

I. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se desarrolla un Procedimiento para determinar el valor de la vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM): a partir del confort térmico. Como resultado de la falta de consideración en la operatividad de la valuación conceptos que vinculan el diseño de la vivienda y su operación con el medio ambiente. El estudio se integra en dos partes: en la primera se describen los conceptos que fundamentan la investigación y en la segunda se utilizan herramientas de diagnóstico que determinan el grado de confort térmico en la vivienda.

La primera parte se divide en tres capítulos: Método tradicional de valuación, confort térmico en la vivienda y evaluación térmica. En el primer capítulo se exponen tres temas que refieren a los tipos de análisis que se realizan comúnmente para determinar el valor de un inmueble: análisis de costo directo, análisis de capitalización de rentas y análisis de mercado. Los temas describen algunos métodos comunes, considerándose de acuerdo a sus particularidades el que se utilizará en el procedimiento que se plantea.

El segundo capítulo (elementos del diseño bioclimático) se compone de tres temas: principales elementos climáticos, confort térmico en el hombre y diagnóstico del confort. Describiéndose los criterios de confort establecidos, los elementos que lo determinan y las herramientas para su diagnóstico. En el estudio se han considerado los elementos climáticos de la región, por la razón de tener una gran incidencia en la aplicación de las variables del procedimiento, teniendo referencia al tema el hacer un énfasis geográfico: Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

El tercer capítulo (Evaluación térmica de la vivienda) se expone tres temas: comportamiento térmico de los materiales, análisis térmico de la vivienda y métodos de evaluación. En donde conociendo las propiedades de los materiales, se pueden plantear criterios para su uso adecuado a una zona geográfica determinada, esto es ligado a que el material sufre un grado de obsolescencia respecto a los elementos climáticos. No es el fin de este estudio nombrar factores de obsolescencia respecto a ello, pero sin embargo se podrá saber de manera general que materiales se pueden emplear y que tecnología y procesos constructivos son adecuados para mantener una vivienda autosuficiente energéticamente.

En la segunda parte del estudio se plantea el desarrollo de lo que fue expuesto en teoría y es aplicado a un caso práctico de vivienda de interés social. Donde se puede concluir que el método si es requerido en su aplicación por la razón de que al momento de comercializar un inmueble no son tomados en cuenta estos aspectos.

I.1. ANTECEDENTES

La valuación Inmobiliaria se ha venido desarrollando a la par de las diferentes disciplinas que giran a su alrededor, esto ha manifestado que cada vez se desarrollen análisis y métodos que den resultados más cercanos a la situación real del mercado del inmueble y con ello generar una seguridad y confianza del producto obtenido.

Siendo una disciplina que se encuentra en un proceso variable por las condicionantes que imperan, hace que el campo de investigación se encuentre continuamente en experimentación. Los métodos que se utilizan para determinar el valor de los inmuebles se encuentran en algunos casos con falta de precisión al definir el valor, debido a considerar datos generales como lo es el valor unitario de construcción y de terreno, siendo que estos valores se ven modificados por el tipo de empleo que se le da al utilizarlos tal como se verá en el desarrollo de la investigación.

Los formatos de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN) no comprenden algún apartado en el cual se desarrolle un estudio del inmueble en donde se analicen las condiciones de confort. Lo que hace que la investigación enriquezca a los métodos de valuación de inmuebles al momento de considerar un elemento de análisis adicional a los existentes, con el fin de obtener un valor más apegado a las características particulares del inmueble; como lo es su orientación, el tipo de material empleado, distancia entre piso y techo, dimensión de las ventanas y su orientación, y la utilización de elementos que propician la calidad térmica del inmueble (partesoles, aleros, entre otros).

La inquietud por considerar los elementos de confort térmico en el desarrollo de las actividades humanas genera importancia día a día, hoy podemos observar como se encuentran desarrollando estudios sobre temas que refieren al

diseño bioclimático y la arquitectura sustentable. Tales esfuerzos son de investigadores, catedráticos, estudiantes, instituciones gubernamentales, que buscan que la vivienda se vea inmersa en el clima; que el bienestar térmico o confort térmico de la persona que usa los espacios se encuentra complacida y se encuentre desarrollando todas sus actividades plenamente.

La arquitectura sustentable es la interacción de las edificaciones con el medio ambiente, logrando que disminuyan el impacto del uso de los recursos como: la energía eléctrica, el gas, el agua, entre otros. Por medio de energías alternativas o dispersas en el medio ambiente; arquitectura bioclimática.

El diseño bioclimático da como respuesta un diseño que conforta al usuario en sus diferentes sentidos. Logrando una comodidad óptima y sin consumir grandes cantidades de energía. Esto se puede ver reflejado en la investigación realizada por el Instituto de Ingeniería de la UNAM¹, que mediante el empleo combinado de protecciones solares se permite disminuir las ganancias de calor. Para el año 2001 el 9.7% de la vivienda contará con equipo de climatización, donde el gasto consumo es de 18822 kW-hr-día. Empleando las protecciones disminuirá su consumo de 18822 a 6274 kW-hr-día, ahorrando el 67% de la energía necesaria para climatizar. Trasladándolo a pesos durante la temporada de verano, tendríamos los beneficios que repercute el utilizar estos criterios, los cuales se estarían reflejando durante la vida útil restante del inmueble.

Vinculando el diseño bioclimático con la valuación se obtendrá: *Un procedimiento para determinar el valor de la vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey: a partir del confort térmico*, lo que visualizará las ventajas de optar por estos mecanismos de acción y propiciará tomar conciencia en la calidad de vida y ahorro que se puede tener al considerar los criterios referentes a estas disciplinas.

¹ Mejía David, Morillón David, Rodríguez Luis. Potencial estimado de ahorro y uso eficiente de energía en aires acondicionados mediante el control solar en edificaciones, XXI Seminario Nacional sobre el uso racional de la energía y exposición de equipos y servicios, México, 2001.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La arquitectura actualmente ha operado muy a la par con la tecnología en función de resolver los acondicionamientos espaciales, es decir el desarrollo de la tecnología ha obedecido el no incluir un estudio en el que se vean todas las variables que influirán en la comodidad térmica de los que ocuparan los espacios. Se observa como en las edificaciones se presentan unidades de climatización rompiendo con el diseño planeado e igualmente como modifica la alturas interiores cuando se aplica cielo falso (plafón) en la utilización de ductos para canalizar el clima artificial.

La falta de planeación en este ámbito ocasiona posteriormente costos energéticos, de instalación y operación de equipo que incrementan la operación del inmueble, pero desde un punto de vista de gasto en su óptimo funcionamiento energético. Si se considera la utilización del diseño bioclimático todos esos gastos se estarán recuperando durante la vida útil del inmueble y además promocionará la disminución de consumo de energía para obtener el confort deseado en el inmueble. El diseño bioclimático, David Morillón investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM lo define como el medio para lograr el diseño de edificios confortables, esto con el objetivo de que éstos resulten ser sistemas termodinámicos eficientes.

Los consumos de energía por la falta de aplicación de estos conceptos muestran los siguientes datos²: En el balance nacional de energía de 1999 el consumo final energético del país fue de 3.799.920 pentajoules³, el agregado, en cual se involucran todos los edificios es el conformado por el sector residencial, comercial y público, registró una participación del 22.46% (853.343 pentajoules), para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos, iluminación, calefacción, aire acondicionado, calentamiento de agua y servicios municipales (alumbrado público, bombeo de aguas negras y potables, entre otras). Los energéticos empleados fueron, el gas licuado que participó con 41.53 %, del total, la leña con 29.24 %, la electricidad con 20.99%, el gas natural con 3.91 %, el combustóleo con 3.74 %, y en conjunto las kerosinas y el diesel con 0.59 %.

