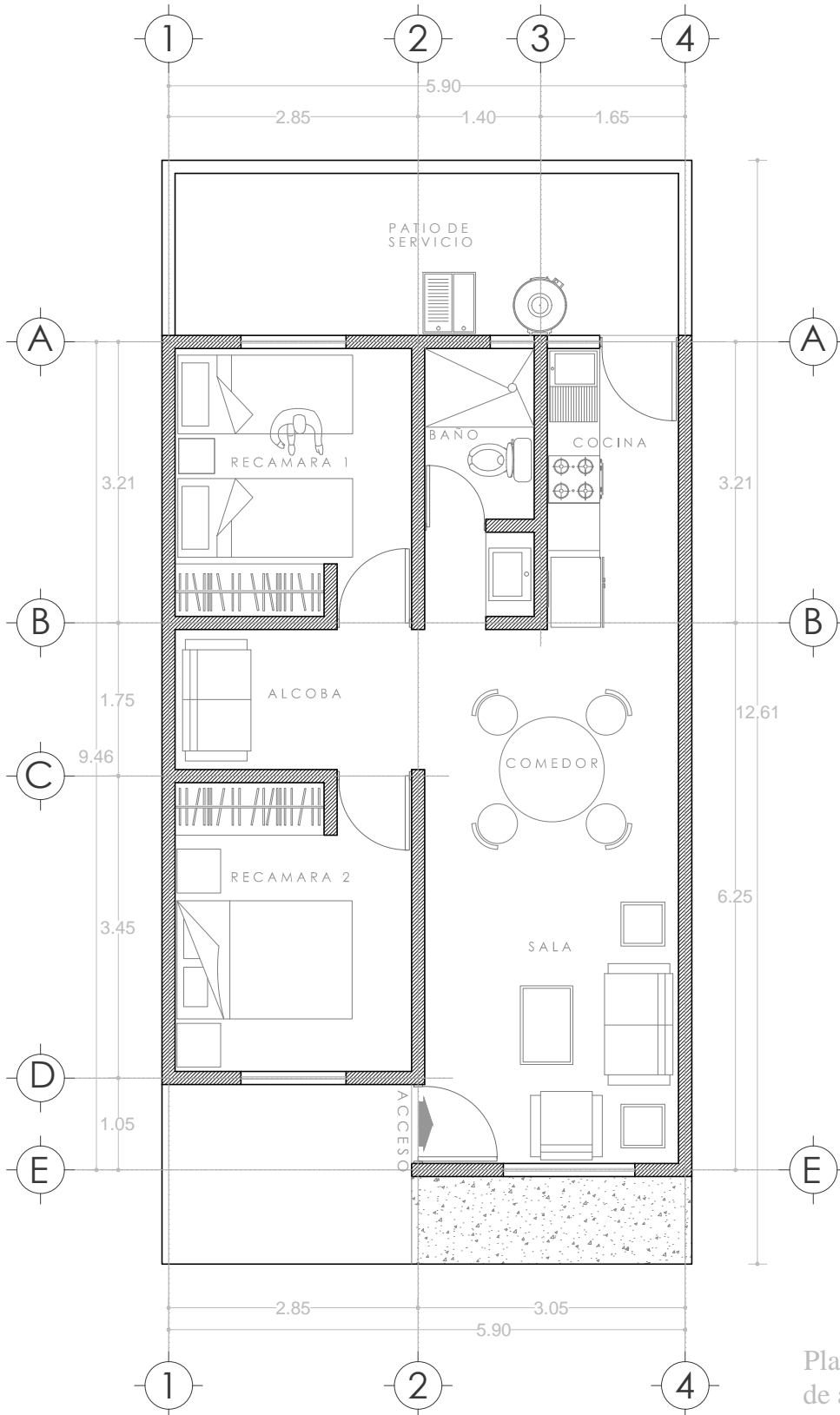
Pérdida por conducción y convección:

Muro: $k = 0.833 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ventana: $k = 5.139 \text{ W/m}^2\text{K}$

Techo: $k = 0.833 \text{ W/m}^2\text{K}$

Puerta: $k = 0.833 \text{ W/m}^2\text{K}$



Plano 2. Vivienda de referencia de acuerdo a norma.
55.00 m
Esc 1:75

Techo:

$$(AL)(0.833)(37^{\circ}C - 24^{\circ}C) = 10.83 AL \quad Watts$$

Muro este:

$$(AH)(0.9)(0.833)(27^{\circ}C - 24^{\circ}C) = 2.25 AH \quad Watts$$

Ventana este:

$$(AH)(0.1)(5.139)(24^{\circ}C - 24^{\circ}C) = 0.00 \quad Watts$$

Muro oeste:

$$(AH)(0.9)(0.833)(26^{\circ}C - 24^{\circ}C) = 1.50 AH \quad Watts$$

Ventana oeste:

$$(AH)(0.1)(5.139)(24^{\circ}C - 24^{\circ}C) = 0.00 \quad Watts$$

Dando una ecuación de:

$$\Sigma = 10.83 AL + 3.75 AH \quad Watts \quad (4.7)$$

Perdida por radiación:

Ventana este:

$$(AH)(0.10)(137) = 13.7 AH \quad Watts$$

Ventana oeste:

$$(AH)(0.10)(146) = 14.6 AH \quad Watts$$

Dando una ecuación de:

$$\Sigma = 28.30 AH \quad Watts \quad (4.8)$$

Total de pérdida o ganancia por conducción, convección y radiación:

$$Q_T = Q_C + Q_{RAD}$$

$$Q_T = 10.38AL + 3.75AH + 28.3AH \text{ Watts}$$

$$Q_T = 10.83 AL + 32.05 AH \text{ Watts} \quad (4.9)$$

Entonces se compara los dos resultados de la vivienda proyectada y de la vivienda de referencia

$$\text{Sea } A = 7.00; \quad H = 2.50; \quad L = 9.30$$

$$Q_P = 4(7.00)(2.50) + 7.28(7.00)(9.30) - 8.40 + 624.40 = 1,160 \text{ Watts}$$

$$Q_R = 10.83(7.00)(9.30) + 32.05(7.00)(2.50) = 1,266 \text{ Watts}$$

$$\text{Ahorro de energía} = \left(1 - \frac{Q_P}{Q_R}\right) 100$$

$$= \left(1 - \frac{1,160}{1,266}\right) 100 = 8.37 \%$$

Ecuación de ahorro de energía

$$1.01 \leq \frac{Q_R}{Q_P} \leq 1.31 \quad 1.01 \leq F(L, A, H) \leq 1.31$$

O bien

$$1.01 \leq \frac{10.83AL + 32.05AH}{7.28AL + 4AH + 616} \leq 1.31$$

Dando como resultado las siguientes ecuaciones:

$$1 \leq \left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4AH}{10.83AL + 32.05 AH}\right) 100 \right] \quad (4.10)$$

$$\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4AH}{10.83AL + 32.05 AH} \right) 100 \right] \leq 10 \quad (4.11)$$

En resumen la metodología se explica de la siguiente manera:

1. Estudio de antropometría, ergonomía y proxémica de los usuarios de la vivienda para obtener los espacios mínimos para la utilización adecuada de cada lugar y darle habitabilidad a la vivienda de interés social.
2. Relación del estudio del aire y los usuarios, así como las actividades que se realizan en el interior de la vivienda, esto utilizando como referencia el medio ambiente donde se está proyectando la vivienda.
3. Utilización de la vivienda de referencia de acuerdo a las normas, para la obtención de la eficiencia energética ya sea con los métodos constructivos tradicionales o la modificación del mismo para cumplir con el parámetro mínimo.
4. Comparación de la pérdida y/o ganancia de calor o frío para ambas viviendas y con esto la obtención de las últimas ecuaciones de estado que limitaran el estudio de la vivienda.

Es de aquí de donde salen las cuatro ecuaciones de estado que van a restringir la función objetivo y con esto continuar con la proyección de la vivienda de acuerdo a la función objetivo y como se acomoden las variables “A” y “L”.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El problema de optimización es de carácter no lineal debido a la estructura interna de las funciones involucradas. Las soluciones existentes son muy diversas, destacándose los métodos random, SUMT, etc. Una forma alterna de plantear el problema dado que el número de variables de diseño son tres, es darle valores a la tercera variable y graficar las funciones tanto objetivo como de estado en un dominio 2D. Esta metodología es muy usada permitiendo observar gráficamente el comportamiento de la función objetivo así como el espacio de soluciones factibles. Cada variable requiere restricciones derivadas del estudio de la antropometría y ergonomía:

La función objetivo a minimizar:

$$\min F(A, L, H) \quad (5.1)$$

Las variables que determinan la función objetivo, ancho (A), largo (L) y altura (H); las cuales cuentan con sus restricciones para controlar el frente, largo y la altura de la vivienda.

$$6.00 \leq A \leq 9.00 \text{ mts} \quad (5.2)$$

$$7.00 \leq L \leq 14.00 \text{ mts} \quad (5.3)$$

$$2.20 \leq H \leq 2.70 \text{ mts} \quad (5.4)$$

Para obtener el resultado de la función objetivo se requiere respetar las siguientes ecuaciones las cuales son las diferentes restricciones necesarias para que la vivienda cumpla con todos sus objetivos.

La primera ecuación respeta la antropometría y ergonomía de la vivienda Donde se respeta que se requiere un mínimo de 65.00 m² de construcción de acuerdo a los espacios arquitectónicos propuestos (sala, comedor, cocina baño y dos recamaras (plano 1)).

$$AL \geq 65 \quad (5.5)$$

La segunda ecuación involucra al volumen de aire que requiere una persona adulta dentro de un cuarto por hora, la cual ira a la par que el número de habitantes para la cual se ha proyectado la vivienda los cuales son cuatro adultos por 25.00 m³ cada uno da:

$$ALH \geq 100 \quad (5.6)$$

Las últimas dos ecuaciones que restringen la función objetivo están dadas por la pérdida o ganancia de energía (Q), que como se vio anteriormente se basa en un cambio del sistema constructivo y materiales, así como involucrar a las variables de dicha función.

$$1 \leq \left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4AH}{10.83AL + 32.05 AH} \right) 100 \right] \quad (5.7)$$

$$\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4AH}{10.83AL + 32.05 AH} \right) 100 \right] \leq 10 \quad (5.8)$$

Donde resumiendo lo anterior se cuenta con el siguiente problema de optimización:

$$\min F(A, L, H)$$

Tal que:

$$\begin{array}{rcl} g_i & (A, L, H) & \leq a_i \\ & \vdots \quad \vdots \quad \vdots & \\ h_j & (A, L, H) & \geq b_j \end{array} \quad (5.9)$$

Además:

$$C_i \leq A \leq d_i$$

$$C_j \leq L \leq d_j$$

$$C_k \leq H \leq d_k$$

La relación de las ecuaciones se observa en la matriz, en donde la habitabilidad y confort térmico arrojan un problema optimización no lineal, haciendo de los usuarios la pieza fundamental en la vivienda.

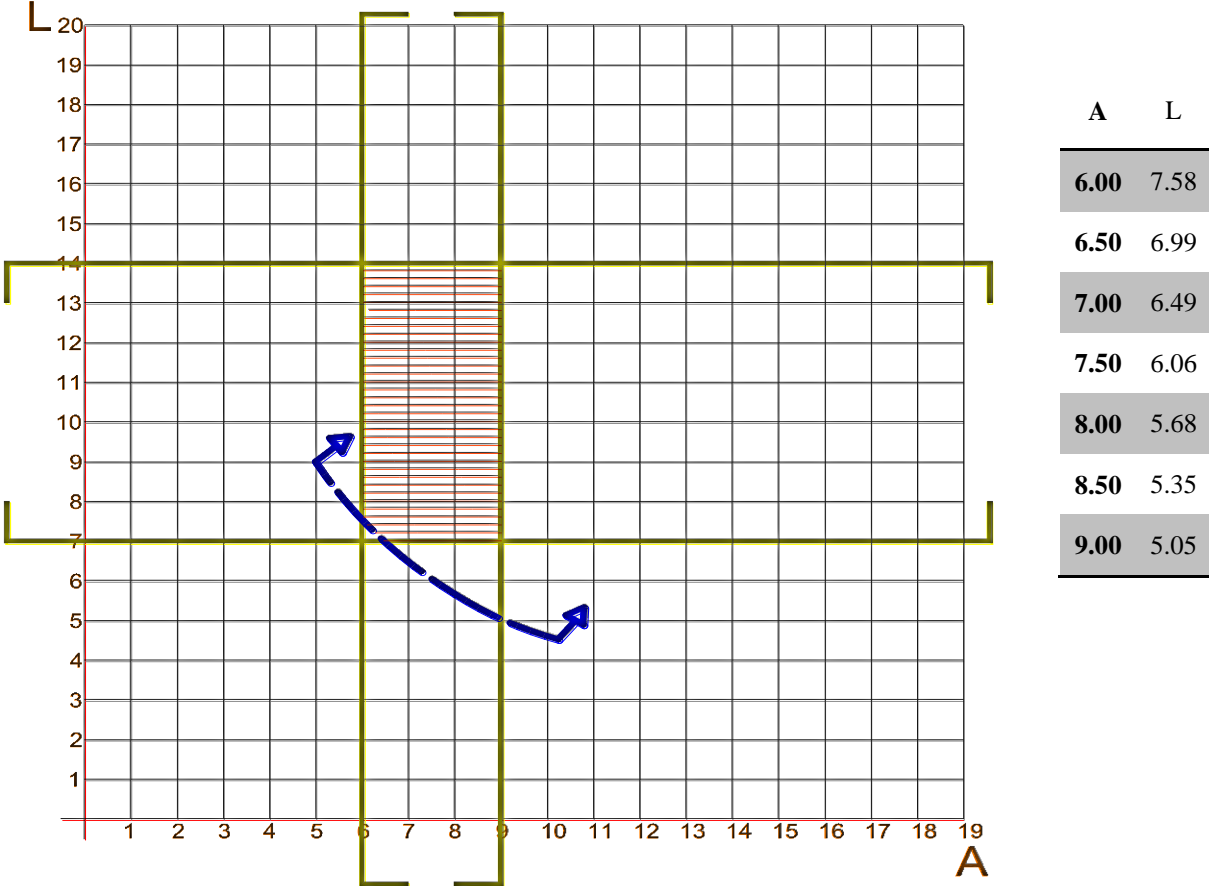
Al obtener la función objetivo y sus restricciones se ve a la solución del mismo el cual se da a través de la variable “H” la cual ira tomando cada uno de sus valores dentro de las ecuaciones para ver su comportamiento en cada una de ellas y conseguir el espacio factible de soluciones de acuerdo a cada una de las alturas deseadas.

Se describe el primer caso de las soluciones cuando $H = 2.20$ mts, la función objetivo se convierte en $F = 2.20AL$, por lo tanto en el se aplican todas las ecuaciones estado para poder obtener un espacio de soluciones factibles para este caso particular.

En la grafica uno se observa la aplicación de la fórmula 5.6 que involucra al volumen de aire, donde se ve el espacio de soluciones disponibles que esta arroja, y asi como del lado derecho se muestran aquellos resultados de la relación entre A y L al convertir a H en constante, utilizando el mismo procedimiento para las siguientes ecuaciones.

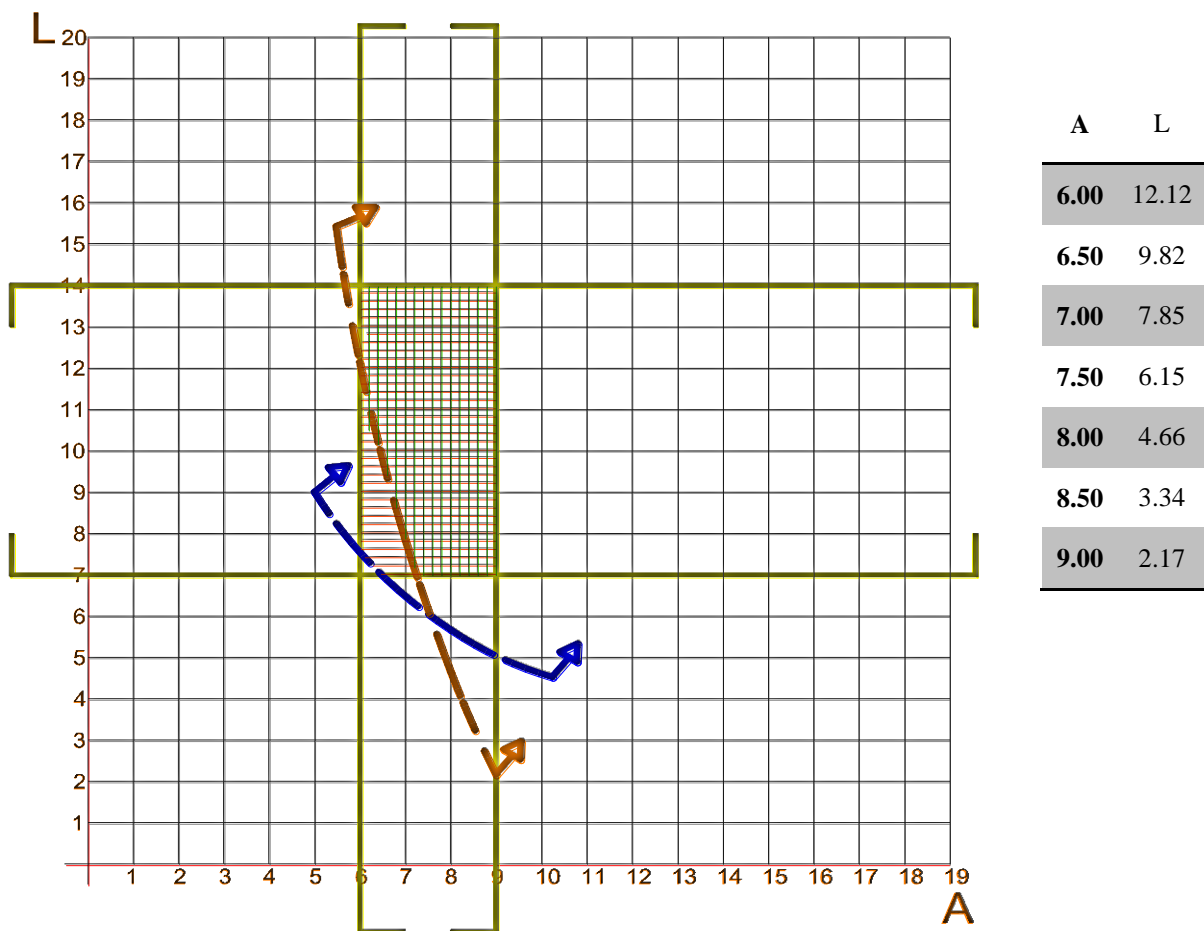
Cuando $H = 2.20$ mts $\therefore F = 2.20AL$