El consumo de energía⁴ por rama de actividad económica, esto es, la energía consumida en cada uno de los subsectores que componen el sector residencial, comercial y público, fue: en el subsector residencial, el 82.06 % de los requerimientos totales del sector. Los energéticos de mayor consumo fueron el

² Morillón, David. Metodología para el Diseño Bioclimático. Diplomado en Diseño Bioclimático. Chihuahua, Chihuahua. Junio-Agosto 2000. pág. 8.

³ 1 Joule (J) = 2.78 e-7 Kilowathora (KWH). Un joule (J) es el trabajo producido por una fuerza de 1 newton, cuyo punto de aplicación se desplaza 1 metro en la dirección de la fuerza.

⁴ Secretaría de Energía: Consumo de Energía 1999.

gas licuado, que aportó el 42.23 % del total del subsector; la leña, con una participación del 35.63 %, la electricidad con 17.16 %; el gas natural cubrió el 4.76 % y las kerosinas el 0.22 % restante.

En el subsector comercial, el consumo de energía fue de 15.65 % del total del sector. Los principales energéticos utilizados fueron el gas licuado, que participó con 43.91 %; la electricidad, con 29.84 %; y el restante 26.25 % se integró por combustóleo y diesel. Finalmente, los servicios públicos requirieron 19.555 petajoules de energía, que representa el 2.29 % de la demanda total del sector.

Sobre la base de aplicar concientemente los conceptos de ahorro energético, se ha puesto en aplicación normas que regulan la eficiencia energética en lo que refiere al diseño térmico de la envolvente de inmuebles no residenciales (NOM-008-ENER) y actualmente se encuentran por aprobación normas que corresponden a inmuebles residenciales (NOM-020-ENER anteproyecto), gestionándose por medio de los gobiernos municipales con el objetivo de minimizar los gastos energéticos. La Norma para inmuebles residenciales forma parte del método propuesto, considera con ello la situación del inmueble en cuanto su eficiencia energética y aplicando al resultado análisis económicos que se verán durante el desarrollo de la investigación.

Percibiendo el interés de organismos federales hacia la minimización de consumos energéticos, es conveniente generar un procedimiento de valorización en inmuebles (en este caso residencial) que permita considerar los conceptos mencionados, que de cómo resultado la generación de una cultura de que al momento de realizarle al inmueble consideraciones de diseño bioclimático se tiene un efecto económico positivo durante su vida útil y por ello darle un valor adicional al momento de su comercialización.

I.3. OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar un procedimiento para determinar el valor de la vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey: a partir del confort térmico.

PARTICULARES

- ✓ Determinar las variables que afectan o dan plusvalía a un inmueble al obtener una máxima eficiencia energética en lo térmico.
- ✓ Aplicar los datos climáticos del Área Metropolitana de Monterrey para determinar su zona de confort.
- ✓ Generar conocimiento que permita determinar el valor agregado que se obtiene al utilizar el confort térmico como base del diseño: diseño bioclimático, no solamente en lo económico sino en lo existencial.

I.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

En esta investigación se marcaron los siguientes alcances y limitaciones con el objetivo de delimitar la investigación.

El procedimiento es aplicable al Área Metropolitana de Monterrey por el hecho de que parte de las condiciones climáticas de la región en estudio, sin embargo se puede aplicar a cualquier región, siempre y cuando se obtengan los datos climáticos del área en la que se pretenda emplear.

Está enfocado hacia la vivienda por ser en proporción nacional los inmuebles que mantienen el gasto energético más elevado, sin considerar el sector industrial que es el primero.

Dado que el ser humano concibe diferentes tipos de confort, se ha limitado la investigación al confort térmico.

Primera Parte, Consideraciones Teóricas

II. MÉTODO TRADICIONAL DE VALUACIÓN

II.1. Análisis de Costo Directo

La valuación de inmuebles se ha perfeccionando con el desarrollo de la investigación, producto de la inquietud de los organismos que se encuentran en esta actividad realizando estudios específicos y programas de postgrado.

Ello ha llevado a darle énfasis a los elementos que se ven involucradas en el valor de un inmueble, el caso de nuestra investigación el confort térmico, maneja una serie de características muy particulares que iremos desarrollando durante la investigación.

Lo que pretendemos definir en este enfoque es el punto de partida de nuestra investigación, el cual será el Método de Valuación de construcciones de Nuevo León⁵, formulado por el ingeniero Gerardo Guajardo. Este método se basa en la suma de los costos de todas las partes que forman un inmueble como terreno, cimentación, estructura, pisos, muros y demás elementos de la construcción, incluyendo instalaciones, sumando los costos directos y de su realización incluyendo utilidad y restándole posteriormente el valor de sus depreciaciones.

El análisis de costo directo se estructura en tres conceptos, los cuales se obtienen por separado por el tipo de análisis particular que requieren, siendo los siguientes:

- a) Terreno
- b) Construcciones
- c) Instalaciones

II.1.1. Terreno

El terreno se analiza en función del valor de la calle que se da mediante el análisis de mercado por el factor total producto de las características propias que tiene el terreno. En este análisis emplearemos la fórmula de valuación de terrenos urbanos del método de valuación realizado por del Ing. Gonzalo Quiroga⁶.

⁵ GUAJARDO, Gerardo: "Valuación de Inmuebles", Ed. IMVNL A.C., Monterrey, 1997.

⁶ QUIROGA, Gonzalo: "Métodos de Valuación de Predios Urbanos", Ed. IMVNL A.C., Monterrey, 1999.

Los inmuebles nunca deben ser analizados como si fueran una célula independiente, sino deben de observarse, analizarse y compararse dentro de un área macro que comprende la ciudad, tomando en cuenta las condiciones particulares que puedan diferenciarlos de los demás terrenos que influyen en su menor o mayor valor.

Entre los factores que pueden influir en mayor o menor grado en el valor de los terrenos son los que se muestran en la siguiente en la tabla: determinantes de valor.

Tabla 1. Determinantes de Valor	
Exógenas o Externas	Ubicación Uso de suelo Funciones Urbanas Distancia a centros de trabajo y ciudad Servicios Públicos Transporte Porcentaje de construcción Tipos predominantes de construcción Población Contaminación Vialidad Equipamiento urbano Clasificación de zona Socio-económica Tráfico Vehicular Económica Otras
Endógenas o Propias	Régimen de propiedad Uso de suelo Frente Profundidad Superficie Forma Localización Ancho de calle Orientación Topografía Serv. Públicos instalados Servicios propios Servidumbres Vegetación Panorámica Usufructo Torres eléctricas Suelo o subsuelo Otras

Fuente: CNBV, Circular 1404, México, 2000.
 QUIROGA, Gonzalo: "Métodos de Valuación de Predios Urbanos", Ed. IMVNL A.C., Monterrey, 1999, p. 31.

El método para la obtención de un factor resultante en terrenos urbanos es el de las 3 variables, las cuales son: frente, profundidad y área, bajo el sistema de las raíces cúbicas y considerando como base un lote tipo, lote moda o lote patrón previamente seleccionado, para encontrar en forma comparativa el factor total de premio o castigo del lote por analizar⁷.

Teniendo de esta forma el desarrollo siguiente:

Factor total: Factor Frente X Factor Profundidad X Factor Área

$$\text{Factor Total: } \sqrt[3]{\text{FR} / \text{FT}} \times \sqrt[3]{\text{PT} / \text{PR}} \times \sqrt[3]{\text{AT} / \text{AR}}$$

Donde:

FR = Frente Real

FT = Frente Tipo

PT = Profundidad Tipo

PR = Profundidad Real

AT = Área Tipo

ÁR = Área Real

Valor Promedio = Factor Total X Valor de Calle

$$(\text{VP} = \text{FT} \times \text{VC})$$

Valor Total = Valor Promedio X Área

$$(\text{VT} = \text{VP} \times \text{A})$$

Este método recomienda en su aplicación que contando con el valor de mercado de un lote de terreno y sus dimensiones, los lotes que se comparen tengan hasta un máximo de 1.75 veces la profundidad del lote conocido, pues a mayor profundidad el resultado se distorsiona y requiere otro método o procedimiento.

⁷ QUIROGA, Gonzalo: "Métodos de Valuación de Predios Urbanos". Ed. IMVNL AC, Monterrey, 1999. p. 85.

II.1.2. Construcciones

Las construcciones se analizan partiendo del Valor de Reposición Nuevo (VRN), restándole el valor total o pérdida de valor que la construcción ha sufrido al depreciarse por su edad, uso o condición física y la pérdida de valor por función, que nos da en resumen el Valor Neto de Reposición (VNR). Teniendo su expresión matemática de la siguiente manera.

$VNR = (VRN) Fr$, donde:

VRN = Valor de reposición Nuevo

Fr = Factor residual o fracción de la unidad que resulta de restarle a la unidad, la suma de las depreciaciones que tiene la construcción.

Los factores que inciden en los valores de las construcciones son los siguientes:

- a) Los materiales con que se realizaron según el tipo
- b) Los procedimientos de construcción empleados
- c) Los valores físicos de construcción o (VRN)
- d) Edad o tiempo transcurrido desde su construcción
- e) Condición física que presenta debido a su uso y mantenimiento
- f) Su funcionamiento es adecuado o presenta deficiencias
- g) Propiedades térmicas de los materiales
- h) Diseño adecuado al contexto natural

Todos los factores van involucrados en el valor de una construcción aunque éstos no sean expresados en el avalúo. De tal forma que es importante estar familiarizados con cada uno de ellos.

Una de las partes esenciales en el valor de las construcciones lo constituyen los materiales, los cuales dependiendo de su durabilidad, resistencia, calidad y demás características, nos darán una mayor comodidad, presentación y servicio por más tiempo.

Los materiales empleados en las construcciones varían con el tiempo, algunos permanecen, otras tienen características de una época o periodo determinado, otros son prototipo de las construcciones de que se trate, así en muchas de las ocasiones cuando no se tiene la fecha de construcción de una edificación, se puede estimar aproximadamente, observando sus materiales, desde luego que éstos son propios de cada zona.

El Método Nuevo León retoma las experiencias del Método de la "línea recta" ponderada, adecuando su uso y aplicación en inmuebles, ya que en su fase inicial su aplicación generalizada fue en equipos industriales y maquinaria.

Incluye la forma para calificar la depreciación por condición física de las construcciones, que es el resultado de recoger las experiencias de los constructores, así como los aportes de los valuadores, estableciendo parámetros según el estado de conservación de las edificaciones y sus calificaciones. Respecto a las fallas de los proyectos constructivos se establecieron bases para calificar siendo los que las formularon un grupo de experimentados valuadores, conjuntamente con arquitectos expertos en diseño.

El método se basa en la calificación del inmueble de acuerdo a su edad, condición física y funcionalidad. También pondera la importancia de estas variables de acuerdo al tipo y calidad del inmueble. Quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$VNR = VRN (Fr)$$

$$Fr = 1.00 - [De(A) + Dc(B) + Df(C)]$$

Donde:

De	Depreciación por edad
Dc	Depreciación por condición física
Df	Depreciación por funcionalidad
A, B, C	Ponderación de acuerdo a la importancia del inmueble

a) Depreciación por Edad

La depreciación por edad se obtiene conociendo la edad transcurrida desde su construcción entre la vida útil total del inmueble (Tabla 2).

Tabla 2. Vida útil total estimadas, para las viviendas unifamiliares en el Área Metropolitana de Monterrey	
Viviendas unifamiliares	VUT en años
Vivienda interés social	50
Vivienda casa intermedia	60
Vivienda tipo residencial	75
Vivienda tipo residencial de lujo	90

Fuente: GUAJARDO, Gerardo: "Valuación de Inmuebles", Ed. IMVNL AC, 1997, Monterrey, p. 78.

Expresándose de la siguiente manera:

$$De = VT / VUT = \text{Vida Transcurrida} / \text{Vida útil Total}$$

b) Depreciación por Condición Física

Continuando con el análisis físico tenemos la condición física, la cual consiste en calificar el estado físico de las construcciones tomando por separado los grupos de partidas que la integran y su relación o porcentaje de intervención en el presupuesto, sumándolos después para obtener la depreciación total por condición física.

Estas partidas se ven reflejadas en la Tabla 3, al igual que su condición física apreciada.

Tabla 3. Condición Física apreciada				
PARTIDAS	CONDICIÓN FÍSICA APRECIADA			
	SIN DAÑOS		CON DAÑOS	
	MUY BUENA (0-10%)	BUENA (11-20%)	REGULAR (21-50%)	MALA (51-100%)
1) CIMENTACIÓN ESTRUCTURA MUROS	Y con sistemas especiales o buena condición.	Con sistemas de la región, sin daños pero con señales de uso.	De menores a media con pequeñas grietas por asentamientos sin riesgo de est.	Mayores. Daños mayores donde se requiere grandes reparaciones o reposición.
2) INSTALACIONES HIDRÁULICA Y SANITARIA (aparatos y accesorios), INSTALACIÓN ELECTRICA Y TEL. (c. Carga, acometida y teléfonos)	Y con posibilidades de mantenimiento preventivo o buena condición.	Aparentes y funcionando correctamente. Algunos empaques, válvulas o menores.	Menores y medias. Tipo oculto con algunas fallas, requiere reparación.	Mayores. Daños parciales o totales donde es más económico su reposición total.
3) ACABADOS: yesería, plafones, aislamientos, pisos, lambrines, carpintería, cerrajería, impermeabilización	Y con mantenimiento periódico o buena condición.	Sólo requiere mantenimiento periódico con pequeños requerimientos.	Menores, requiere reposición parcial en algunas partidas o total según caso.	Mayores, requiere reposición total de varias o todas las partidas.
4) HERRERÍA Y CANCELERÍA ALUMINIO Y VIDRIO	Y con mantenimiento periódico o buena condición.	Sólo requiere mantenimiento periódico, con requerimientos menores.	Menores, requiere reposición parcial o total según caso.	Mayores, requiere reposición total o parcial según caso.
5) FACHADAS	Y con mantenimiento periódico	Sólo requiere mantenimiento periódico, con requerimientos menores.	Menores, requiere reposición parcial o total según caso.	Mayores, requiere reposición total.
6) INSTALACIONES ESPECIALES Elevadores Clima Transformadores Calderas Cisterna Hidroneumáticos Otros	Y con mantenimiento periódico	Sólo requiere mantenimiento periódico o alguno de sus equipos accesorios o instalaciones, requiere cambio.	Menores, requiere reparaciones menores o cambiar parte de sus piezas o elementos que la forman.	Mayores, requiere reparaciones mayores o reposición total de los equipos accesorios o instalaciones.