Grafica 1. Volumen de aire = $2.20AL \geq 100$



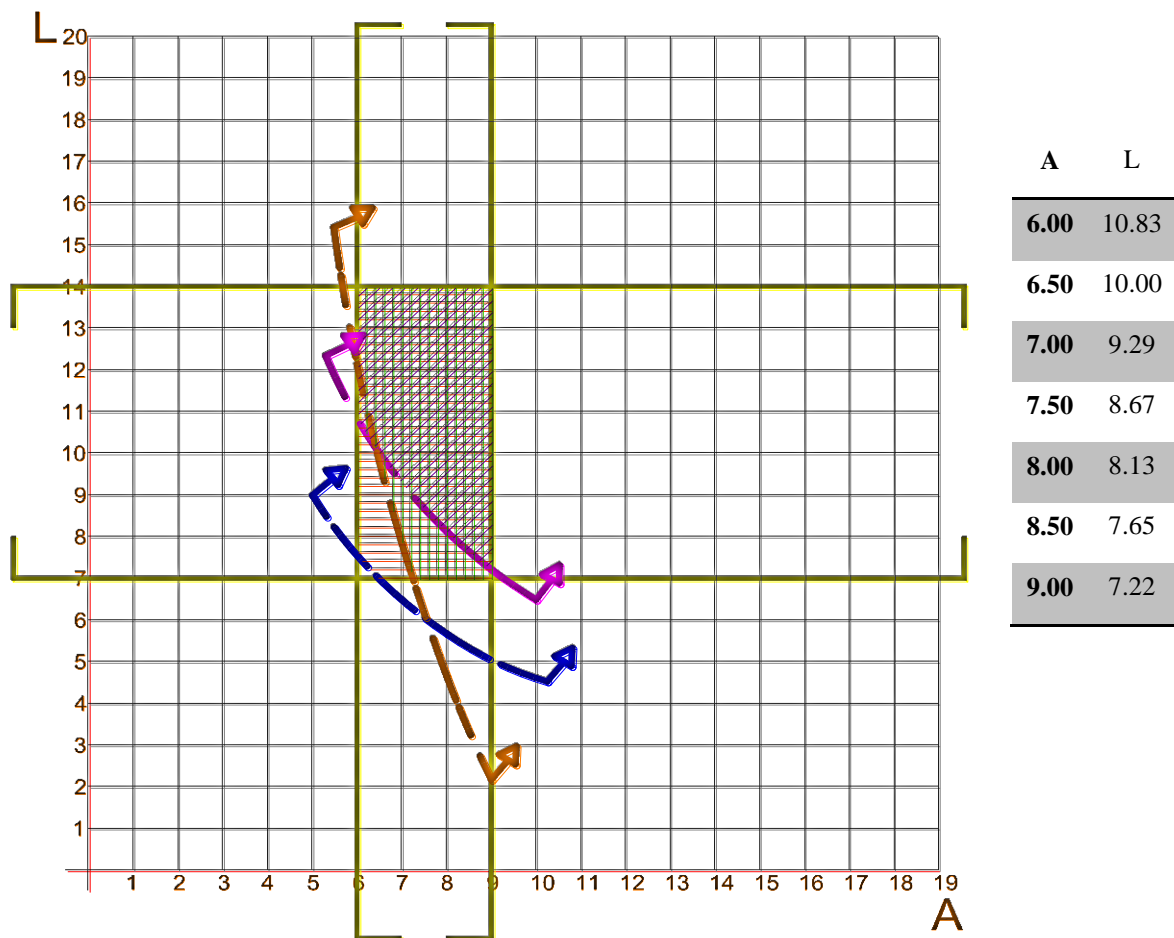
En esta gráfica se muestra el desarrollo de una de las ecuaciones de la pérdida y ganancia de la energía 5.7, donde “H” vuelve a tomar el valor de 2.20 metros y se despeja “L”, para ir obteniendo sus valores de acuerdo a las variables que se le aplican a “A” según sus restricciones. Se observa que el área de soluciones factibles va disminuyendo según las otras ecuaciones vayan integrándose a la solución.

Grafica 2. Eficiencia energetica = 1 ≤ [(1 - $\frac{7.28 AL + 4A2.20}{10.83AL + 32.05 A2.20}$) 100]



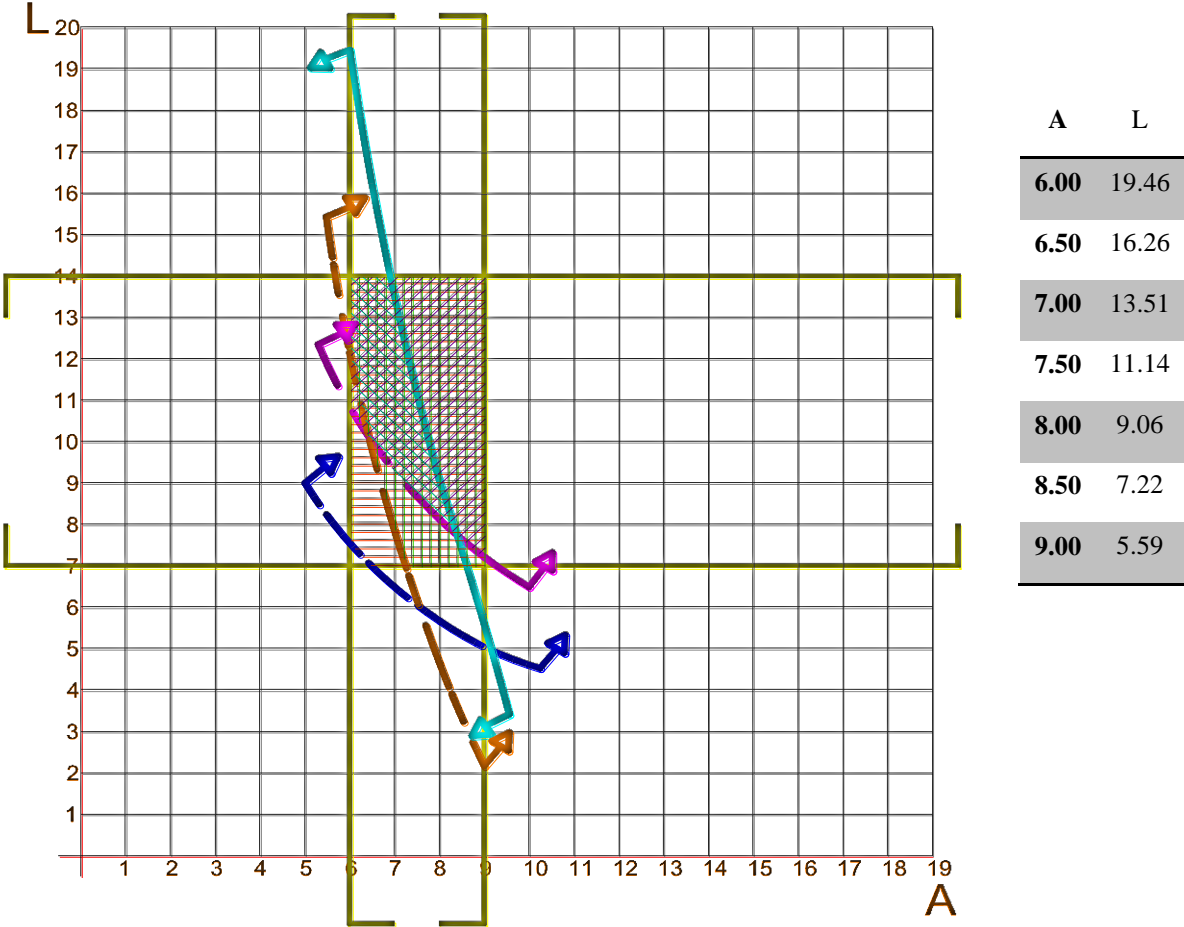
La línea de color magenta representa la ecuación sobre la antropometría y ergonomía dentro de las ecuaciones de estado la cual al no utilizar la tercera dimensión resulta ser de fácil aplicación para el estudio ya que solo se sustituyen los valores de “A” para la obtención de la variable “L”. Aquí se puede observar que la zona de soluciones factibles es muy amplia, pero falta la aplicación de una ecuación.

Grafica 3. Antropometria y ergonomia = $AL \geq 65$



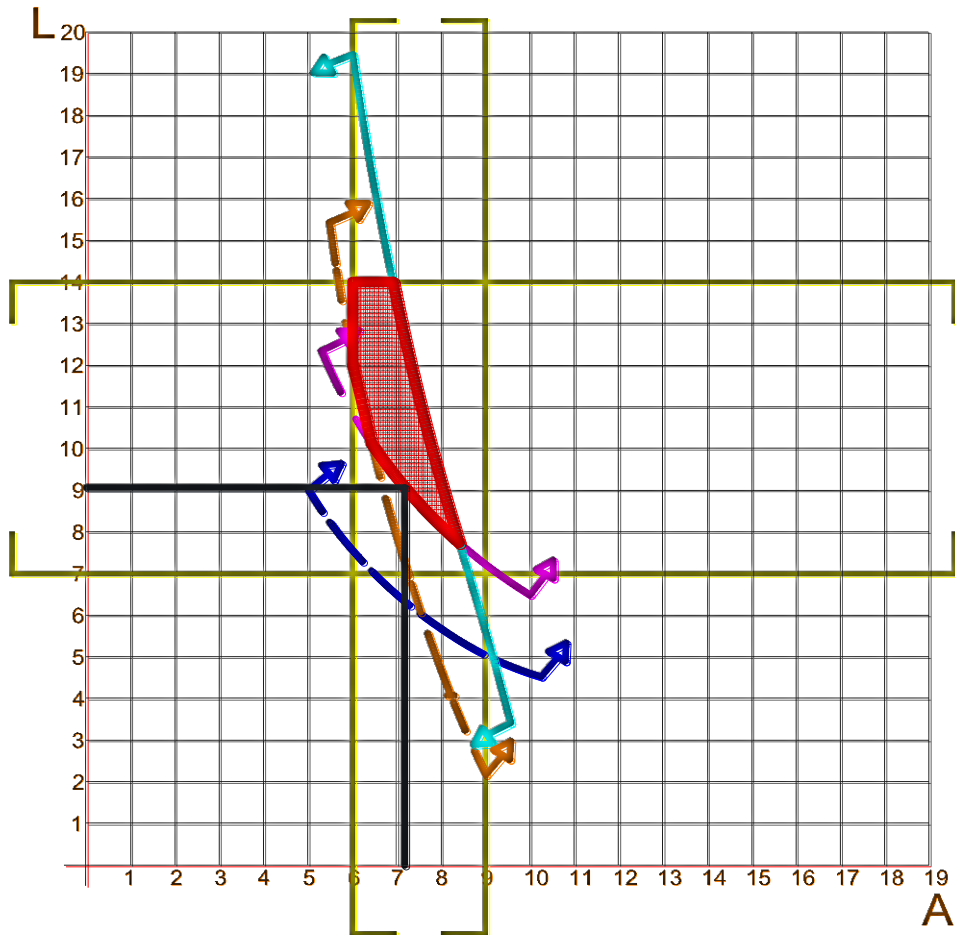
Al ser aplicada la segunda ecuación de pérdida o ganancia de energía, se observa que la zona de soluciones factibles finalmente queda cubierto y el espacio real de soluciones es en realidad pequeño, pero que de ahí se encontrara la solución mas optima para la vivienda y con esto poder obtener una vivienda digna para su uso.

Grafica 4. Eficiencia energetica = $\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.20}{10.83AL + 32.05 A2.20} \right) 100 \right] \leq 10$



Finalmente en la grafica 5 se observo el área de solución factible para cuando H=2.20 metros, al ver esta grafica la zona de color rojo se puede apreciar para la obtención de todas las combinaciones posibles donde se puede construir una vivienda con una altura de piso a techo de 2.20 metros, pero solo una será la optima es decir la mínima y esto se ve en el cuadro 11, en el cual cada una de las variables “A” y “L”, toman diversas medidas de acuerdo al área de zona factible.

Grafica 5. Grafica de soluciones factibles con una altura de 2.20 m.



Cuadro 11. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 5.

A	L	H	F=A*L*H (m ³)
6.42	10.12	2.20	142.93
8.40	7.75	2.20	143.22
7.30	8.85	2.20	142.13
7.80	8.31	2.20	142.60
7.00	9.30	2.20	143.22
7.60	8.55	2.20	142.96
7.75	8.77	2.20	149.53
7.24	10.57	2.20	168.36
6.00	12.00	2.20	158.40
7.20	12.47	2.20	197.52
6.74	9.67	2.20	143.39
6.64	9.87	2.20	144.18
6.95	9.37	2.20	143.27
8.15	8.47	2.20	151.87
7.17	9.00	2.20	141.97
7.15	9.10	2.20	143.14

Se ve la solución más factible: A = 7.17, L = 9.00 y H = 2.20 (metros).

En el cuadro 12 se ven las soluciones de todas las ecuaciones de estado que se observaron anteriormente sustituyendo H = 2.30 mts, y las variables de “A” para obtener “L”.

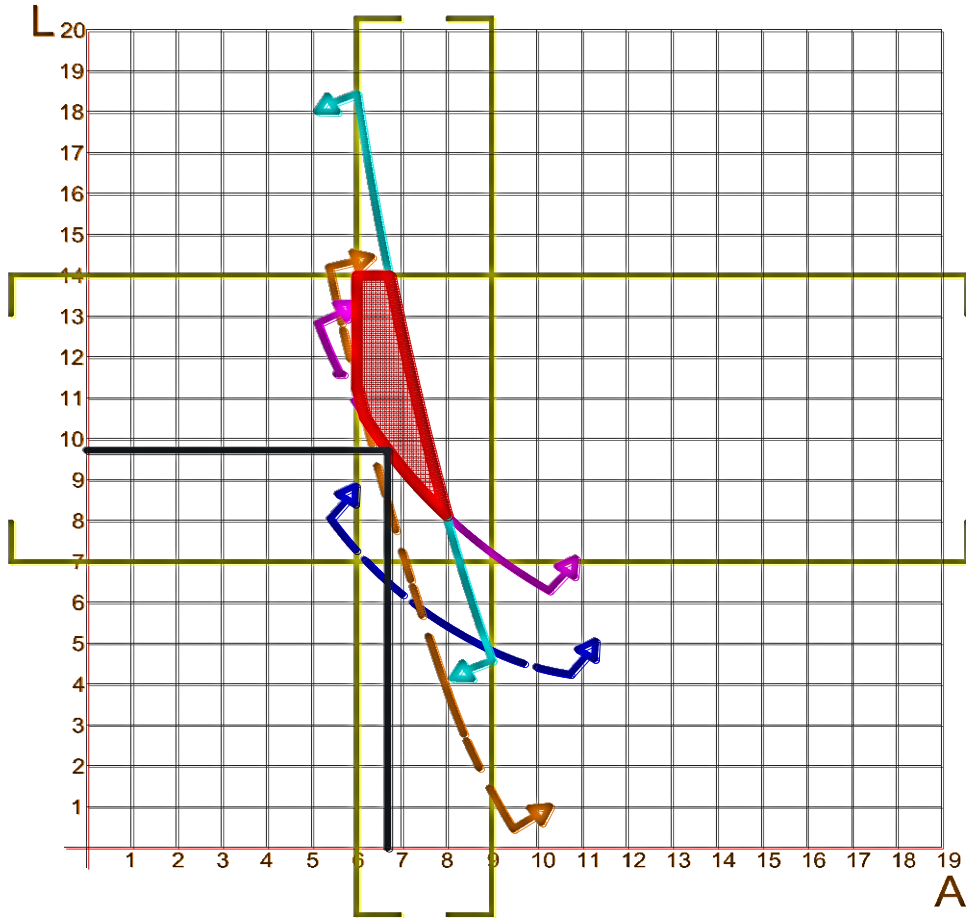
A	Solución de “L”			
	Antropometría $AL \geq 65$	Vol. de aire $2.30AL \geq 100$	Eficiencia energética	
			$1 \leq \left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.30}{10.83AL + 32.05 A2.30} \right) 100 \right]$	$\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.30}{10.83AL + 32.05 A2.30} \right) 100 \right] \leq 10$
6.00	10.83	7.25	11.31	18.45
6.50	10.00	6.69	9.02	15.25
7.00	9.29	6.21	7.05	12.51
7.50	8.67	5.80	5.34	10.13
8.00	8.13	5.43	3.85	8.05
8.50	7.65	5.12	2.53	6.21
9.00	7.22	4.83	1.36	4.58

Quando $H = 2.30 \text{ mts} \quad \therefore \quad F = 2.30AL$

Cuadro 12. Soluciones de las ecuaciones de estado H = 2.30

Finalmente en la grafica 6 se ve el área de solución factible para cuando H=2.30 metros, al igual que la anterior la zona achurada es de donde se podrán obtener todas las combinaciones que cumplan para obtener una vivienda de interés social con esta altura, y así mismo en el cuadro 13 se ve aquellas combinaciones que se lograron pero que solo una logro ser la mínima para el desarrollo de proyecto de la misma.

Grafica 6. Grafica de soluciones factibles con una altura de 2.30 m.



Cuadro 13. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 6.

A	L	H	F=A*L*H (m ³)
6.00	11.25	2.30	155.25
6.88	9.47	2.30	149.85
7.38	8.81	2.30	149.57
7.97	8.15	2.30	149.40
7.92	8.37	2.30	152.47
7.86	8.27	2.30	149.51
6.58	13.47	2.30	203.85
6.98	11.77	2.30	188.96
6.28	12.67	2.30	183.01
7.32	10.97	2.30	184.69
6.68	9.72	2.30	149.34
6.72	9.67	2.30	149.46
6.58	9.87	2.30	149.37
6.78	9.77	2.30	152.35
6.71	14.00	2.30	216.06
6.79	9.57	2.30	149.45

La solución más

factible cuando: A =

6.68, L = 9.72 y H = 2.30 (metros).

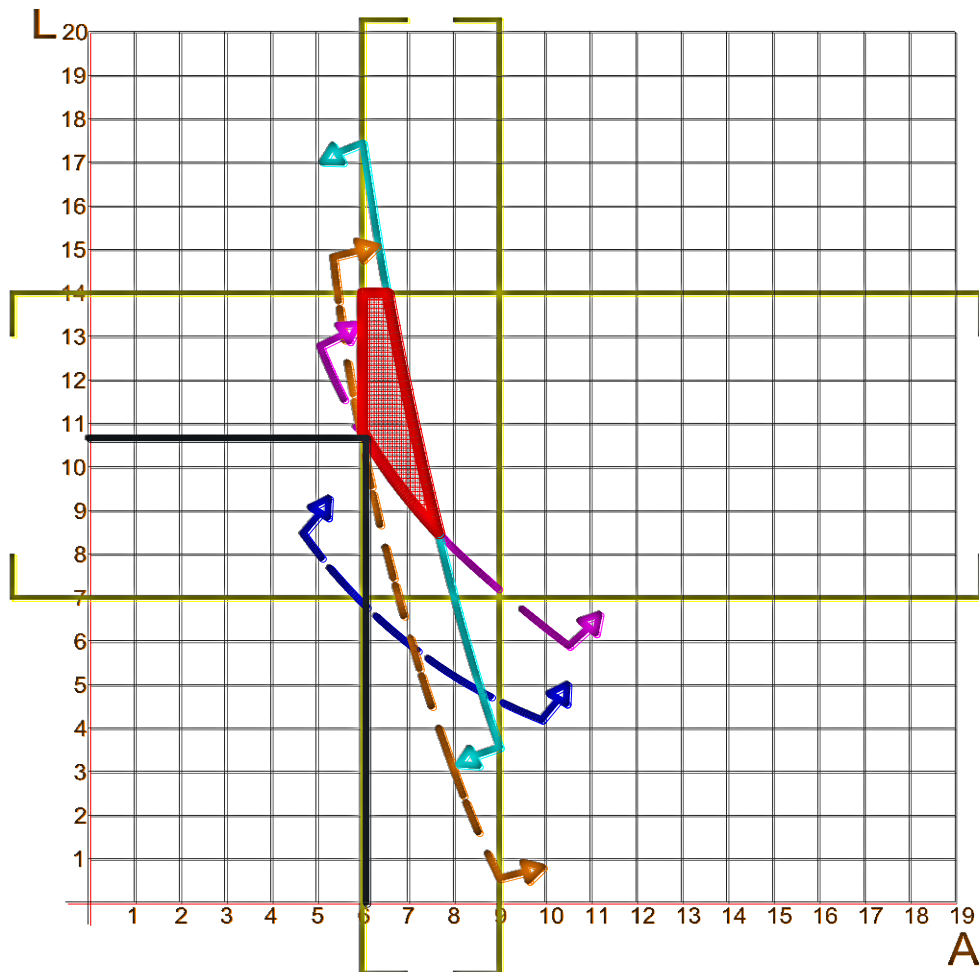
En el cuadro 14 se ven las soluciones de todas las ecuaciones de estado que se observaron anteriormente sustituyendo $H = 2.40$ mts, y las variables de “A” para obtener “L”.

$$\text{Cuando } H = 2.40 \text{ mts} \quad \therefore \quad F = 2.40AL$$

Cuadro 14. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando $H = 2.40$

A	Solución de “L”			
	Antropometría $AL \geq 65$	Vol. de aire $2.40AL \geq 100$	Eficiencia energética	
			$1 \leq \left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.40}{10.83AL + 32.05 A2.40} \right) 100 \right]$	$\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.40}{10.83AL + 32.05 A2.40} \right) 100 \right] \leq 10$
6.00	10.83	6.94	10.51	17.45
6.50	10.00	6.41	8.21	14.24
7.00	9.29	5.95	6.24	11.50
7.50	8.67	5.56	4.54	9.12
8.00	8.13	5.21	3.04	7.04
8.50	7.65	4.90	1.73	5.21
9.00	7.22	4.63	0.56	3.57

Grafica 7. Soluciones factibles con una altura de 2.40 m, donde se busca el ancho y el largo de la vivienda de interés social.



En la grafica 7 se observo el área de solución factible para cuando H=2.40 metros, al igual que la anterior la zona achurada es de donde se podrán obtener todas las combinaciones que cumplan para obtener una vivienda de interés social con esta altura, y así mismo en el cuadro 15 se ve aquellas combinaciones que se lograron pero que solo una es la utilizada para el desarrollo de proyecto de la misma.

Cuadro 15. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 7

A	L	H	F=A*L*H (m ³)
7.64	8.51	2.40	156.04
7.31	8.89	2.40	155.97
6.91	9.40	2.40	155.89
6.81	9.53	2.40	155.76
6.71	9.67	2.40	155.73
6.51	9.97	2.40	155.77
6.00	10.79	2.40	155.38
6.18	10.47	2.40	155.29
6.53	14.00	2.40	219.41
6.75	12.77	2.40	206.87
6.31	11.47	2.40	173.70
7.19	10.57	2.40	182.40
6.61	12.17	2.40	193.060
7.41	9.37	2.40	166.64
6.06	10.67	2.40	155.18
6.41	10.11	2.40	155.55

La solución factible es: A = 6.06, L = 10.67 y H = 2.40 (metros).

En el cuadro 16 se ven las soluciones de todas las ecuaciones de estado que se observaron anteriormente sustituyendo H = 2.50 mts, y las variables de “A” para obtener “L”.

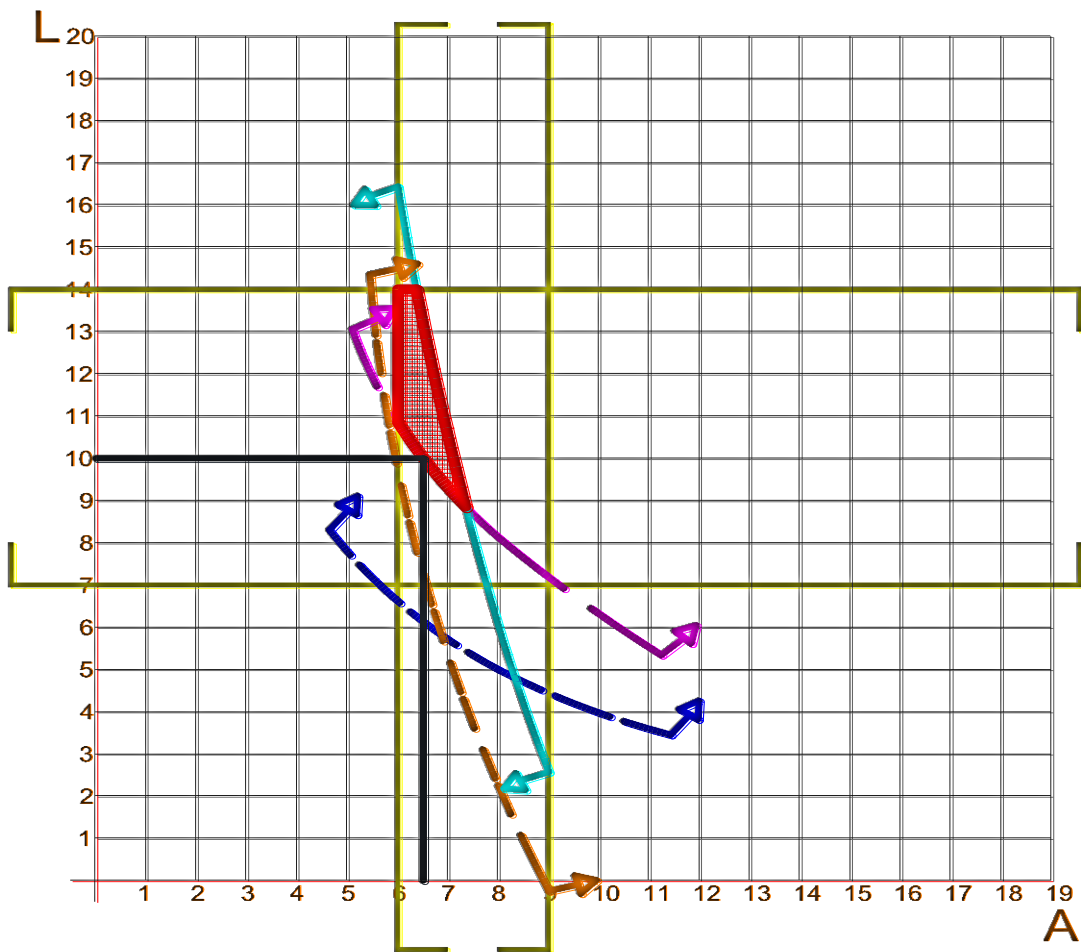
En la grafica 8 se ve el área de solución factible para cuando H=2.50 metros, la zona achurada es de donde se podrán obtener todas las combinaciones que cumplan para obtener una vivienda de interés social con esta altura, y así mismo en el cuadro 17 se ven aquellas combinaciones que se lograron pero que solo una es la utilizada para el desarrollo de proyecto de la misma.

Cuando $H = 2.50$ mts $\therefore F = 2.50AL$

Cuadro 16. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando $H = 2.50$

A	Solución de "L"			
	Antropometría $AL \geq 65$	Vol. de aire $2.50AL \geq 100$	Eficiencia energética	
			$1 \leq \left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.50}{10.83AL + 32.05 A2.50} \right) 100 \right]$	$\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.50}{10.83AL + 32.05 A2.50} \right) 100 \right] \leq 10$
6.00	10.83	6.67	9.70	16.44
6.50	10.00	6.15	7.40	13.24
7.00	9.29	5.71	5.44	10.49
7.50	8.67	5.33	3.73	8.12
8.00	8.13	5.00	2.24	6.03
8.50	7.65	4.71	0.92	4.20
9.00	7.22	4.44	- 0.25	2.57

Grafica 8. Soluciones factibles con una altura de 2.50 m.



Cuadro 17. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 8.

A	L	H	F=A*L*H (m ³)
7.34	8.86	2.50	162.58
6.00	10.85	2.50	162.75
6.00	14.00	2.50	210.00
6.36	14.00	2.50	222.60
6.81	11.42	2.50	194.43
6.61	9.82	2.50	162.28
7.05	9.37	2.50	165.15
6.95	10.47	2.50	181.92
6.15	10.57	2.50	162.51
6.25	12.27	2.50	191.72
6.00	13.00	2.50	195.00
6.55	10.97	2.50	179.63
6.55	12.77	2.50	209.11
6.50	10.00	2.50	162.50
6.75	9.63	2.50	162.51
7.14	9.77	2.50	174.39

La solución factible: A = 6.50, L = 10.00 y H = 2.50 (metros).

En el cuadro 18 se ven las soluciones de las ecuaciones de estado sustituyendo H=2.60 mts, y las variables de “A” para obtener “L”.

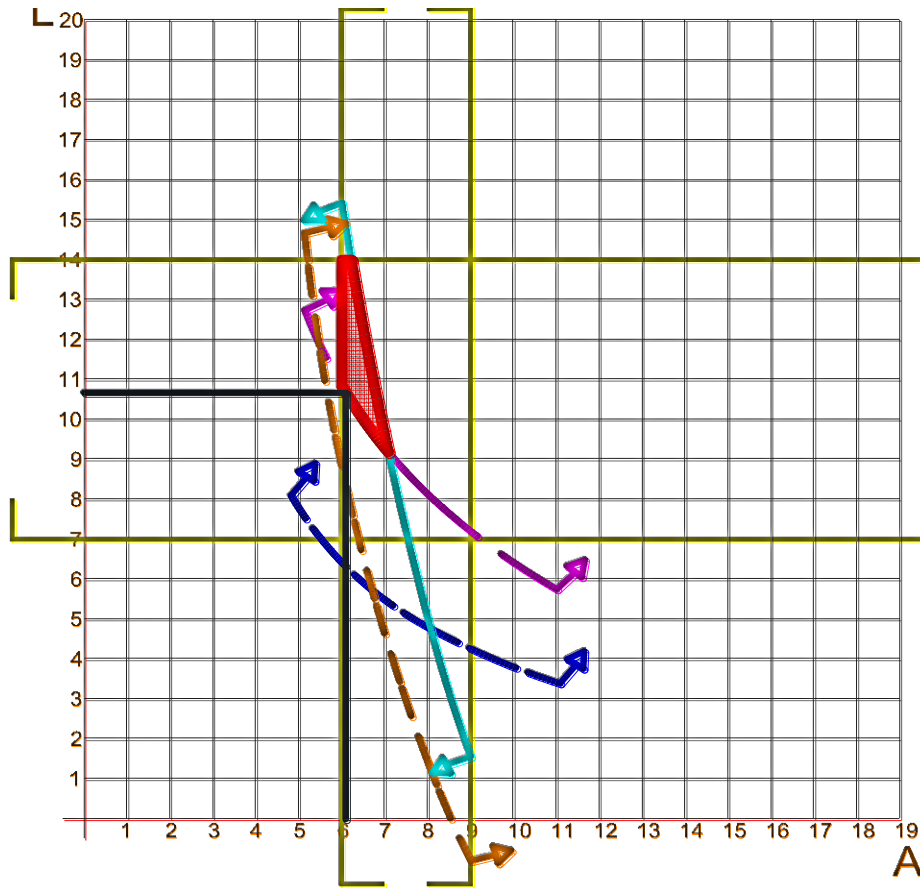
En la grafica 9 se ve el área de solución factible para cuando H=2.60 metros, la zona achurada es de donde se podrán obtener todas las combinaciones que cumplan para obtener una vivienda de interés social con esta altura, y así mismo en el cuadro 19 se ven aquellas combinaciones que se lograron.

$$\text{Cuando } H = 2.60 \text{ mts} \quad \therefore \quad F = 2.60AL$$

Cuadro 18. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando H = 2.60

A	Solución de “L”			
	Antropometría $AL \geq 65$	Vol. de aire $2.60AL \geq 100$	Eficiencia energética	
			$1 \leq \left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.60}{10.83AL + 32.05 A2.60} \right) 100 \right]$	$\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.60}{10.83AL + 32.05 A2.60} \right) 100 \right] \leq 10$
6.00	10.83	6.41	8.89	15.43
6.50	10.00	5.92	6.60	12.23
7.00	9.29	5.49	4.63	9.49
7.50	8.67	5.13	2.92	7.11
8.00	8.13	4.81	1.43	5.03
8.50	7.65	4.52	0.12	3.19
9.00	7.22	4.27	-1.05	1.56

Grafica 9. Soluciones factibles con una altura de 2.60 m.



Cuadro 19. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 9.

A	L	H	F=A*L*H (m ³)
7.07	9.19	2.60	168.93
6.00	10.82	2.60	168.79
6.50	10.00	2.60	169.00
6.21	14.00	2.60	226.04
6.00	14.00	2.60	218.40
6.55	12.00	2.60	204.36
6.85	10.37	2.60	184.69
7.00	9.57	2.60	174.17
6.08	10.67	2.60	168.67
6.18	10.50	2.60	168.71
6.38	11.27	2.60	186.95
6.32	10.27	2.60	168.76
6.68	9.77	2.60	169.69
6.93	9.37	2.60	168.83
6.28	11.87	2.60	193.81
6.40	12.87	2.60	214.16

La solución más factible es: A = 6.50, L = 10.00 y H = 2.60 (metros).

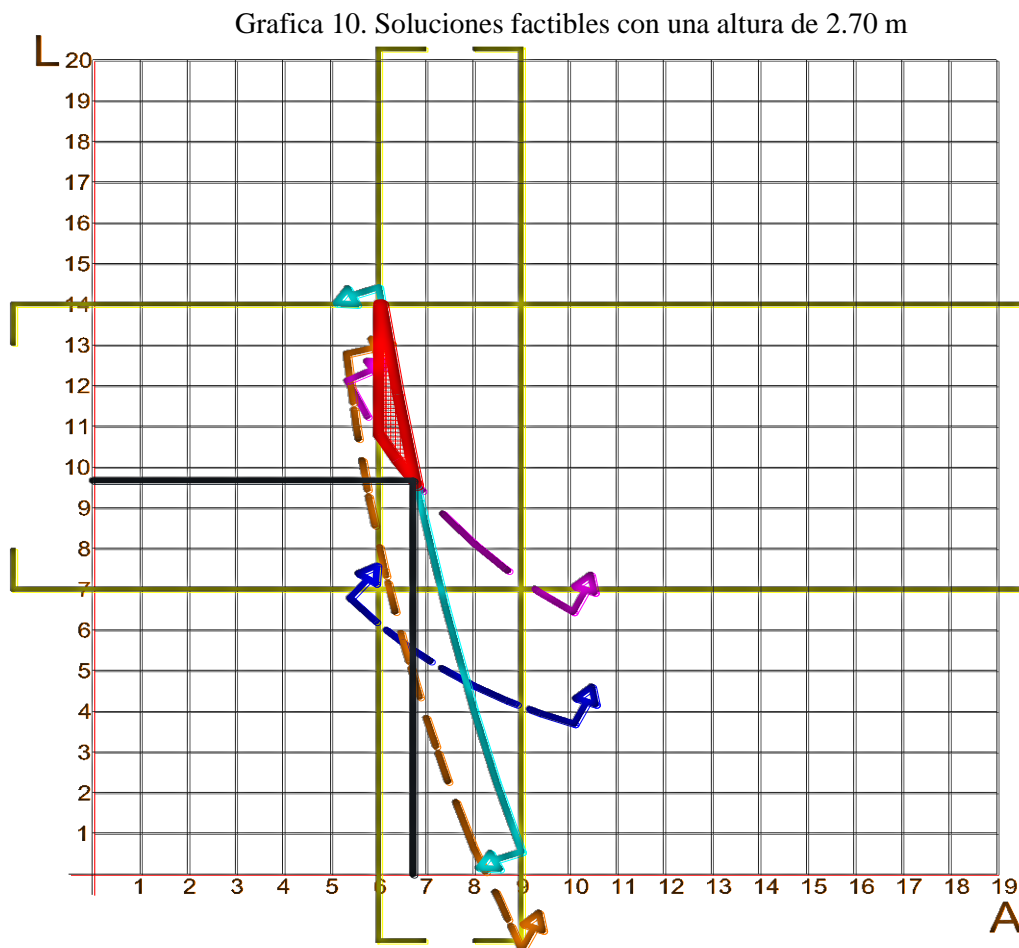
En el cuadro 20 se ven las soluciones de las ecuaciones de estado sustituyendo $H=2.70$ mts, y las variables de “A” para obtener “L”.

$$\text{Cuando } H = 2.70 \text{ mts} \quad \therefore \quad F = 2.70AL$$

Cuadro 20. Soluciones de las ecuaciones de estado para cuando $H = 2.70$

A	Solución de “L”			
	Antropometría $AL \geq 65$	Vol. de aire $2.70AL \geq 100$	Eficiencia energética	
			$1 \leq \left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.70}{10.83AL + 32.05 A2.70} \right) 100 \right]$	$\left[\left(1 - \frac{7.28 AL + 4A2.70}{10.83AL + 32.05 A2.70} \right) 100 \right] \leq 10$
6.00	10.83	6.17	8.09	14.42
6.50	10.00	5.70	5.79	11.22
7.00	9.29	5.29	3.82	8.48
7.50	8.67	4.94	2.12	6.10
8.00	8.13	4.63	0.63	4.02
8.50	7.65	4.36	-0.69	2.18
9.00	7.22	4.12	-1.86	0.55

En la grafica 10 se ve el área de solución factible para cuando $H=2.60$ metros, la zona achurada es de donde se podrán obtener todas las combinaciones que cumplan para obtener una vivienda de interés social con esta altura.