Fuente: GUAJARDO, Gerardo: "Valuación de Inmuebles"., Ed. IMVNL AC, Monterrey, 1997. p. 80.

El comportamiento de las partidas se diferencia de acuerdo al tipo de vivienda, para ello se encuentra la Tabla 4 Porcentajes de intervención económica o en presupuesto, de los cinco grupos de partidas analizadas para las viviendas unifamiliares en el Área Metropolitana de Monterrey, la cual forma parte del producto del análisis por condición física, que posteriormente son sumados y se obtiene el factor de este análisis.

Tabla 4. Porcentajes de intervención económica o en presupuesto, de los cinco grupos de partidas analizadas para las viviendas unifamiliares en el Área Metropolitana de Monterrey						
Viviendas unifamiliares	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Total
Vivienda interés social	41%	11%	40%	7%	1%	100%
Vivienda casa intermedia	37%	11%	42%	8%	2%	100%
Vivienda tipo residencial	35%	11%	43%	8%	3%	100%
Vivienda tipo residencial de lujo	46%	10%	30%	9%	5%	100%

Fuente: GUAJARDO, Gerardo. "Valuación de Inmuebles". Ed. IMV NL AC, Monterrey, 1997, p. 79.

c) Depreciación por Funcionabilidad

La calificación de la depreciación por función se da principalmente a la obsolescencia, defectos o deficiencias de la edificación, las cuales son las que se vuelven más difíciles de calificar y cuantificar, pero son las que influyen considerablemente en el valor en muchos casos.

El método propone calificar la obsolescencia funcional de las construcciones, debiendo valorarlas de acuerdo a las observaciones y en caso necesario, encuestar a personas que lo usan para detectar fallas que no resulten obvias. Los usuarios de las edificaciones son lo principales conocedores de las fallas que se puedan por una mala funcionabilidad y es por ello esta recomendación.

El análisis del método consiste en calificar 5 partidas de acuerdo a porcentajes ya establecidos en rangos. Estas partidas son: proyecto adecuado a la zona, diseño anormal, cambios en: estilo o fachada, cambio en uso del edificio y cambio en el uso de la tierra de la zona. Lo cual lo podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla 5. Depreciaciones Por Función

FUNCION ANALIZADA	CLASIFICACIÓN DE: (DF)			
	0%-15%	16%-25%	25%-50%	50%-100%
No.1 PROYECTO INADECUADO A LA ZONA	Proyecto apropiado a la zona.	Proyectos con cambios parciales en la zona.	Proyecto con cambios muy radicales o marcados y diferentes en la zona.	Proyecto totalmente inadecuado para la zona.
No.2 DISEÑO ANORMAL	Diseño adecuado o con pequeñas variantes.	Pequeños grados de inconveniente en diseño.	Presenta marcado grado de rezago actual.	Fuera totalmente de diseño actual.
No. 3 CAMBIOS EN: ESTILO O FACHADA	Actualmente con vigencia por largo tiempo.	Se aprecia vigente por algún tiempo.	Presenta marcado grado de rezago actual.	Totalmente fuera de estilo con fachada inapropiada, etc.
No. 4 CAMBIOS EN USO DEL EDIFICIO	Con uso actual original al que fue proyectado.	Cambio a una función semejante con ligeras variantes.	Cambio con inconvenientes en su función.	Cambio a una función totalmente inconveniente a la función original.
No. 5 CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA DE LA ZONA	Uso de la tierra igual al original.	Con un pequeño grado de cambio en el uso.	Con un marcado cambio en el uso.	Casi o totalmente fuera del contexto del uso
No. 6 OTRAS Revisar con detalle si presenta otras depreciaciones				

Fuente: GUAJARDO, Gerardo. "Valuación de Inmuebles". Ed. IMV NL A.C., Monterrey 1997. p. 81.

Una vez que se obtienen los tres factores de los análisis de edad, condición física y funcionabilidad, se prosigue a ponderar estos factores de acuerdo al tipo de vivienda, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Ponderaciones para los factores de las constantes A, B y C, para las viviendas unifamiliares en el Área Metropolitana de Monterrey

Viviendas unifamiliares	(A)	(B)	(C)	TOTAL
Vivienda interés social	30%	50%	20%	100%
Vivienda casa intermedia	33%	34%	33%	100%
Vivienda tipo residencial	30%	32%	38%	100%
Vivienda tipo residencial de lujo	30%	30%	40%	100%

Fuente: GUAJARDO, Gerardo. "Valuación de Inmuebles". Ed. IMV NL, Monterrey, 1997. p. 82.

La multiplicación de cada uno de los resultados con su respectiva ponderación, nos da como resultado el factor total (fr), el cual multiplicado por el

valor por metro cuadrado de construcción de reposición nueva (VRN) se obtiene el Valor Neto de Reposición (VNR) de las construcciones.

II.1.3. Instalaciones Especiales

Las instalaciones especiales, obras complementarias y elementos accesorios son de acuerdo las necesidades operativas del inmueble, es decir en el caso de vivienda que es lo que se esta manejando en el estudio tenemos: cocinas integrales, bardas, pavimentos en patios, jardines, climas, cisternas y otros elementos requeridos por el inmueble.

El método para valorizarlas es igual que el de las construcciones, partiendo del valor de reposición nuevo (VRN) y multiplicándolo por el factor residual restante de la unidad de la suma de depreciaciones. Expresándose en la fórmula general:

$$\text{Fr} = 1.00 (\sum D) \text{ y}$$
$$\text{(VNR)} = \text{(VRN)} \text{ Fr}$$

Finalmente se suman los resultados de terreno, construcción e instalaciones y se obtiene el valor por costo directo del inmueble, lo cual es el producto perseguido en este enfoque, dado que es el punto de partida para valuar posteriormente al inmueble de acuerdo a sus características referentes al confort térmico. Es importante señalar que el Método Nuevo León se aplica a diferentes tipos de edificios, pero exclusivamente se hará la referencia en lo que concierne la vivienda.

El método Nuevo León se ha seleccionado como base para el procedimiento que se describe por la razón de generar diferentes partidas en la calificación de los elementos que componen los inmuebles, además de ser un método utilizado en la región de estudio.

II.2. Capitalización De Rentas

En este tema se describen algunos de los tipos de análisis de capitalización de inmuebles que son utilizados comúnmente por los valuadores de Nuevo León y con lo cual se define el que se utiliza en nuestro estudio.

El análisis de los avalúos por capitalización de ingresos tiene como premisa que el valor de un bien raíz está dado por el valor presente del ingreso neto que genere; capitalizándolo a una tasa tal que dependiendo del tipo de inmueble, condiciones económicas, demanda, condiciones físicas del bien, estabilidad de los mercados. Este tipo de avalúos de capitalización se utiliza en economías estables e inestables, donde se manejan tasas de interés a niveles internacionales, dado que si se tiene un error en el cálculo o estimación de rentas o tasas conduce a grandes errores de valor. En México y específicamente en el Área Metropolitana de Monterrey se da el uso de este análisis para establecer la renta que deberá producir un bien por la inversión que representa, esto con un buen análisis de las tasas que típicamente producen los inmuebles similares⁸.

El rendimiento neto del capital producto de la rentabilidad del inmueble, se entiende como el capital resultante de la suma de las rentas en el año menos las deducciones por impuestos, tiempos de desocupación, mantenimiento periódico, reparaciones y mantenimiento de equipos, que se tienen en el mismo período.

Las tasas de rendimiento neto han sido analizadas en este tipo de inversiones, pues presentan características diferentes a los rendimientos netos de capital invertido en un Banco, debido a que parte de estos rendimientos es aplicado al incremento de valor en el inmueble por causa de la inflación y la otra parte del rendimiento como renta⁹.

En estos análisis no siempre se pueden obtener las deducciones o gastos del inmueble, ya sea por su carácter confidencial o porque no se tiene información completa.

Así, también dependiendo del grado de eficiencia administrativa, pues un inmueble bien administrado presenta un por ciento de gastos diferente a uno que no la tiene, variando considerablemente los rangos para un mismo tipo de construcciones.

⁸ VALLES, José Manuel: "El negocio de bienes raíces en México", Ed. Real Estate Company, México, 1997.

⁹ GUAJARDO, Gerardo: "Valuación de Inmuebles", Ed. IMV NL A.C., Monterrey, 1997.

La forma más acertada de obtener las tasas brutas en el mercado inmobiliario es dividiendo el producto anual, o sea la renta mensual, multiplicada por los doce meses entre el Valor Neto de Reposición del inmueble, de tal manera que si se realiza una encuesta o estadística de los diferentes tipos de uso y características de los inmuebles, obteniendo su (VNR) y las rentas brutas cobradas, se pueden obtener las tasas inmobiliarias brutas que rigen el Mercado, teniendo desde luego que descartar los desvíos y obteniendo la tasa de interés media de cada uno de los tipos analizados.

Esto nos da el rango de las tasas brutas que prevalecen en el mercado, desde luego que dichas encuestas o estadísticas deberán enmarcarse en condiciones normales de oferta-demanda en un mercado perfecto y con inversiones, usos y condiciones de acuerdo al entorno. Por otro lado, dichas tasas podrán servir para obtener las rentas de los inmuebles partiendo del Valor Neto de Reposición, o sea que su empleo puede ser en ambas condiciones cuando conociendo su renta bruta se pretende encontrar el valor del inmueble o cuando conociendo el valor del inmueble se quiere determinar el monto de la renta que produciría, así:

$$(VNR) = \frac{\text{Renta Bruta} \times 12 \text{ meses}}{\text{Tasa Inmobiliaria Anual}} = \frac{R}{(TI)}$$

$$\text{Renta} = (VNR) \text{ Tasa Inmobiliaria Mensual, o también:}$$

$$(TI) = \frac{\text{Renta Bruta Anual}}{(VNR)}$$

Las tasas inmobiliarias que son usadas en valuación proceden de diferentes métodos y su aplicación también es muy variada dependiendo de las características del inmueble a estudiar se da el criterio respecto a la obtención de las tasas. De todos los métodos existentes, los más conocidos y que eventualmente son empleados por los valuadores, son:

1. Método de la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN)
2. Método -Residual.
3. Método Inwood.
4. Método Hoskald de Fondo Acumulado.
5. Método Eifwood.
6. Método Empirico o de Mercado.
7. Método de la Comisión Nacional Bancaria (C.N.B.).

II.2.1. Método de la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (C.A.B.I.N.) :

Esta dependencia tiene en su folleto de Valuación Moderna¹⁰ un desglose de las tasas inmobiliarias considerada por su planilla de valuadores, tomando tasas brutas y tasas netas en ejemplos de valores de inmuebles analizados, empleando diferentes deducciones y obteniendo con ello tasas inmobiliarias netas que oscilan del 8% al 12% anual y tomando como gastos e impuestos de un 35% a un 50%, resultando tasas brutas de un 16% a un 20%. Esto se considera que puede ser útil para los análisis de Valores Netos de Reposición desde la perspectiva de C.A.B.I.N., pero no reflejan las condiciones reales y las que prevalecen en el mercado. Esto debido al tipo de deducción y fin que emplean la tasa.

II.2.2. Método – Residual

El Método Residual contempla la aplicación de la tasa inmobiliaria resultante de la ecuación¹¹:

$$t = i + \frac{C}{u}$$

donde:

- t = Tasa inmobiliaria.
- i = El rendimiento inmobiliario.
- C = Porcentaje sobre el valor inmobiliario.
- u = Vida útil remanente del inmueble.

Este método analiza las tasas inmobiliarias para un año y es en el período en el que se tienen las variables y no es aplicable a periodos mayores de este año. Resulta práctico, ya que en un número considerable de casos se requiere saber la tasa inmobiliaria en el período contratado en arrendamiento y que por lo general es a un año. Esto puede darse en períodos más cortos si se hace necesario, cambiando las variables a los tiempos que queremos analizar.

II.2.3. Método Inwood

El Método Inwood Al igual que el Método Residual, la tasa inmobiliaria es obtenida por la fórmula¹²:

¹⁰ RAMÍREZ, Eduardo: "Folleto Valuación Moderna de Seguros", México, 1991, p.p. 18-21.

¹¹ LARIOS González, Carlos: "Método para Calcular Tasas de Capitalización", I.M.V. de Jalisco, 1992, p.p. 1 3, 1 4 y 15.

$$t = \frac{iC}{(1+i)^n - 1}$$

- t = Tasa inmobiliaria.
 C = Valor de la construcción.
 i = Tasa de interés considerada. $1/u$
 U = Vida útil del inmueble.
 n = Número de años de amortización.

El Método Inwood considera que las tasas inmobiliarias deberán obtenerse en base a toda la vida útil remanente del inmueble, a diferencia de quienes opinan que se pueden obtener en períodos de un año, como en los casos anteriores de la C.N.B.V., C.A.B.I.N. y Método Residual. Entonces el Método Inwood considera durante toda la vida útil remanente (U) del inmueble, intereses sobre el valor del terreno aplicándole la tasa de rendimiento de capital inmobiliario i y el valor de la construcción lo amortiza con anualidades iguales en un número "n" de años, igual al número de años de vida útil remanente a una tasa de interés "i", o sea que se expresa con la fórmula descrita al principio donde la amortización es considerada únicamente sobre el valor de las construcciones sin incluir el valor del terreno.

II.2.4. Método Hoskold o de Fondo Acumulado

En el Método Hoskold o de Fondo Acumulad Se consideran las mismas variables que el método de Inwood, sin embargo agrega una tasa de rendimiento del fondo acumulado "j" no incluida en el anterior. Este método también considera que una parte de la inversión regresa o se recupera cada año con el ingreso anual y que debería ser el valor de la depreciación de la construcción. Pero en el Método Hoskold esta recuperación anual se invierte en un fondo acumulado, que al irse capitalizando con una tasa de interés diferente a la tasa de rendimiento del capital inmobiliario (Ti), produce al final de la vida útil remanente del inmueble un capital igual al valor que tenía la construcción al inicio del período de estudio.