En el cuadro 19 se ven aquellas combinaciones que se lograron , donde la solución más factible fue A=6.70, L = 9.67 y H = 2.70 (metros).

Cuadro 21. Soluciones factibles de acuerdo a la grafica 10.

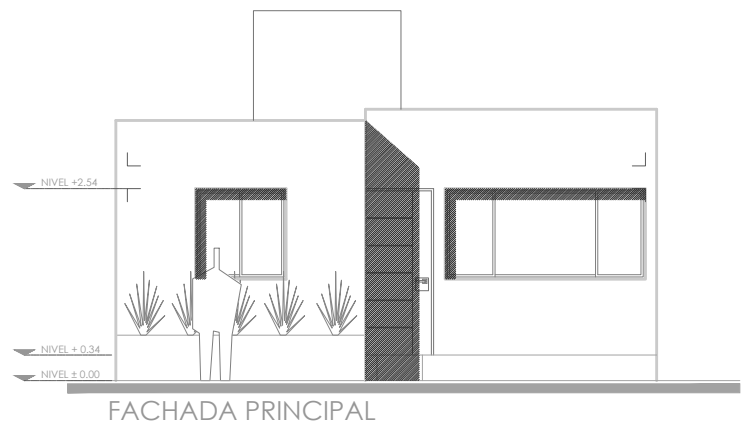
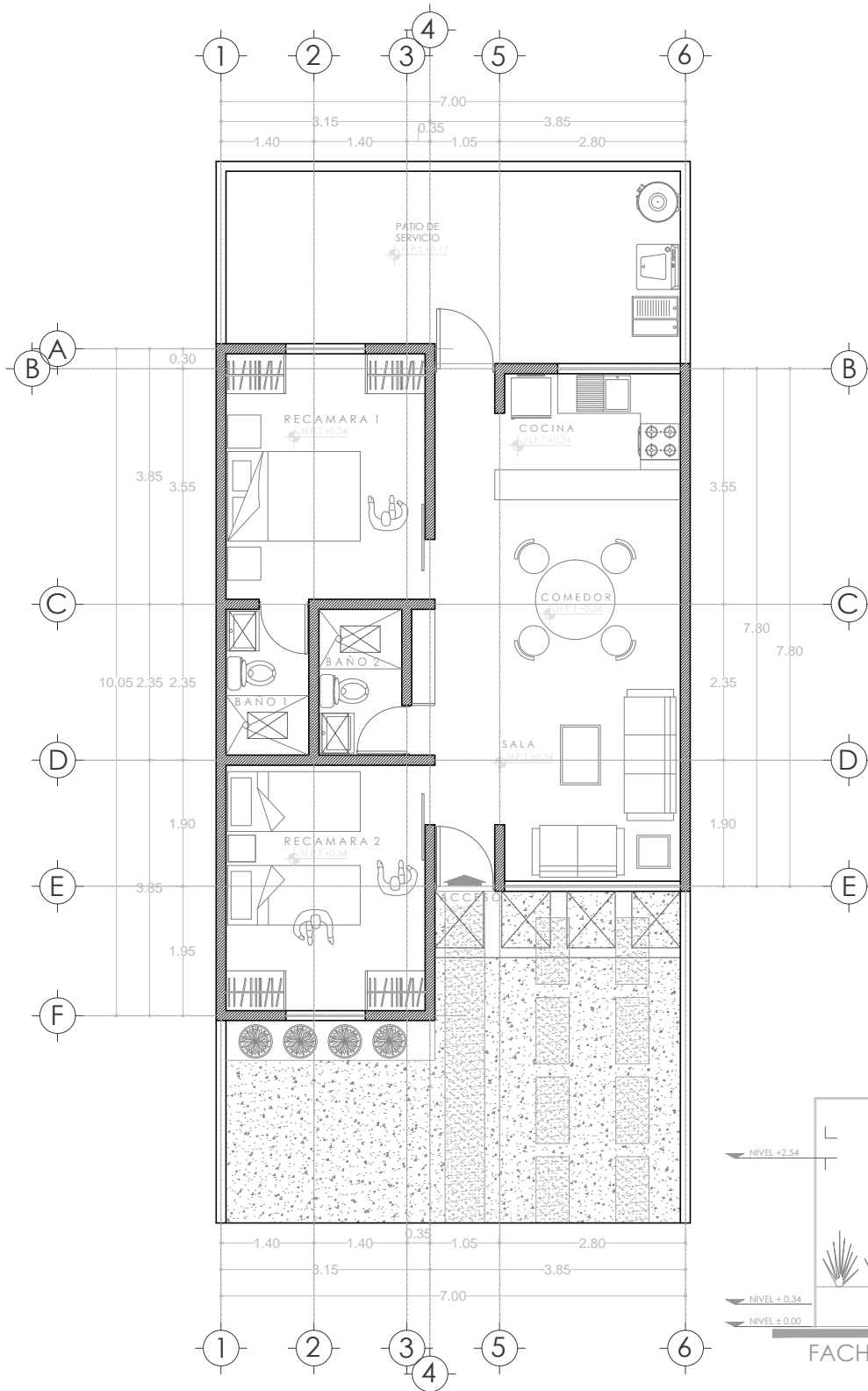
A	L	H	F=A*L*H (m ³)
6.00	10.80	2.70	174.96
6.78	9.57	2.70	175.19
6.31	10.27	2.70	174.97
6.00	14.00	2.70	226.80
6.36	12.00	2.70	206.06
6.53	11.00	2.70	193.94
6.64	10.37	2.70	185.91
6.73	9.87	2.70	179.35
6.50	10.00	2.70	175.50
6.70	9.67	2.70	174.93
6.12	11.57	2.70	191.18
6.28	12.47	2.70	211.44
6.15	13.37	2.70	222.01
6.20	13.00	2.70	217.62
6.61	9.81	2.70	175.08
6.41	10.12	2.70	175.15

Disponiendo de los valores finales: L, A y H obtenidos del proceso de minimización de la función objetivo, se procede a establecer las diferentes propuestas de viviendas según el caso, para fines prácticos se han redondeado los valores finales como se presentan en el cuadro 21.

Cuadro 22. Resumen de resultados de optimización de las tres variables.

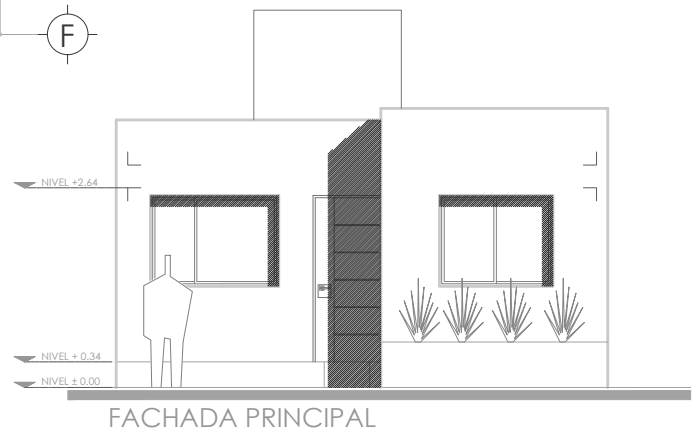
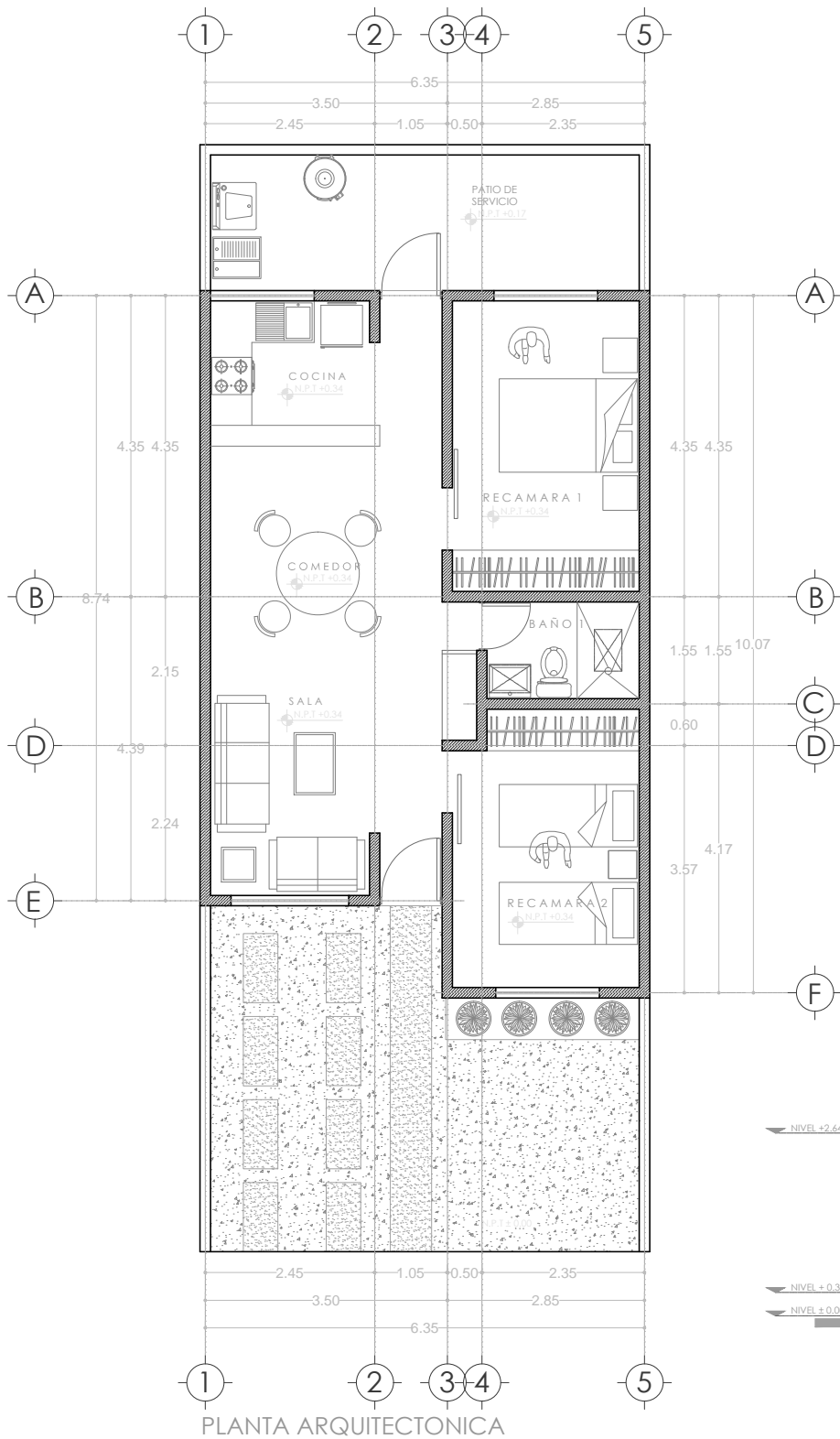
A	L	H	F=A*L*H (m ³)
7.15	9.00	2.20	141.57
6.50	9.50	2.30	1.42.03
6.00	10.50	2.40	151.20
6.50	10.00	2.50	162.50
6.00	10.50	2.60	163.80
6.70	9.50	2.70	171.86

En los planos del numero 3 al 8, se presentan las propuestas de viviendas de acuerdo a los resultados de la función de optimización, cabe destacar que lo importante en estos planos es el interior de la vivienda ya que el terreno aunque es de suma importancia en este tipo de unidades habitacionales es algo que no se estudio en esta tesis sino que solo se ha representado para fines prácticos y para dar más realismo a las viviendas, y con esto se pueda hacer una mejor idea de cómo serian los fraccionamientos al utilizarse estas viviendas.

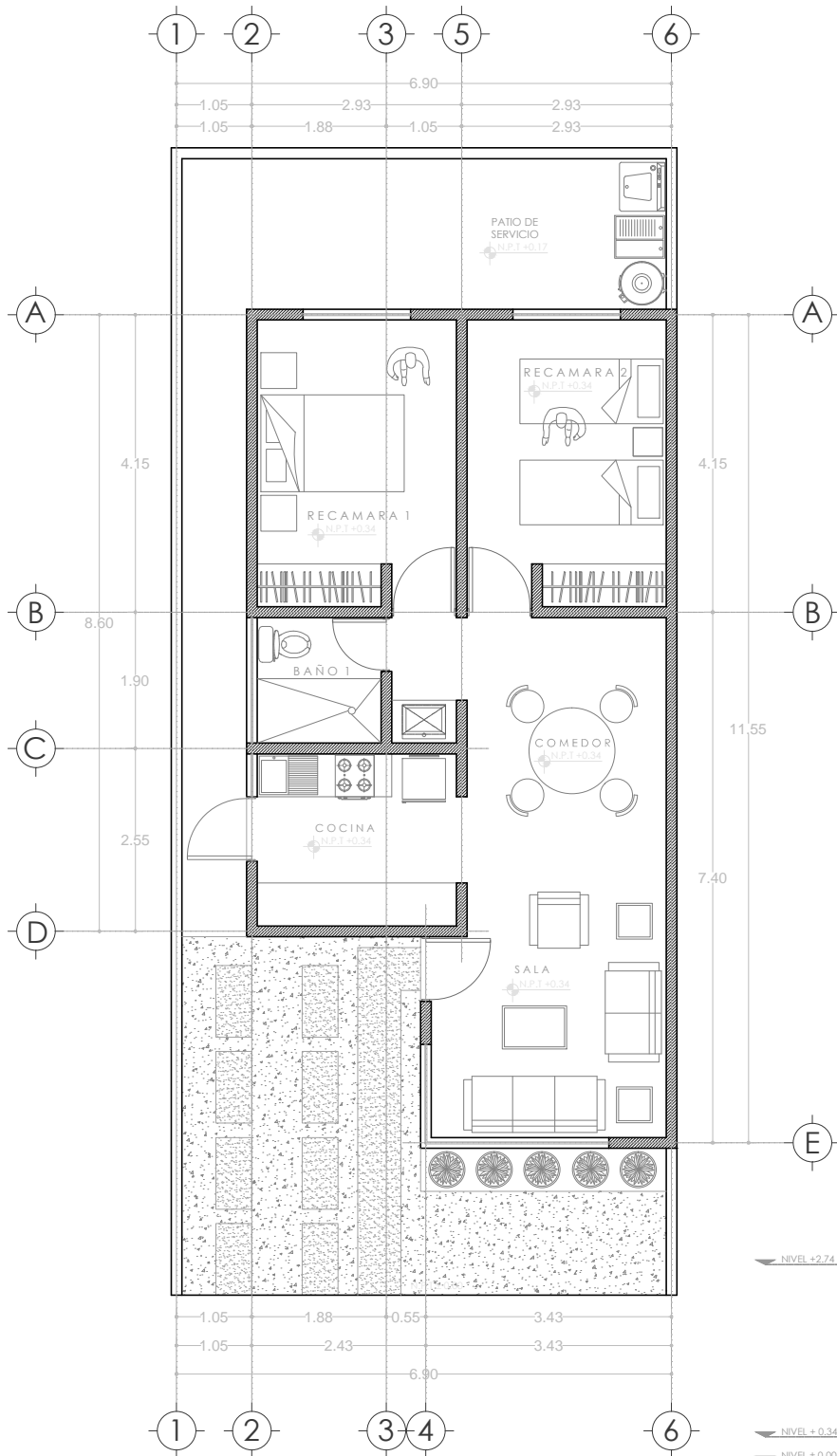


PLANTA ARQUITECTONICA

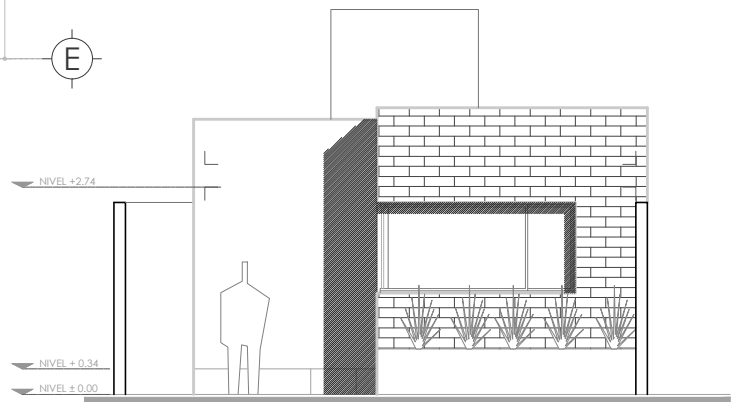
Plano 3. Cuando H = 2.20
 64.35 m²
 Esc 1:100