En este método existen dos tasas de interés, la tasa del rendimiento del capital inmobiliario (t) y la tasa de rendimiento de fondo acumulado y su expresión queda integrada en la fórmula¹³:

¹² LARIOS González Carlos: "Método para Calcular Tasas de Capitalización", Ed. I.M.V.de Jalisco, 1992, p. 15.

¹³ LARIOS González, Carlos: "Método para Calcular Tasas de Capitalización", Ed. I.M.V. de Jalisco, 1992, p. 16.

$$t = 1 + \frac{jc}{(1+i)^{-1}}$$

dónde:

- t = Tasa Inmobiliaria.
- i = Tasa de interés considerada. 1 / U
- U = Vida útil del inmueble.
- j = Tasa de rendimiento del fondo acumulado.
- C = Valor de la construcción.
- N = Número de años de amortización.

II.2.5. Método Empírico o de Mercado

El Método Empírico o de Mercado se basa en encontrar la tasa bruta (TI) o tasa bruta de rentabilidad¹⁴, en la obtención de datos directamente del mercado, investigando el precio de venta o valor de mercado de cada uno de los inmuebles de los que se ha obtenido el monto de sus rendimientos y expresando la tasa por la fórmula.

$$TI = \frac{Pi}{VNR}$$

donde:

- TI = Tasa inmobiliaria anual.
- Pi = Rentas brutas anuales.
- VNR = Valor neto de reposición o valor del inmueble.

Este método es el más confiable por su certidumbre, ya que se basa en condiciones reales del mercado, sin embargo requiere de gran trabajo al tener que

¹⁴ Es la tasa en la cual están incluidos los gastos de administración y de operación del inmueble

encuestar y recopilar los datos de los diferentes índices según el tipo, uso y condiciones del inmueble.

II.2.6. Método de la Comisión Nacional Bancaria (CNBV)

El Método de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, tiene como base el empleo de la tabla 7 que incluye como variables la edad, la vida remanente del inmueble, el uso, el estado de conservación, la calidad del proyecto, la zona de ubicación, la oferta y demanda, la calidad de construcciones y otras variables más, donde por medio de esta tabla se aplican puntos que al final son sumados y ponderados para tener una tasa final. Se considera que las tasas inmobiliarias que se usan en valuación de inmuebles deben obtenerse de un método racional, simple y lógico que pueda ser de aplicación práctica y que proporcione resultados confiables o dentro de los parámetros aceptables. Este es el propósito al realizar el estudio de las tasas inmobiliarias.

Tabla 7. MÉTODO PARA CALCULAR LA TASA DE CAPITALIZACIÓN PARA DIFERENTES INMUEBLES DE ARRENDAMIENTO					
CONCEPTO	TASA 8.00%	TASA 9.00%	TASA 10.00%	TASA 11.00%	TASA 12.00%
EDAD (o ultima reparación mayor)	0 a 10	10 a 20 1.0000	20 a 30	30 a 40	40 o más
USO	Bueno	Adecuado 1.0000	Regular	Deficiente	Malo
ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno	Normal 1.0000	Regular	Malo	Ruinoso
CALIDAD DEL PROYECTO	Muy bueno	Bueno	Regular 1.0000	Deficiente	Malo
VIDA PROBABLE	Más de 35	30 a 35 1.0000	25 a 30	20 a 25	(-) 20
UBICACIÓN (con respecto a la manzana)	Esquina comercial	Esquina residencial	Intermedio 1.0000	Intermedio	Interior residencial
ZONA DE UBICACIÓN (calidad de la zona en que se ubica el inmueble, con respecto a colonias o zonas similares, como uso de suelo correcto)	Muy buena	Buena	Regular 1.0000	Deficiente	Mala
CAPITALIZACIÓN / CONCEPTO	1.1429%	1.2857%	1.4286%	1.5714%	1.7143%
CAPITALIZACIÓN / TASA	0.0000	5.1428	4.2858	0.0000	0.000
TASA DE INTERÉS POR CAPITALIZACIÓN DE ACUERDO, CON LAS CARACTERÍSTICAS DE EDAD, USO, ESTADO DE CONSERVACIÓN, CALIDAD DE PROYECTO, VIDA PROBABLE, UBICACIÓN Y ZONA DE UBICACIÓN DE LA VIVIENDA ANALIZADA.				Tasa 9.4286	Tasa en N.R. 9.4

Fuente: CNBV, Método para calcular la tasa de capitalización.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (C.N.B.V.) se encarga de coordinar y supervisar el funcionamiento de las instituciones de crédito y organismos auxiliares. Los avalúos bancarios se realizan generalmente por valuadores externos autorizados por las instituciones de crédito (la institución es responsable de la veracidad y precisión del avalúo).

II.3. Análisis De Mercado

El análisis que se desarrolla en este tema es el de mercado, el cual es una de las herramientas cotidianas de las que se dispone para determinar el valor de un inmueble. Las personas de un modo empírico utilizan esta forma para determinar el valor de un bien, aunque no realizan ningún análisis complicado, simplemente mediante la comparación de un bien o inmueble con otro. Los valuadores definen a este proceso como homologación, lo cual se refiere a comparar el inmueble de estudio con otros con características similares como lo es el tipo de construcción, uso de suelo, ubicación en la zona, infraestructura, acabados, nivel socioeconómico donde se encuentran, entre otros que lo haga similares.

Esta forma de hacerlo es correcta si se hace una adecuada comparación, ya que se puede decir que *valuar es hacer un análisis comparativo entre bienes semejantes que en el mercado se realizan o simplemente valuar es saber comparar*. Cuando las condiciones de mercado son sanas y no están viciadas de algún interés ilícito, el avalúo por el Análisis de Mercado es el más confiable de los estudios de valor que se realizan.

En el valor de mercado están involucrados las leyes de la oferta y la demanda, no obstante sus costos varían sensiblemente de éstos. Así, se tienen por ejemplo los casos en el área de estudio:

- A) Una zona de alta deseabilidad habitacional (Colonia Anahuac).
- B) Una zona de importancia comercial (Av. Universidad en su tramo de Av. Jorge A. Treviño hasta Av. Bartolomé de las Casas).
- C) Una demanda eventual (locales comerciales)
- D) Una obra que altera las condiciones que antes prevalecían.
- E) Otras.

La que sustenta este análisis es la forma de interpretar la información de los valores que se obtienen del mercado y el realizar un buen análisis comparativo, con el fin de llegar a avalúos confiables.

Consistiendo así el avalúo de Mercado en: conocer los valores de las operaciones realizadas de dos o más inmuebles del mismo tipo en una misma

zona, pero que tengan congruencia en área de terreno, área de construcción y en las instalaciones, determinando con ellos los valores del inmueble en estudio.

Lo que hay que resolver en ello puede ser el valor unitario de terreno o valor de calle, o el valor de mercado de las construcciones, debiendo analizar el valor del que se tenga menor información, así si se conocen casos concretos y bien fundamentados del valor de calle en el área, la incógnita que se debe resolver serán los Valores comerciales de las construcciones, y si por el contrario no se tienen referencias de valores de calle o éstos no son muy confiables, la Incógnita a resolver serán los valores de calle para obtener el valor del terreno en estudio.

Dentro de la metodología del Ing. Gerardo Guajardo para la valuación de construcciones plantea tres casos para determinar el valor de las construcciones las cuales son las siguientes¹:

Primer Caso -. Determinar Valores De Construcción

Primero: Comparar precios de venta de inmuebles semejantes que tengan la misma función como: casa habitación, local comercial, edificio en condominio.