Plano 4. Cuando H = 2.30
61.75 m²
Esc 1:100

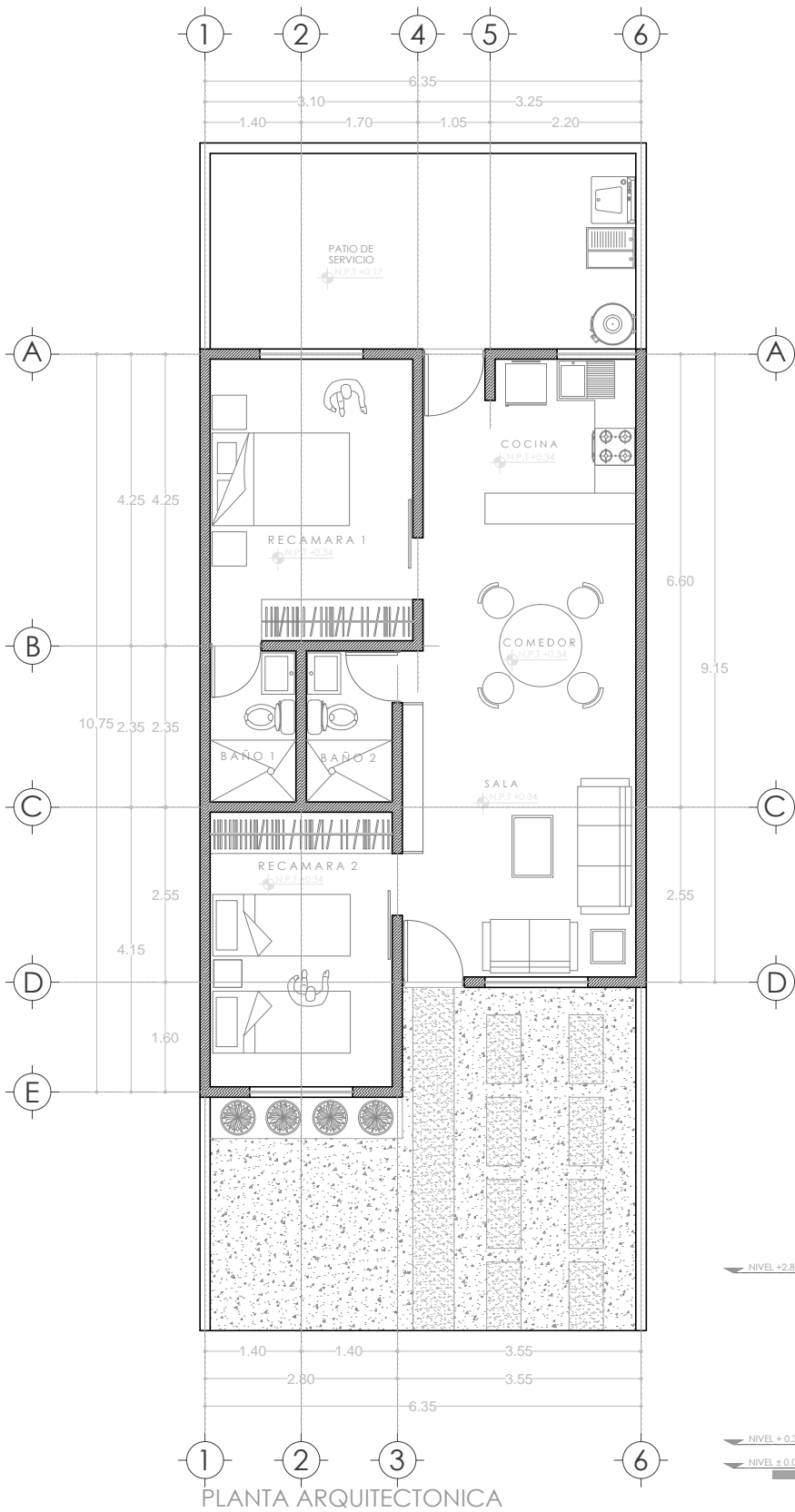


PLANTA ARQUITECTONICA



FACHADA PRINCIPAL

Plano 5. Cuando H = 2.40
 63.00 m
 Esc 1:100₂

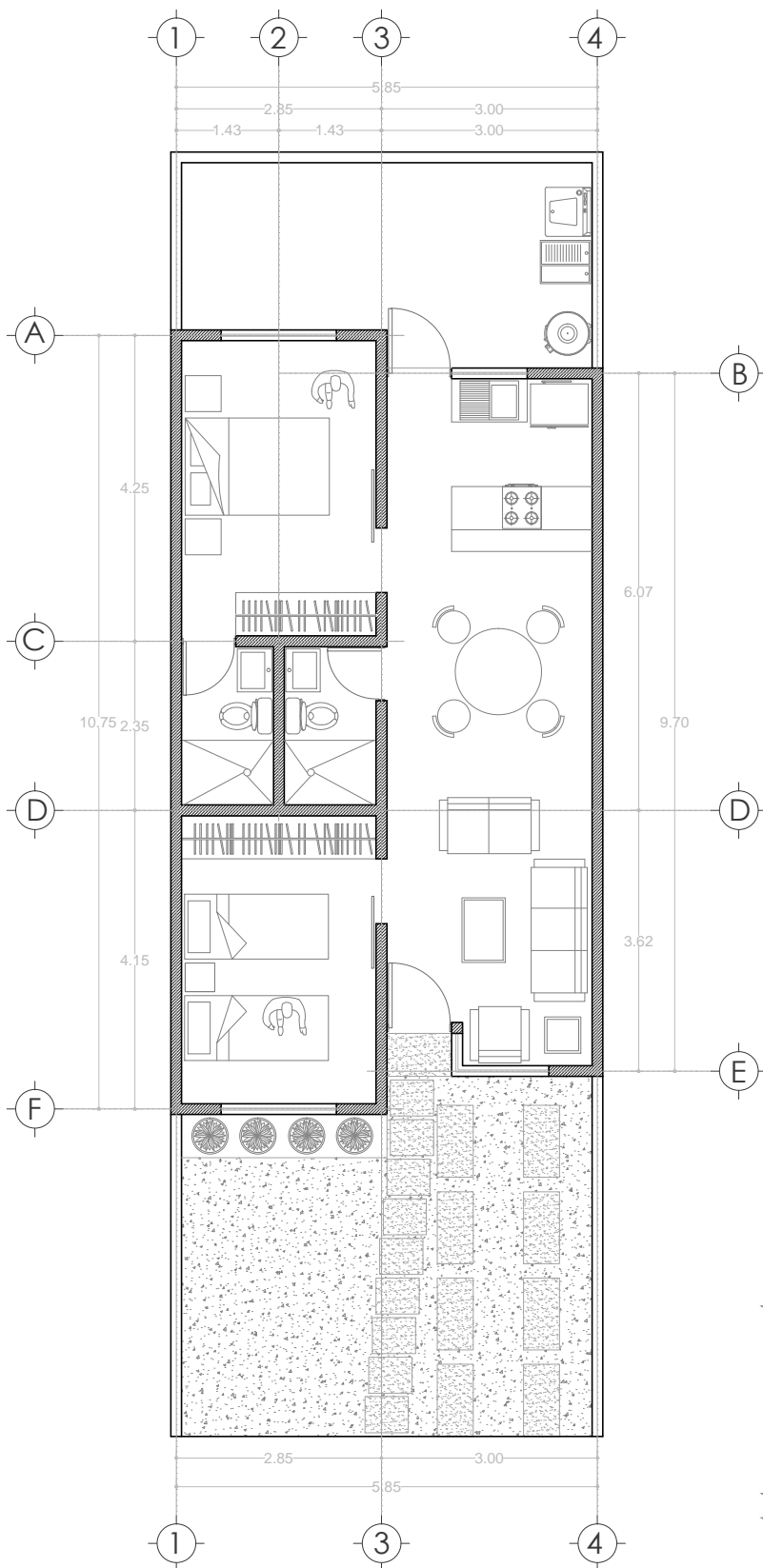


PLANTA ARQUITECTONICA

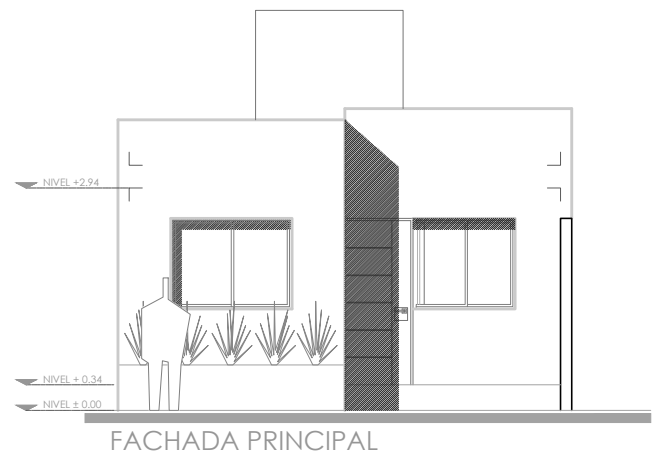


FACHADA PRINCIPAL

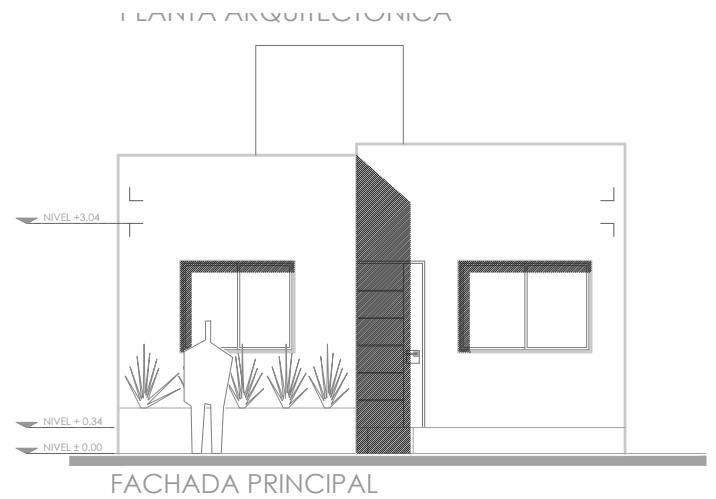
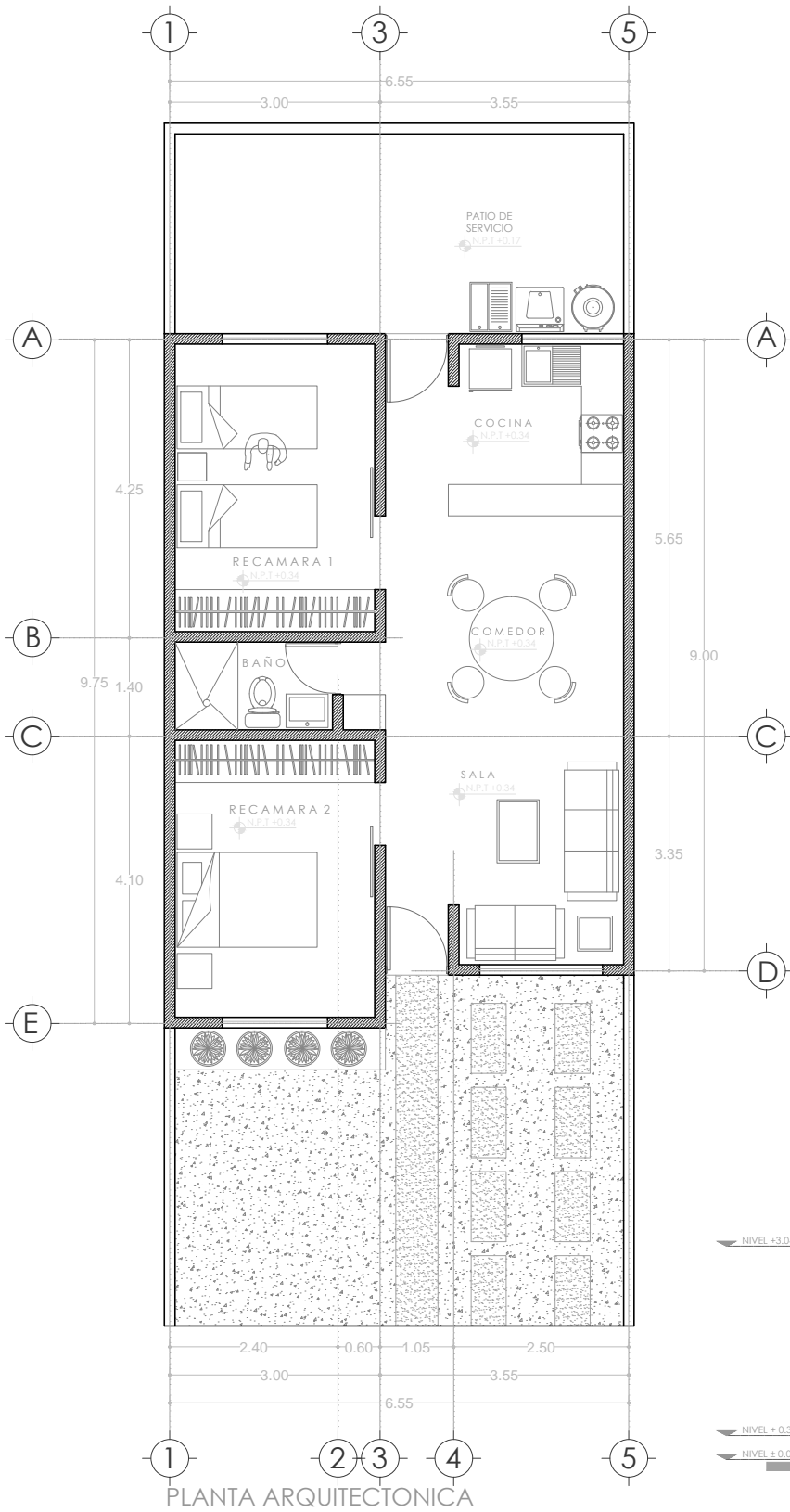
Plano 6. Cuando H = 2.50
 65.00 m²
 Esc 1:100



PLANTA ARQUITECTONICA



Plano 7. Cuando H = 2.60
63.00 m²
Esc 1:100



Plano 8. Cuando H = 2.70
63.65 m²
Esc 1:100

Al observar las diferentes viviendas de acuerdo al ancho, largo y altura, se ha llegado a varios resultados un poco inesperados, como el hecho de que no por mayor altura serán mejores viviendas, ayuda mucho el tener una vivienda amplia en cuanto a la altura, ya que circula mejor el aire, pero también pierde un poco de identidad el individuo al no sentirse resguardado dentro de la misma, aunque estos resultados son más que nada de acuerdo a cada individuo es necesario aclarar que esta tesis está basada en estadísticas.

Por lo cual de todas las viviendas propuestas la que cumple mejor con todos los requisitos tanto psicológicos, antropométricos y de eficiencia energética es cuando $H=2.50$ metros, esto volviendo a aclarar de acuerdo a los usuarios estudiados y el entorno climático que acompaña a la vivienda, ya que estas viviendas están proyectadas en un clima como el de la ciudad de Querétaro. Ya que es en especial la que cumple con una altura que no desarrolla mayor problema para el constructor en cuanto a presupuesto, así como también por ser espacios mínimos esta en armonía con el resto de la vivienda.

Esto claro es para una persona que mide 1.73 metros de altura y que con el brazo extendido alcanza una altura de 2.10 metros lo que permite un área libre para el aire de 40 centímetros con lo cual es suficiente para una renovación constante de oxígeno aun con las ventanas y puertas cerradas.

En cuanto lo que respecta a la vivienda y su habitabilidad, no se puede comprobar con un plano, es necesario reproducir las viviendas y con esto mismo ir haciendo una encuesta de la manera en que los usuarios se sienten dentro de este ambiente, pero de acuerdo a como se puede proyectar los estudios psicológicos, estas viviendas cumplen con los requisitos, estableciendo también la eficiencia energética de los materiales, que ayudan a mantener un estado de confort térmico dentro de la misma sin necesidad de algún aparato externo.

El derecho de todo individuo de contar con un alberge digno puede empezar por estos proyectos donde lo primordial es el beneficio del usuario, sin importar el clima exterior, para que consiga un estado de autorrealización y con esto poder ayudar a disminuir la violencia intrafamiliar así como social.

VI. CONCLUSIONES

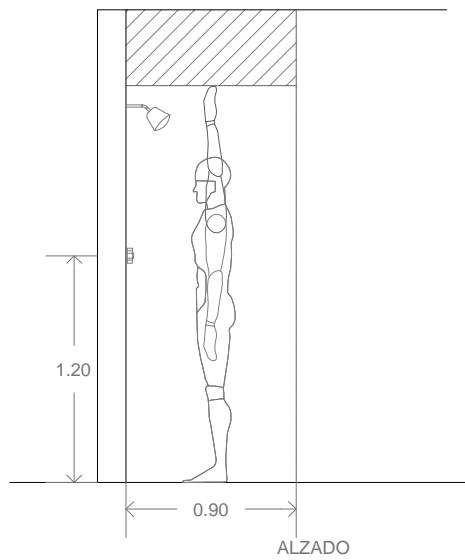
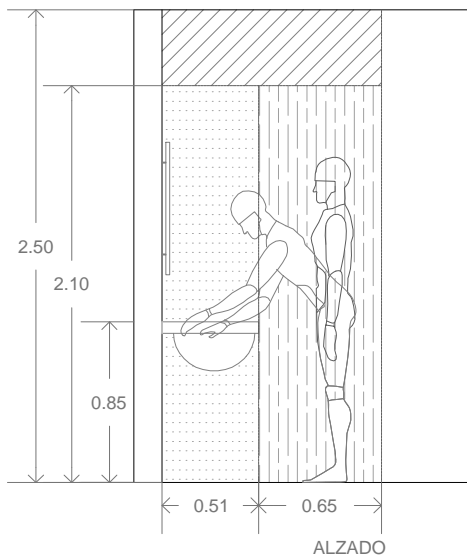
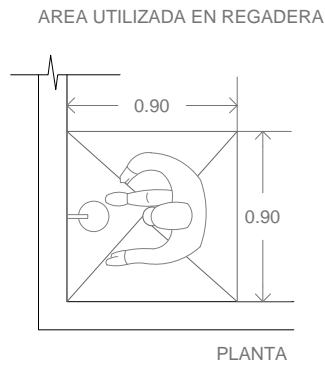
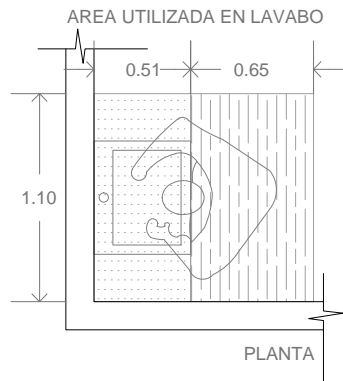
Esta investigación ha considerado el bienestar de las personas de escasos recursos y en hacer cumplir un derecho constitucional de una vivienda digna, como se ha demostrado aquí, las medidas que actualmente se aplican en el mercado no cuentan con los parámetros mínimos para que estas sean consideradas dignas. Las dimensiones de las viviendas que aquí se proponen son aquellas con las cuales una familia puede vivir dignamente. Sin duda este estudio es ilustrativo, circunstancias que privan en la vivienda de escasos recursos en nuestro país, el resultado es una pequeña muestra de las alternativas que pudiesen ser consideradas para mejorar su confort interior. En adición el espacio no construido del terreno puede permitir en un futuro un gran apoyo para las familias que según sus recursos puedan ampliar y mejorar sus espacios habitables

Se ha llegado a la conclusión que la forma en que se están proyectando actualmente las ciudades en México no ayudan al desarrollo de las familias más necesitadas, ya que los fraccionamientos se están construyendo en lugares muy retirados de las ciudades donde no se cuentan con los servicios básicos como luz, agua o transporte público, haciendo con esto que se aislen este tipo de fraccionamientos y que solo sean lugares en donde se vayan a dormir, y haciendo con esto lugares solitarios la mayor parte del día logrando con esto focos rojos en cuanto a violencia doméstica y exterior.

Es necesario para una vivienda digna en México que se replanteen el crecimiento urbano integrando los fraccionamientos a la vida cotidiana de las ciudades y no aislándolos, por eso aunque los espacios aquí presentados son muy necesarios también sería algo muy práctico empezar a desarrollar verdaderos condominios, pero respetando realmente las necesidades de los usuarios ya que en este tipo de construcciones no se pueden ampliar hacia ningún lado, pero podría pensarse en la integración del ciudadano en las ciudades y no solo en sus alrededores.