Segundo: Teniendo el valor de la compra-venta se transportará a valor presente o fecha de avalúo, el monto de la operación.

Tercero: Se deben obtener las características de ambos inmuebles tales como: área de terreno, área de construcción e instalaciones especiales.

Cuarto: Determinar los valores de los terrenos de ambos inmuebles, por medio de alguno de los métodos conocidos.

Quinto: Determinar los valores de las instalaciones especiales de ambos inmuebles, tomando las tres variables de edad, condición física y funcionalidad.

Sexto: Obtener los valores de construcción del inmueble de referencia, el cual será : valor de la operación a valor presente, menos el valor del terreno y menos el valor de las instalaciones.

Séptimo: Conociendo el valor total de las construcciones se obtiene el valor unitario dividiendo entre su área, o sea :

¹ GUAJARDO, Gerardo: "Valuación de Inmuebles", Ed. IMV NL A.C., Monterrey, 1997.

$$(\text{VNR}) = \frac{\text{Valor Total de Construcciones}}{\text{Área (Área Transformada)}}$$

Octavo: Con el (VNR) de las construcciones de referencia y conociendo los factores residuales de ambas, se obtiene el Valor Neto de Reposición por m2. de la construcción en estudio igualando los Valores de Reposición Nuevos.

Segundo Caso: Determinar el Valor de Terreno Integrado a una Construcción.

Primero: Comparar precios de venta de inmuebles semejantes que tengan la misma función como: casa habitación, local comercial, edificio de departamentos en condominio.

Segundo: Teniendo el valor de compra-venta de la referencia más confiable, se transporta a valor presente o fecha de avalúo, el monto de la operación.

Tercero: Se obtienen las características de ambos inmuebles tales como área de terreno. área de construcciones e instalaciones especiales, con calificaciones por edad, condición física y función.

Cuarto: Se determina el valor de las instalaciones especiales de ambos inmuebles sobre la base de la calificación de sus depreciaciones.

Quinto: Se determina el Valor Neto de Reposición (VNR) de ambos inmuebles en base a su (VRN) y la calificación de sus depreciaciones por edad, condición física y función.

Sexto: Se obtiene el valor de calle para el inmueble de referencia, obteniendo primeramente el factor de terreno y el valor total de éste, restando el de las construcciones e Instalaciones.

Séptimo: Con el valor de calle del inmueble de referencia se calcula el del terreno en estudio, determinando primero el factor del terreno y luego su valor promedio multiplicado por su área.

Octavo: Al igual que en el primer caso, para obtener el valor total del inmueble en estudio se suman sus tres componentes: terreno, construcciones e instalaciones.

Tercer Caso: Terrenos Sin Construcción

En el caso de los terrenos sin construcciones o terrenos solos, su análisis comparativo se hará con terrenos semejantes, primordialmente respecto a su ubicación, ya sea urbano, sub-urbano, o de tipo rural, siendo de forma obligada esta condición y procurando que las referencias mantengan el mayor número de

semejanzas o condiciones parecidas, tales como: superficie del terreno, uso de los terrenos en la zona, condición del entorno en cuanto a construcciones (económicas, de tipo medio o de primera), así como el por ciento de ocupación, viabilidad, acceso y demás. Así, cuanto mayor sea la semejanza entre los terrenos, se tendrá menor margen de distorsión. Indicar que en algunos casos las condiciones de servicios no son iguales, para lo cual se realiza la homologación equiparándolo con el terreno en estudio.

Es necesario que cuando se realice el estudio se tenga de preferencia cuando menos tres referencias de operaciones que sean reales, no estén viciadas de intereses de alguna de las partes, como precio de escrituración menor o sobreprecio por razones impositivas.

El hecho de que se considere esto reflejará las condiciones que prevalecen de oferta-demanda, las cuales en ocasiones por ser una zona de alta deseabilidad para el tipo de inmueble en estudio, resultan valores superiores a los valores físicos o de capitalización. Esto es frecuente en los inmuebles de uso comercial donde su potencial de mercado lo hace tener mayor demanda, no obstante los valores de terreno y construcciones sean marcadamente inferiores, así únicamente el valor de mercado dará una condición semejante o de mayor aproximación al valor comercial, por lo que su análisis en estos tipos de zonas y con su uso comercial es indispensable.

También al investigar las operaciones realizadas en el mercado, se debe obtener la información de todas las características de los inmuebles, tales como: área de terreno, área de los diferentes tipos de construcción, instalaciones si las tiene, bardas, banquetas, equipos. Toda esta información es muy útil para posteriormente hacer los análisis, ya que el inmueble al que se va a realizar el avalúo, no tendrá ni la misma área de terreno, ni la misma área de construcción de los diferentes tipos, así como las mismas instalaciones. También se tendrá que hacer un estimado de depreciaciones de acuerdo a las condiciones que presenten, para que al hacer el análisis se pueda obtener el (VNR) que prevalece en el mercado y poder hacer la comparación con el que se tiene en estudio (VNR) según el factor residual (fr) que corresponda.

Se ha indicado que el Valor Comercial de un inmueble representa el valor máximo aceptable en el mercado de compra-venta al cual se puede vender bajo las dos premisas o condiciones de: contado y plazo razonable.

Este Valor Comercial es el valor que trata de interpretar las condiciones de oferta y demanda del mercado del inmueble con las dos condiciones antes mencionadas. Así, no se podrán considerar operaciones a Valor Comercial aquellas como ventas a plazos, permutas, ventas condicionales como renta con

opción a compra, otras, porque en ellas van incluidos valores que no son exclusivos del valor del inmueble como : intereses de capital, aumentos en valor por uso temporal.

Entonces, se debe considerar la expresión de Valor Comercial como el valor máximo aceptable en un mercado de libre competencia o mercado perfecto, al que se puede realizar una operación de compraventa bajo las condiciones de contado y plazo razonable. Es importante observar que dicho valor comercial puede diferir en forma sensible de los Valores Físicos de Capitalización y aún el de Mercado, pues como se ha visto en cada caso hay factores que alteran el valor de compraventa de los inmuebles o puede coincidir con uno o más de estos valores por haber un buen equilibrio entre el inmueble y la inversión.

Existe confusión entre algunas personas con los términos de Valor de Mercado y Valor Comercial, pues si bien es cierto que en la mayoría de los casos pueden coincidir, éstos pueden ocasionalmente diferir.

Se debe interpretar en el ramo inmobiliario y de valuación, como Valor de Mercado a las operaciones de compra y venta realizadas recientemente, las cuales no siempre es factible conocer su monto exacto porque sistemáticamente los valores expresados en notarias y escrituras difieren del Valor Comercial, algunas por razones impositivas y algunas otras por diferentes razones, así el recabar la información del valor real de la operación se dificulta en ocasiones.

También la información proporcionada no siempre es la real, ya que quién vendió o quién compró dice haberlo hecho en una cantidad que puede ser mayor o menor, de acuerdo a sus intereses.

Sin embargo, una persona conocedora del ramo inmobiliario y de los valores, detectará y desechará la información cuando ésta presente distorsiones y será cuidadoso en la obtención de los valores reales de mercado.

El Valor Comercial se interpreta como ya se ha dicho, aquel valor máximo aceptable en una operación de compra-venta en un mercado perfecto, con pago de contado y realizado en un plazo no mayor al razonable o estimado para ese tipo de inmueble y su monto.