VII. ANEXOS

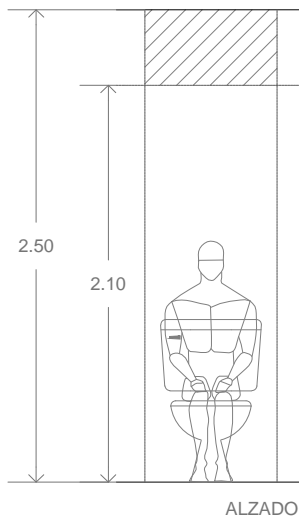
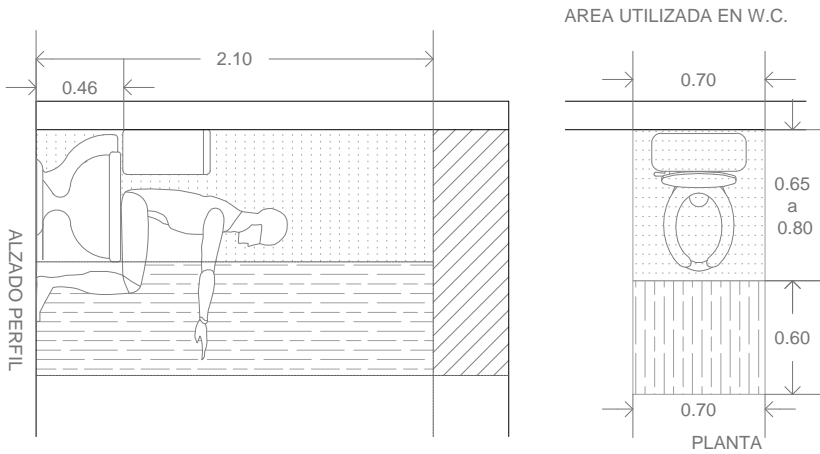
Los siguientes planos que se presentan son los estudios de los espacios arquitectónicos de la vivienda que ayudaron al desarrollo de la vivienda proyectada para observar el área mínima de acuerdo al mobiliario y el uso que le da el usuario a cada uno-





LEGENDA

-  CIRCULACIONES
-  AREA OCUPADA POR EL USUARIO
-  VOLUMEN DE AIRE

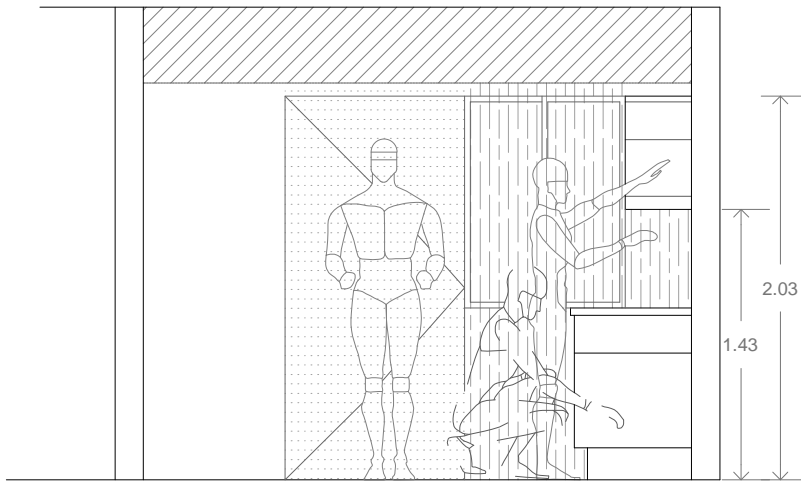
Anexo 1. Estudio de ergonomía,
proxemica y volumen de aire,
Esc 1:25



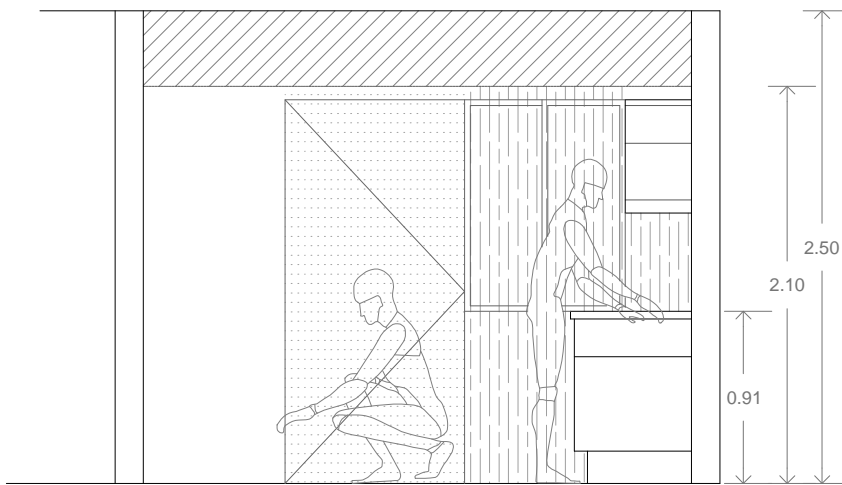
ΛΟΓΟΤΥΠΟ

-  CIRCULACIONES
-  AREA OCUPADA POR EL USUARIO
-  ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΕΡΟΣ

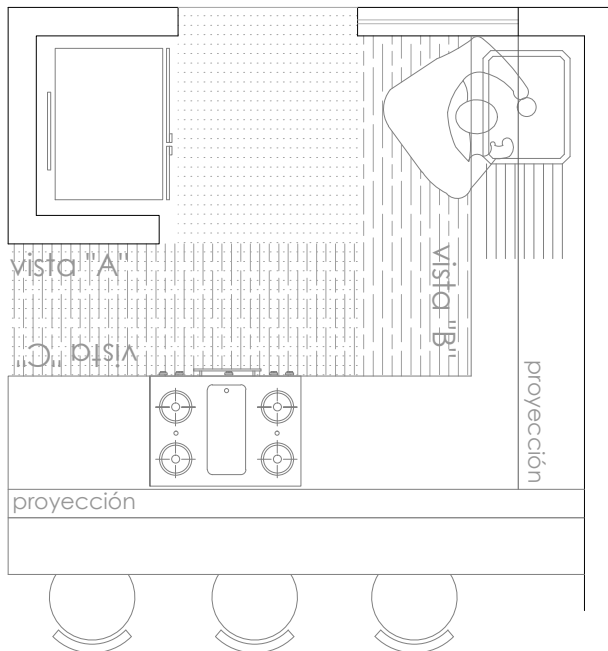
Anexo 1. Estudio de ergonomía, proxémica y volumen de aire, $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$
Esc 1:25



Alzado vista "A"



Alzado vista "A"

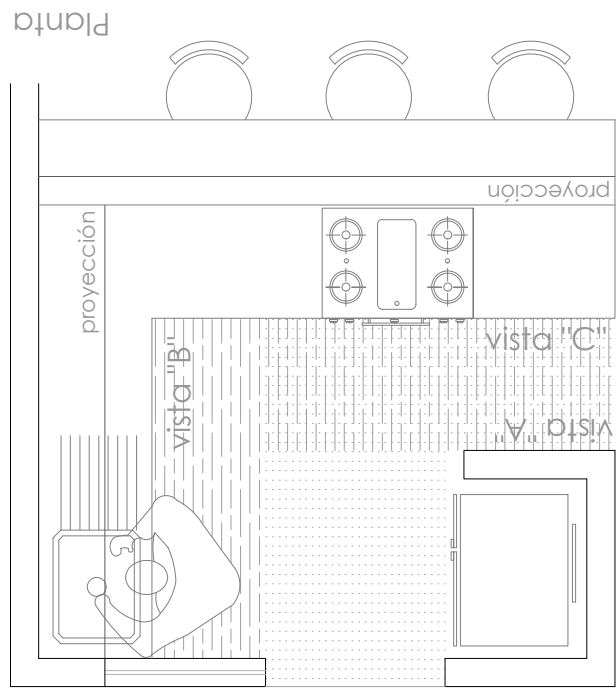
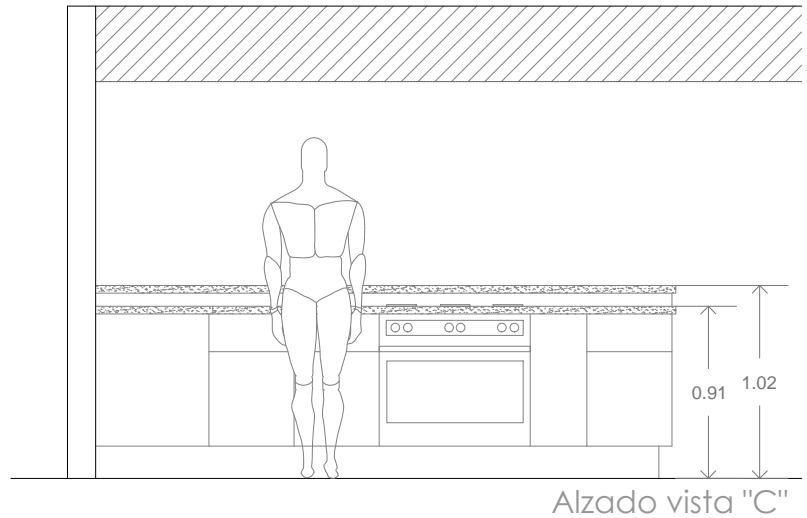
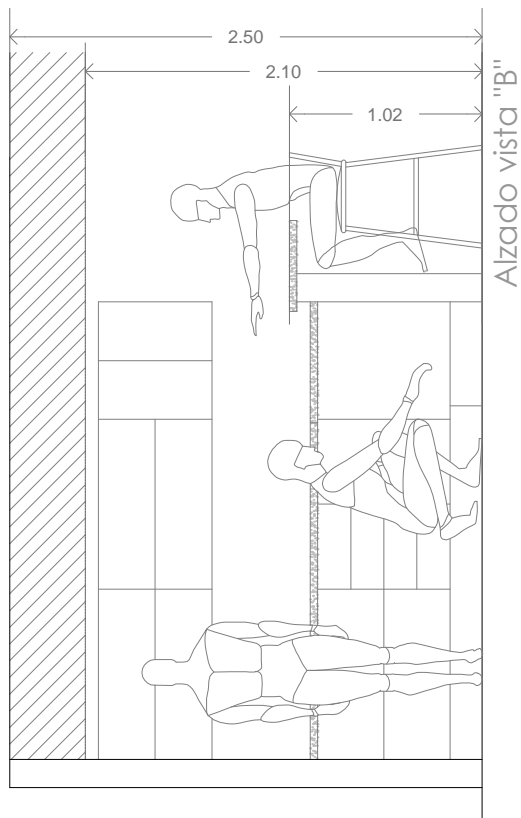


Planta

LEGENDA

-  CIRCULACIONES
-  AREA OCUPADA POR EL USUARIO
-  VOLUMEN DE AIRE

Anexo 2. Estudio de ergonomía, proxémica y volumen de aire, en el área de la cocina.
Esc 1:25



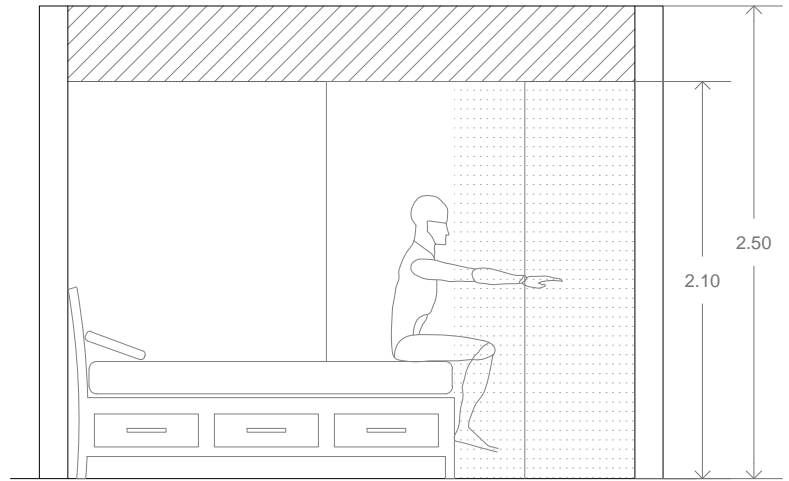
LEGENDA

 CIRCULACIONES

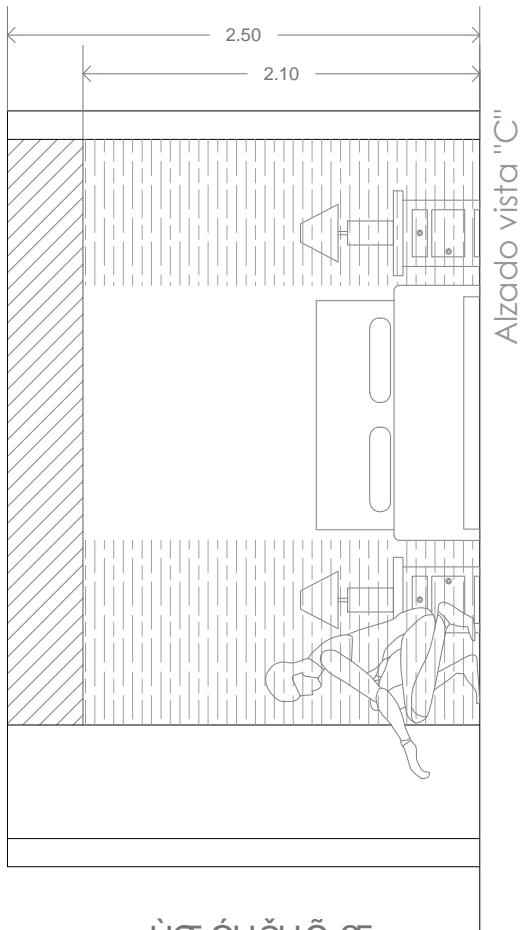
 AREA OCUPADA POR EL USUARIO

 VOLUMEN DE AIRE

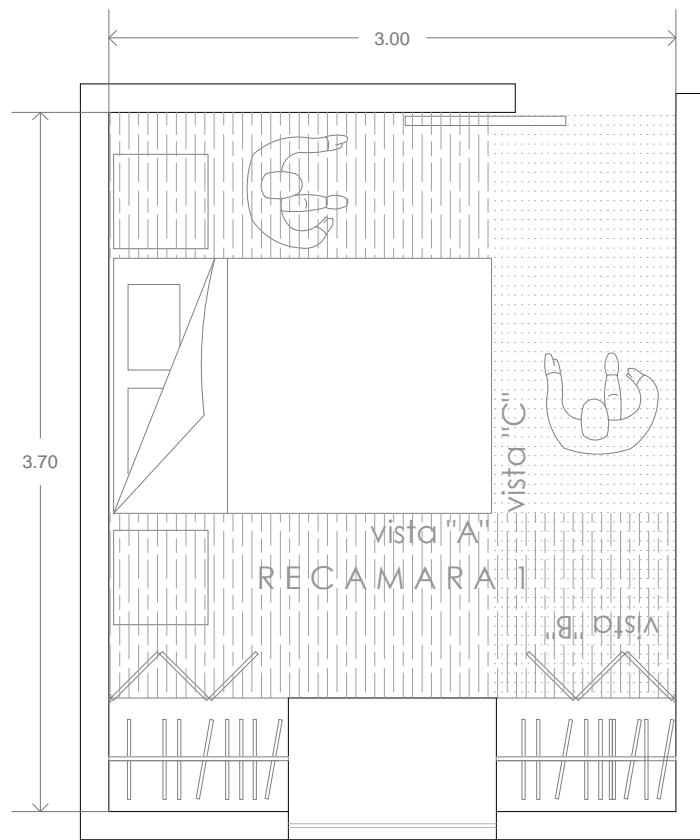
Anexo 2. Estudio de ergonomía, proxémica y volumen de aire, en el área de la cocina.
Esc 1:25



Alzado vista "A"



Alzado vista "C"



Planta

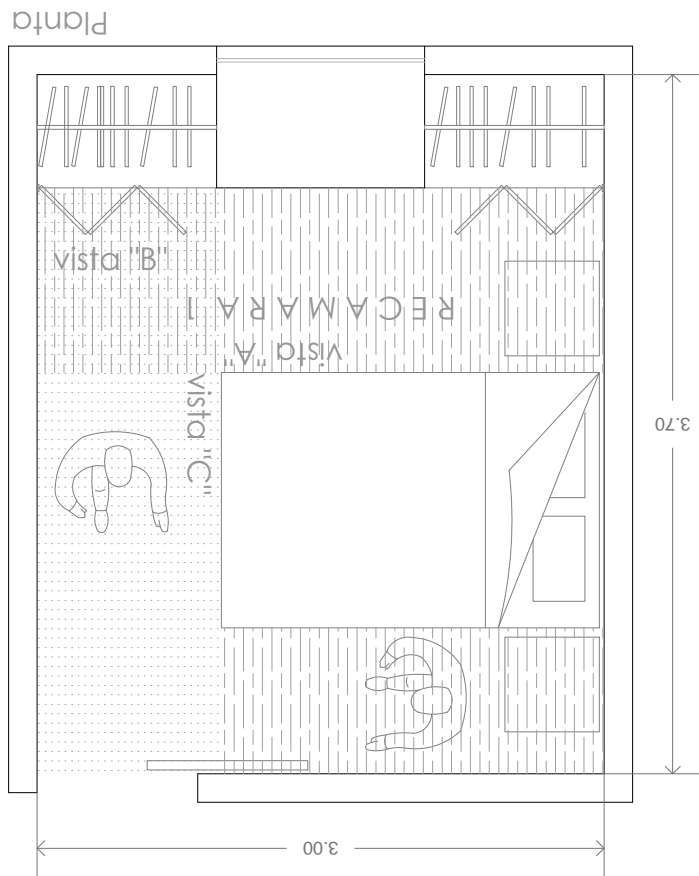
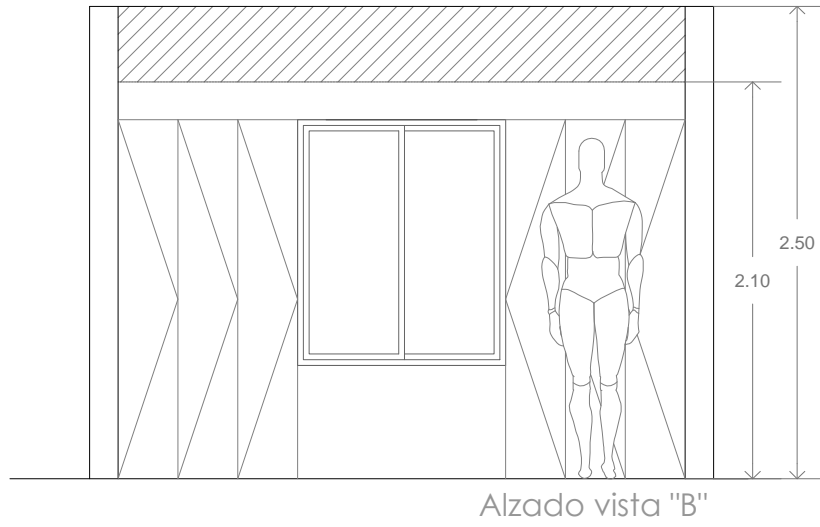
ὕψος ὀφθαλμοῦ

 CIRCULACIONES

 AREA OCUPADA POR EL USUARIO

 ὀφθαλμοῦ ὀφθαλμοῦ DE AIRE

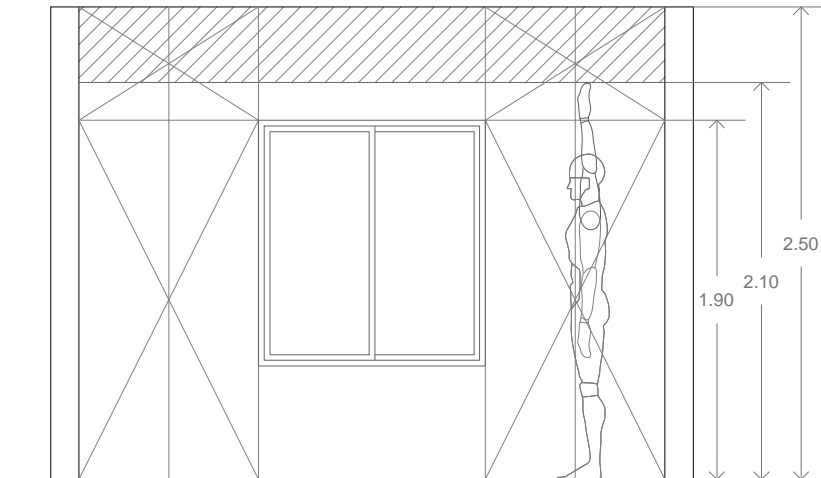
Anexo 3. Estudio de ergonomía, proxémica y volumen de aire, en el área de la recámara 1.
Esc 1:25



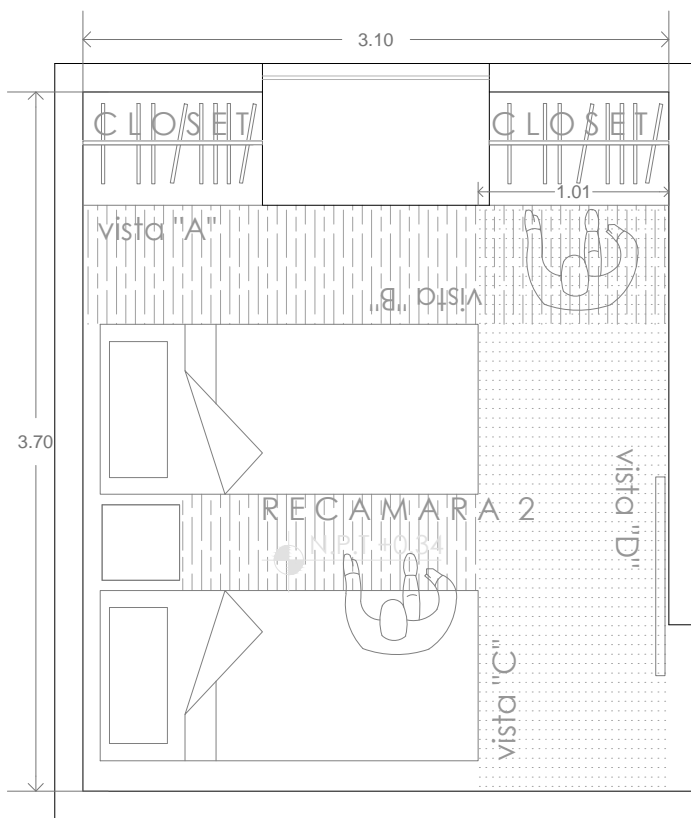
LEGENDA



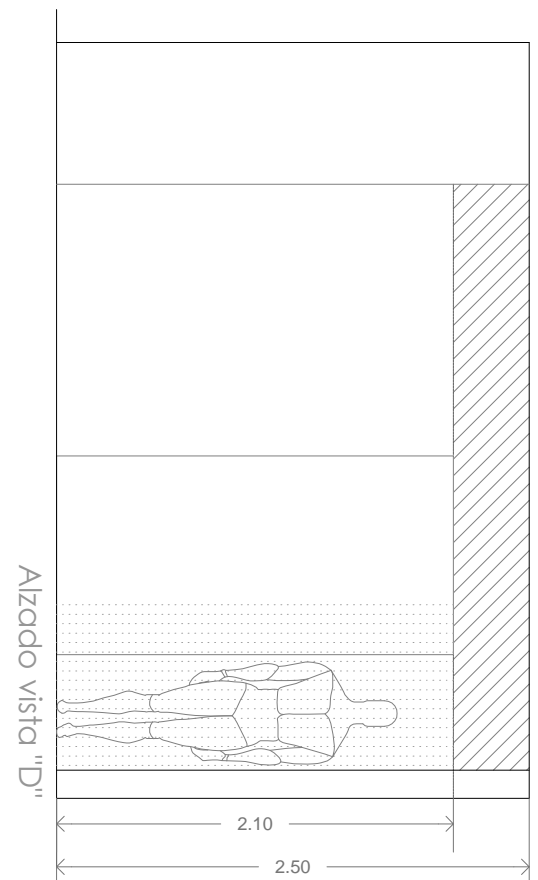
Anexo 3. Estudio de ergonomía, proxémica y volumen de aire, en el área de la recámara 1.
Esc 1:25



Alzado vista "A"



Planta

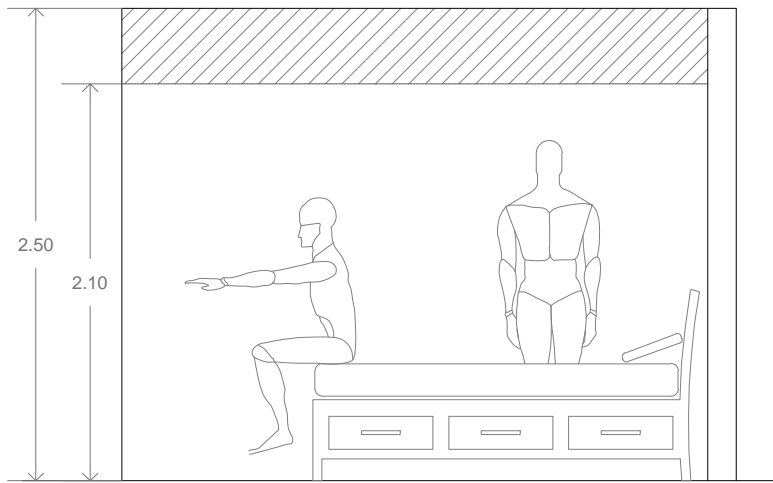


Alzado vista "D"

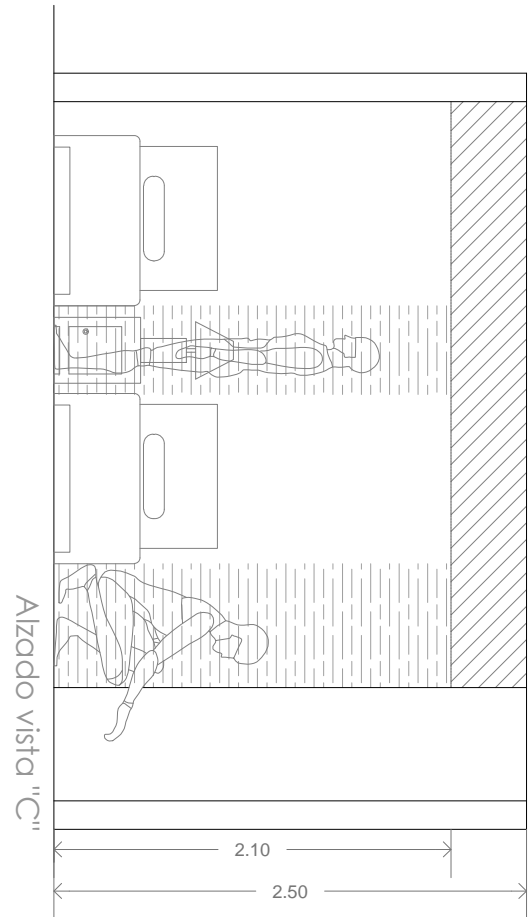
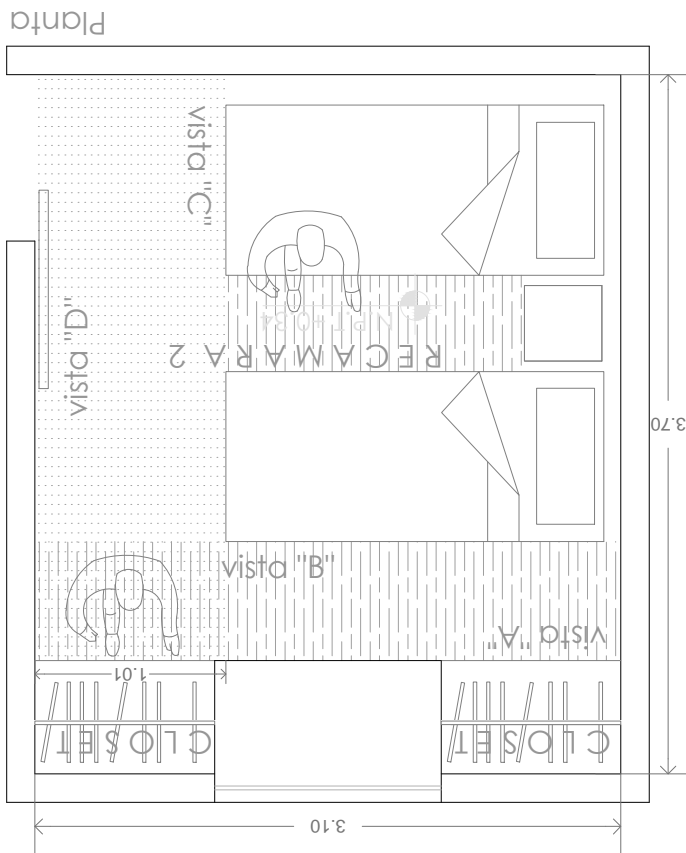
LEGENDA

-  CIRCULACIONES
-  AREA OCUPADA POR EL USUARIO
-  ZONA DE AIRE

Anexo 4. Estudio de ergonomía, proxemica y volumen de aire, en el área de la recámara 2.
Esc 1:25



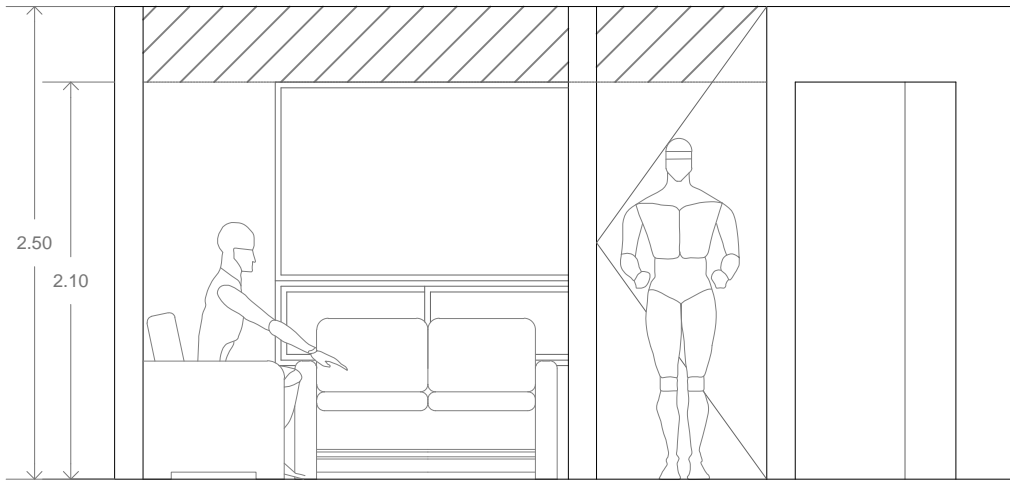
Alzado vista "B"



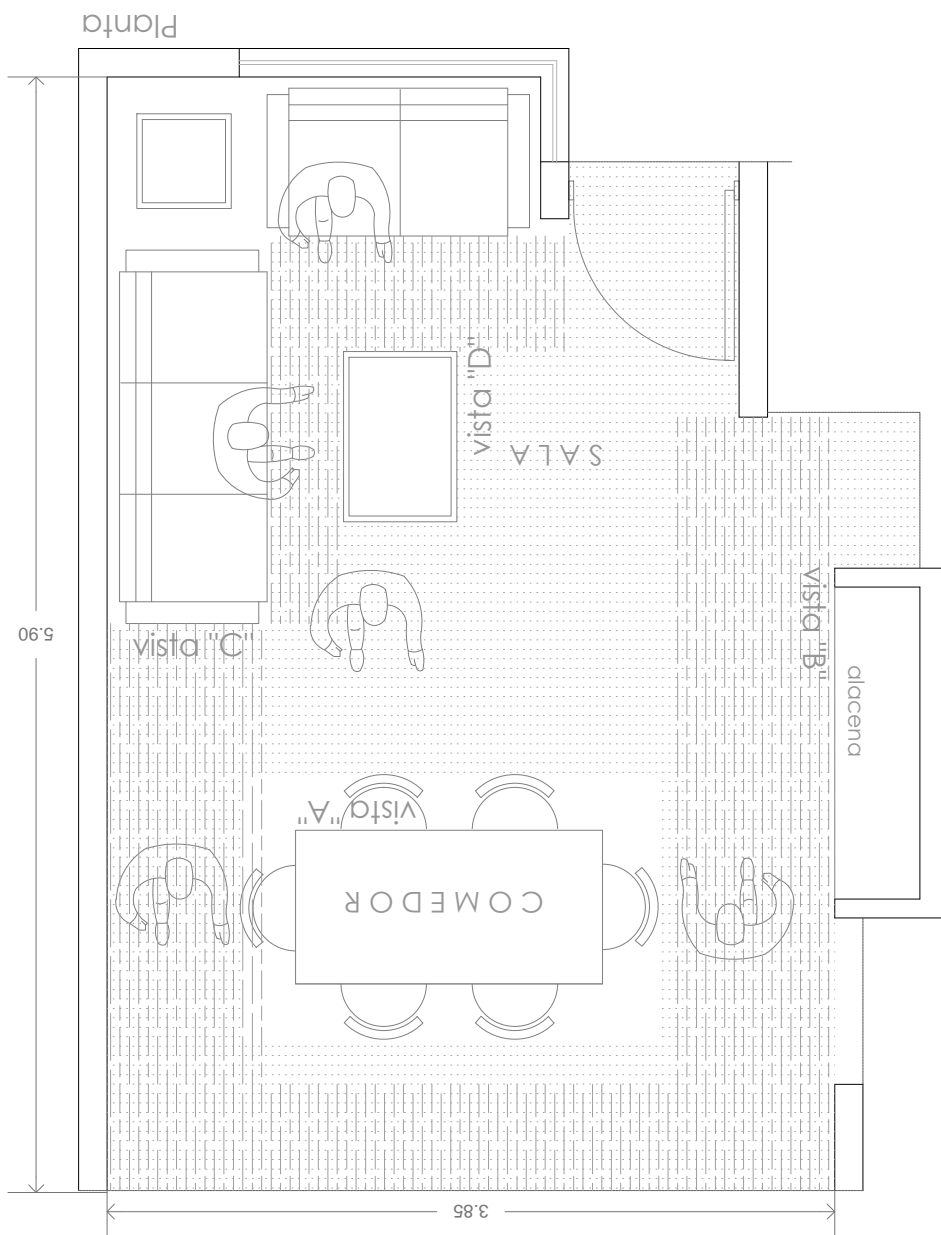
ΛΩ ΟΥ ΣΥ Ο Ε

-  CIRCULACIONES
-  AREA OCUPADA POR EL USUARIO
-  ΟΜΟΙΟΣΤΡΟΦΟ ΔΕ ΑΙΡΕ

Anexo 4. Estudio de ergonomía, proxemica y volumen de aire, en el area de la recamara 2. Esc 1:25



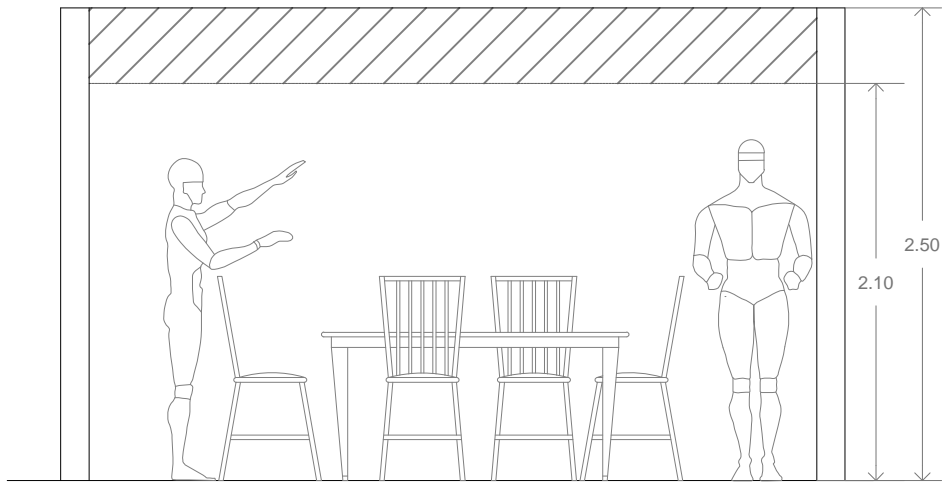
Alzado vista "C"



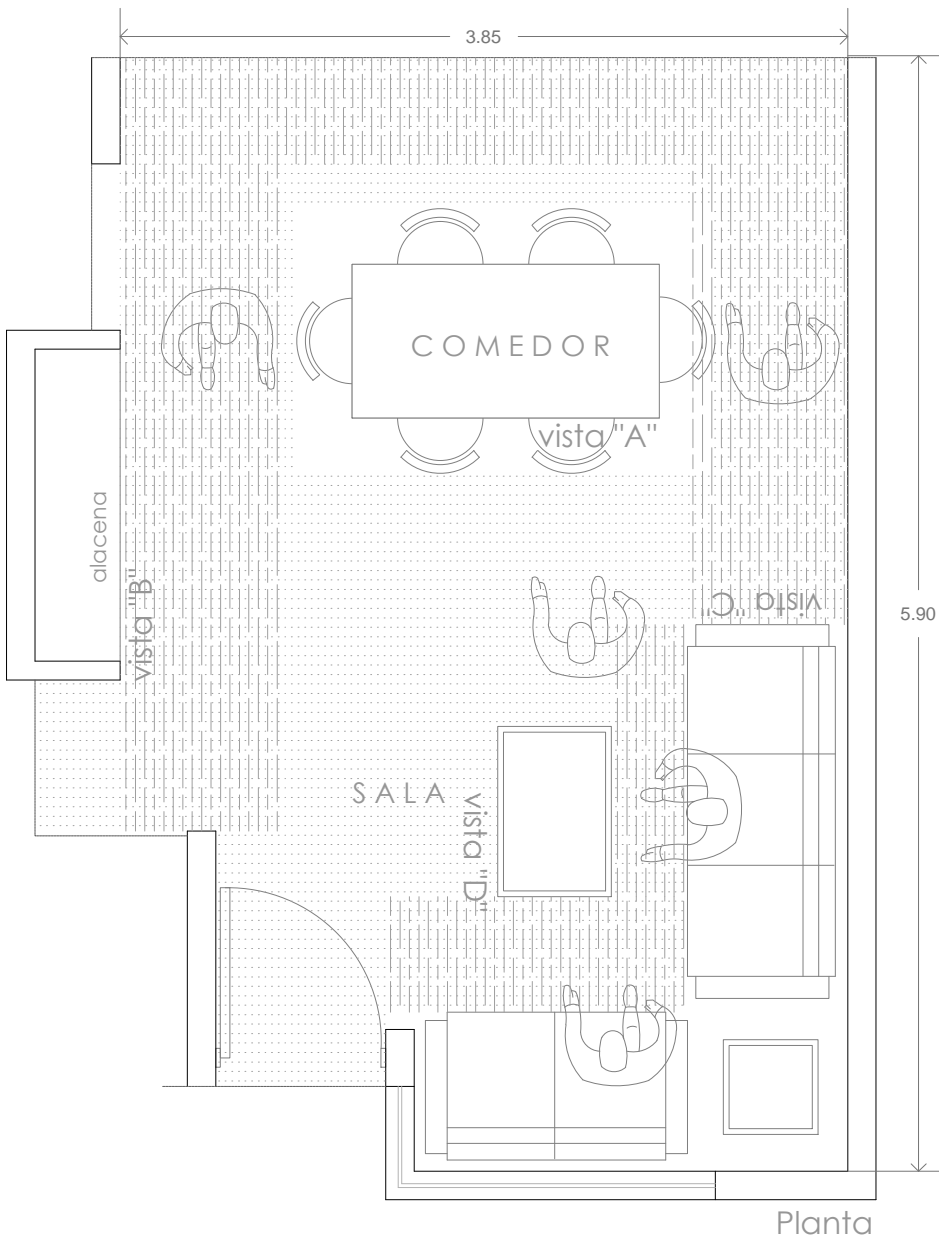
LEGENDA

-  CIRCULACIONES
-  AREA OCUPADA POR EL USUARIO
-  VOLUMEN DE AIRE

Anexo 5. Estudio de ergonomía, proxemica y volumen de aire, en el area de sala y comedor. Esc 1:25



Alzado vista "A"

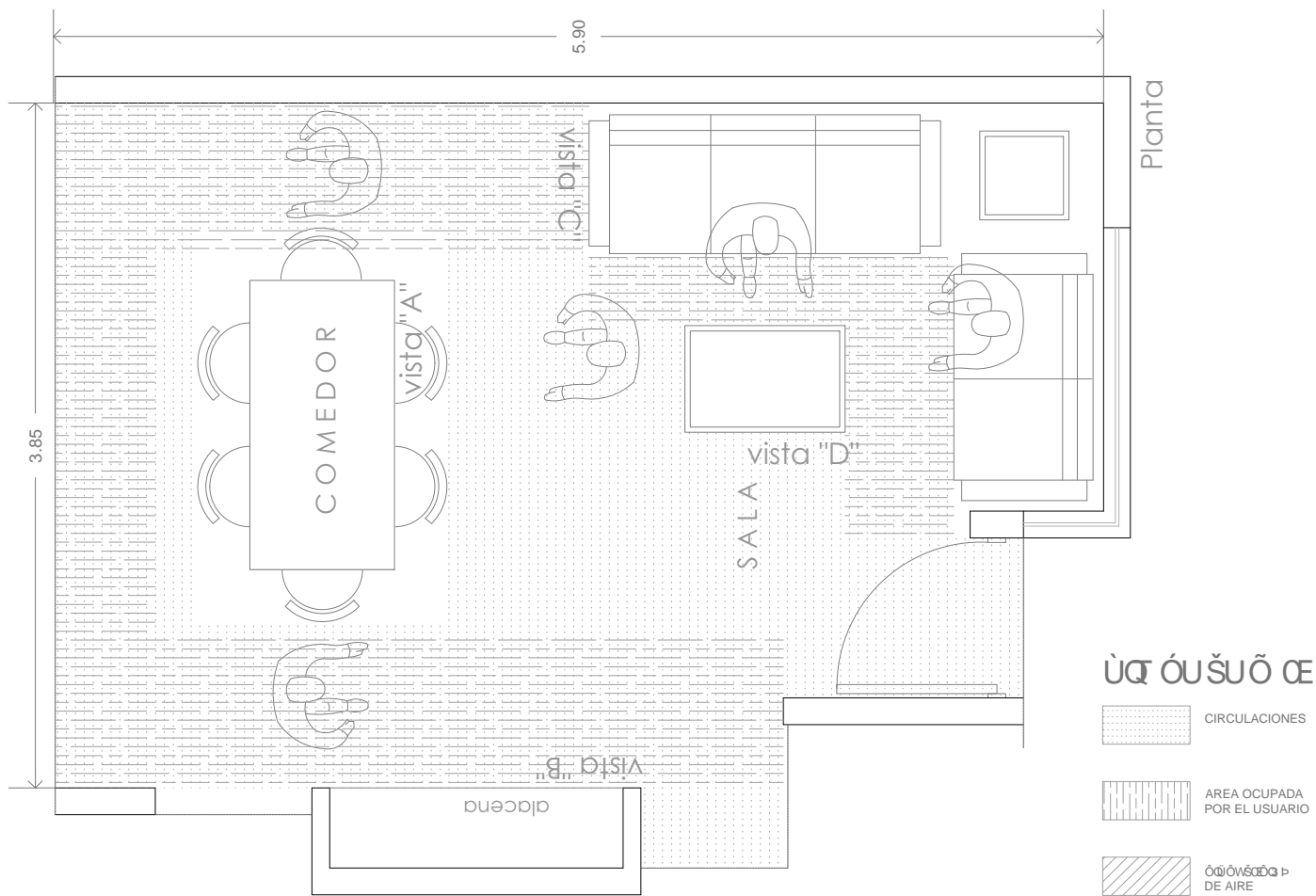
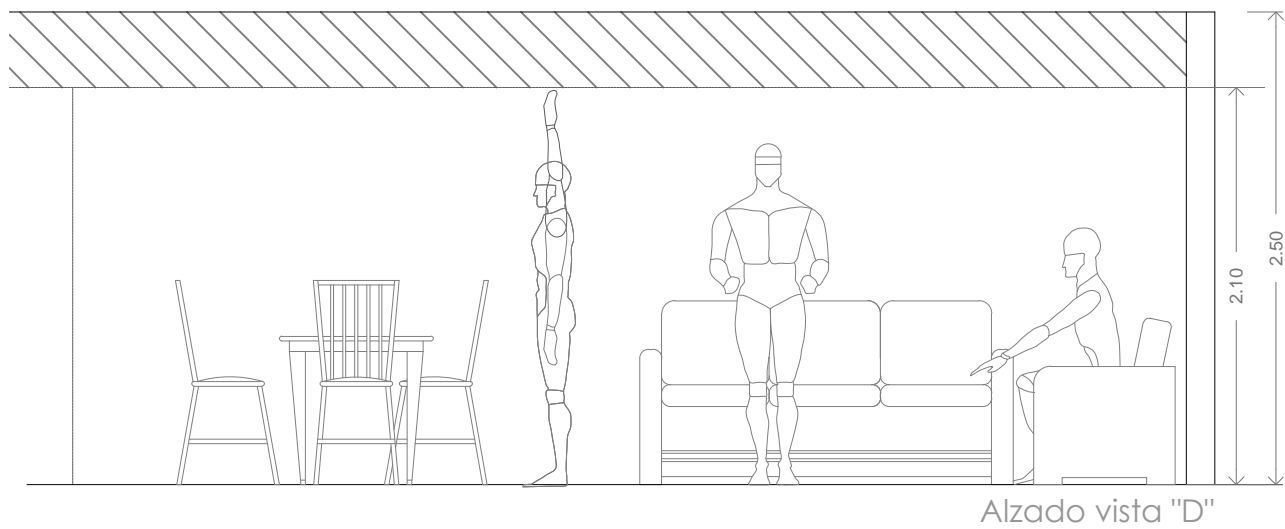


Planta

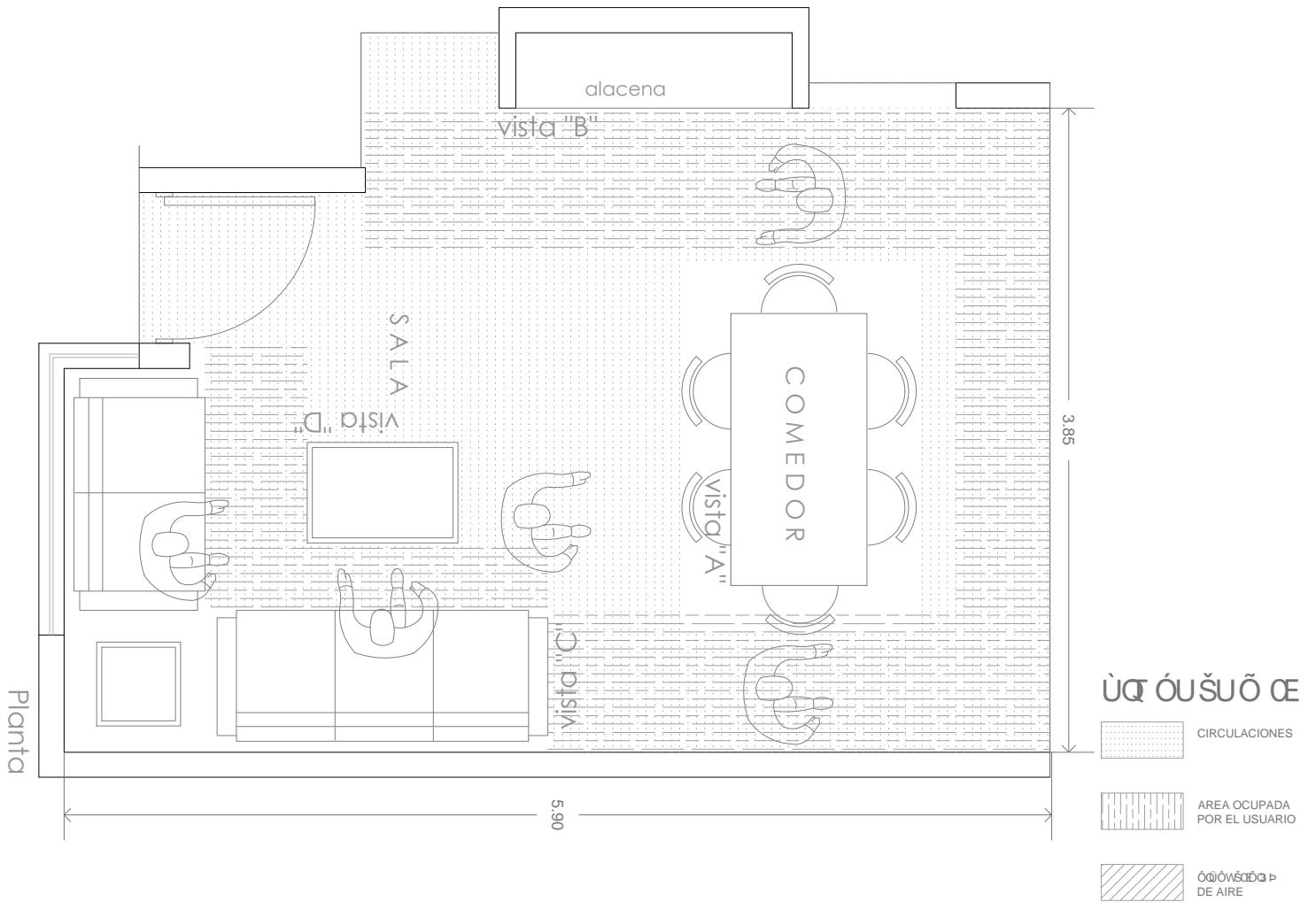
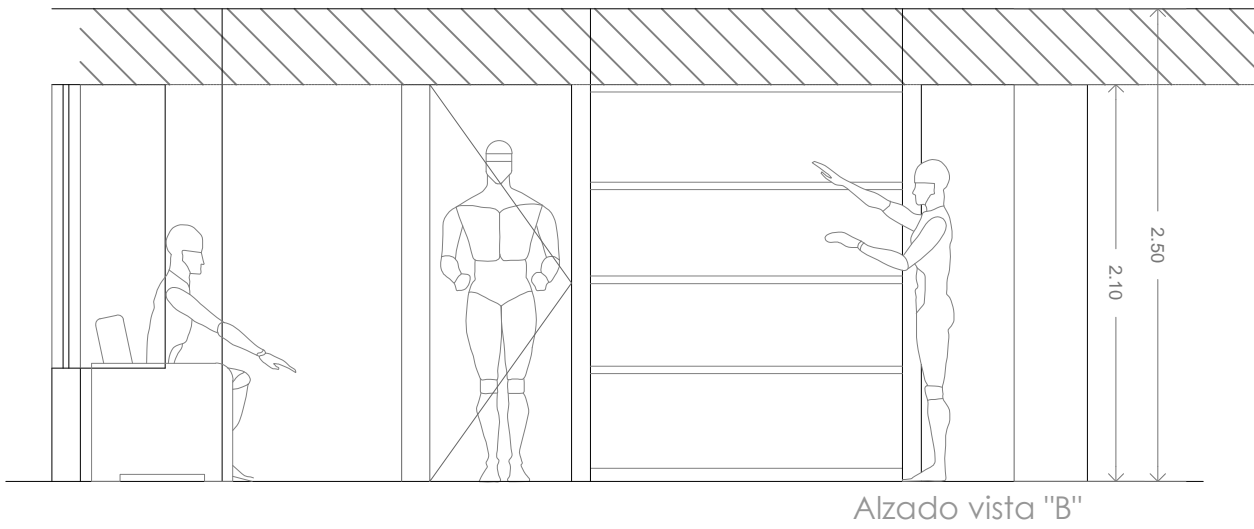
ΣΥΜΒΟΛΟΛΟΓΙΑ

-  CIRCULACIONES
-  AREA OCUPADA POR EL USUARIO
-  ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΙΑ Π. DE AIRE

Anexo 5. Estudio de ergonomía, proxemica y volumen de aire, en el area de sala y comedor. Esc 1:25



Anexo 5. Estudio de ergonomía, proxemica y volumen de aire, en el area de sala y comedor. Esc 1:25



Anexo 5. Estudio de ergonomía, proxémica y volumen de aire, en el área de sala y comedor. Esc 1:25

VII. BIBLIOGRAFIA

Arvin, Scott. 2004. Physically based mechanical metaphors in architectural space planning; Submitted to the office of graduate studies of Texas. A&M University.

Ávalos, L. 2003. Influencia de la habitabilidad interna de la vivienda en la calidad de vida familiar, Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología. UNAM. México.

Brager, G. 1998. Thermal adaptation in the built environment: a literatura review, *Energy and buildings* 27.

Chase B.(2006): Mental Workload Under Thermal Stress, In Karwowski , *International Encyclopedia Of Ergonomics And Human Factors*. Vol 1. 1817-1820.

Comisión Nacional de los Derechos Humanos; www.cndh.org.mx; 2012

Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos, última reforma publicada en el diario oficial de la federación. 26 de febrero 2013

Evans, J.M. 1986, Manufacturing mistakes, Proceedings of the 3rd international conference on human factors in manufacturing, ifs publications, uk.

Fique, Luis. 2007. La habitabilidad de la V.I.S. a partir de los años noventa.

Fonseca, Xavier. 2012. Las medidas de una casa antropometría de la vivienda. Ed. PaxMexico. Iztapalapa, DF.

Gropius, Georg Walter Adolph. 1930. Las bases sociológicas de las viviendas mínimas. Ponencias de los congresos del CIAM 1929 – 1930, 2da edicion en español, Barcelona, editorial Gustavo Gilli..

Hall, T. Edward. 1969. *The Hidden Dimension*; Doubleday Anchor Book. N.Y.

Haramoto, Nishikimoto Edwin. 2002. Notas sobre el diseño de la vivienda y de su entorno barrial y urbano. Boletín del Instituto de la Vivienda. año 16; no. 44.

Hegel. 2001. V Seminario Nacional de Teoría de la Arquitectura, "Pensamiento y Obra de José Villagrán García.

Higuera, Zimbrón Alejandro y Miguel Ángel Rubio Toledo. 2011. La vivienda de interés social: sostenibilidad, reglamentos internacionales y su relación en México. Quivera. vol. 13; núm. 2.

Illich, Ivan. 1985. La reivindicación de la casa, Alternativas II, ed. Joaquín Mortiz/Planeta, 1989, México.

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT); www.infonavit.org.mx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); www.inegi.org.mx

Klein, Alexander. 1980. La Vivienda Mínima. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.

Lacouture, Gerardo. 1996. El legado de Kurt Lewin. Revista Latinoamericana de Psicología. Sin mes.

Lotito, Catino Franco. 2009. Arquitectura, psicología, espacio e individuo. AUS (Valdivia). No. 6.

Maslow, H. Abraham. 1991. Motivación y personalidad. Ed. Diaz de Santos, S.A. Madrid, España.

Maycotte, Pansza E. 2005. Nuevas tipologías de vivienda de interés social financiadas por programas gubernamentales. Memorias XXVIII encuentro de la red nacional de investigadores urbanos.

Merrell, Paul; Eric Schkufza y Vladlen Koltun. 2010. Computer-Generated Residential BuildingLayouts. ACM Digital library.

Monsalvo, Julio y Vital, A. 1998. Habitabilidad de la vivienda y calidad de vida, Tesis de Licenciatura. Fac. de Psicología, UNAM. México.

Montoya, Reyes Eduardo y Alvar Garola. 2010. Hacia una Vivienda de Interés Social Sostenible en la ciudad de Tijuana, México. Universidad Politécnica de Catalunya.

Neufert, Ernest. 1936. Arte de proyectar en arquitectura, 14^o Edición, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S. A..

Nguyen, Anh Tuan and Reiter, Sigrid. 2012. Optimum design of low-cost housing in developing countries using nonsmooth simulation-based optimization, 28th conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Peru.

Observación general No. 4, ONU. 1991.

Ramírez, Ponce Alfonso. 2001. La habitabilidad; ponencia en V Seminario Nacional de la Teoría de la Arquitectura.

Vallejo, César. 1975. Obra poética completa. Casa de las Américas. 3^a. edición.

Yaglou. 1949. Indices of comfort. En: L.H. Newburgh (ed.), Physiology of heat regulation and the science of clothing, Saunders, Philadelphia.