Este valor es el que se buscará para ver la situación real de la vivienda ante la falta de criterios que determinan el confort térmico, y con ello definir el procedimiento y su criterio de aplicación.

III. CONFORT TÉRMICO EN LA VIVIENDA

III.1. Principales Elementos Climáticos

En este tema, el objetivo es conocer los elementos climáticos en el área de estudio (AMM), la cual se encuentra ubicada en la región central del estado de Nuevo León, a los 25° 42', 25° 45' de latitud norte y 100° 12', 100° 20' de longitud oeste. La parte esencial de conocer los elementos climáticos es la de poder tomar consideraciones referente a la presencia del clima y con ello determinar la zona de confort térmico que referirá a la parte exterior de la vivienda. Hay que señalar que dentro de una región se encuentran microclimas los cuáles no se determinarían, sino que se considerará como se menciona anteriormente un diagnóstico que enmarque el contexto climático de la región que se encuentra estudiando.

Las variables interactivas del viento, lluvia, temperatura, humedad y radiación solar, son las grandes fuerzas climáticas que han conformado las regiones biológicas de la tierra, y a las cuales, históricamente, todas las formas de la vida, incluyendo la raza humana, se han adaptado. Se puede decir que el clima trasciende todas las fronteras de las actividades naturales y humanas. Impregna e influye en el agua, las plantas, la fauna y la agricultura. Es la fuerza fundamental que conforma los lugares y es responsable de las diferencias entre ellos. Al mismo tiempo los asentamientos humanos han modificado los microclimas para adecuarlos a sus necesidades particulares y las condiciones locales. El confort humano y en algunos casos la supervivencia, han dependido de la habilidad con que los edificios y los lugares se han adaptado al medio ambiente climático.

La ciudad moderna ha tenido más impacto en este medio ambiente, con respecto a las condiciones de vida y actitudes, que cualquier otra época. Las viejas artes de crear lugares al aire libre que se benefician de los elementos climáticos y los recursos materiales del paisaje, parecen haberse perdido en la última década del siglo veinte, a medida que aumenta la necesidad de energía debemos buscar métodos medio ambientalmente más razonables de manipular el clima de las ciudades.

El hombre cuenta con una flexibilidad y capacidad física relativamente débil, comparado con la de los demás seres vivos; estos poseen defensas naturales contra una amplia diversidad de climas desfavorables. Así, por ejemplo, para combatir el peligro de la sequía, los animales disponen de diferentes armas, y para mitigar el impacto de un calor excesivo desarrollan una alta transpiración.

La raza humana encuentra en su entorno las mismas dificultades que el conjunto de la fauna. Desde Aristóteles hasta Montesquieu, numerosos estudiosos creían que el clima producía efectos en el temperamento y la filosofía humana. Estudios recientes han centrado su interés en la relación entre la energía humana y el ambiente. Ellsworth Huntignton ha sentado la hipótesis de que el tipo de clima, junto con la herencia racial y el desarrollo cultural, constituyen uno de los tres principales factores que determinan las condiciones de la civilización. De acuerdo con su teoría, el hombre, que aparentemente es capaz de vivir en cualquier lugar donde pueda obtener alimento, solamente puede alcanzar el mayor desarrollo de su energía física y mental (e incluso de su carácter moral) en unas condiciones estrictamente limitadas. Según sus postulados, las condiciones climáticas óptimas para el progreso humano son¹⁵:

1.- La temperatura media debe oscilar entre los 4.4 °C en los meses más fríos hasta alrededor de los 21.1 °C en los más cálidos.

2.- Tormentas o vientos frecuentes, para mantener la humedad relativa un poco elevada, excepto en épocas muy calurosas, y proveer lluvia en todas las estaciones.

3.- Una sucesión constante de tormentas ciclónicas no demasiado severas como para ser peligrosas, pero si útiles para producir cambios moderados frecuentes en la temperatura.

Los factores que determinan si una vivienda es confortable térmicamente son: relativos a los espacios, incluido las alturas libres de piso a techo: las características de ganancia de calor y las temperaturas en la vivienda. La ventilación y el grado de humedad relativa; la orientación y el asolamiento, así como los materiales con que están construidas o se construirán las viviendas.

Otro investigador contemporáneo, Julián Huxley, relaciona la historia con el clima analizando las coincidencias entre las primeras civilizaciones y en épocas húmedas y de sequía¹⁶. Según su teoría, los efectos biológicos y económicos originados por cambios en las bandas climáticas mantienen el equilibrio de las poblaciones. Cuando una de estas alteraciones ocurre, se producen las migraciones y, con ello, no solamente las guerras si no también un enriquecedor de intercambio de ideas necesario para el rápido avance de la civilización.

¹⁵ OLGAY, Víctor. "Arquitectura y Clima", Ed. Gustavo Gili, España, 19

¹⁶ HUXLEY, J.: "Man in the Modern world, Mentor books", The new American Library, Nueva York, Literatura clásica, .pp. 61-73

El ingenio del hombre le ha permitido desarrollar inventos con los cuales ha logrado desafiar los rigores ambientales utilizando el fuego para calentarse y pieles para cubrirse. Siendo, el más débil entre los seres vivos sustituyó el ingenio prometeico por la adaptación física similar a la de otras especies, el refugio se convirtió en la defensa más elaborada contra climas hostiles. Así mismo, le permitió ampliar el espacio de equilibrio biológico y asegurar un medio de productividad favorable. A medida que evoluciona el refugio se han acumulado experiencias que, con ingenio, se diversificaron para afrontar los retos de la gran variedad de climas.

Virgilio escribió: "El cielo posee cinco zonas, una de las cuales siempre está rota y ardiente por el resplandor del sol". Sacrobosco, en su *sphaera Mundi*, proyectó estas cinco zonas celestiales en la tierra, y coincidía con la idea de que la parte central era inhabitable "Debido al fervor del sol...pero esas dos zonas..., cerca de los polos de la tierra, son inhabitables debido al intenso frío ya que el sol se encuentra muy alejado de ellas. Por lo tanto concluía que solamente las zonas templadas son aptas para la vida civilizada y la mayor parte del mundo clásico coincidía con él."¹⁷

Sin embargo, los antiguos reconocían que la adaptación era un principio esencial de la arquitectura. Vitrubio dijo en *De Arquitectura*: "El estilo de los edificios debe ser manifestante diferente en Egipto que en España, en Pontus y en Roma, y en países y regiones de características diferentes. Una parte de la tierra se encuentra abrumada por el sol en su recorrido; otra, se encuentra muy alejada de él; y por último, existe una afectada por su radiación pero a una distancia moderada".¹⁸

En el pensamiento arquitectónico contemporáneo existen numerosas aproximaciones tanto de la psicología humana como desde la estética. La interpretación del clima como factor principal es justificable, solamente, si el entorno climático influye directamente en la expresión arquitectónica. El Doctor Walter B. Cannon sostenía que: "El desarrollo de un equilibrio técnico estable en nuestro edificio debe observarse como uno de los más valiosos avances en la evolución de la edificación".¹⁹ Esta tesis o teoría puede confirmarse al observar las diversas formas de vivienda desarrolladas por grupos de origen étnico similar, establecidos en regiones climáticas diversas. Existen numerosos sistemas para clasificar las zonas climáticas de la tierra, siendo uno de los más utilizados el investigador Alemán W. Köppen. Adoptando como criterio la relación entre clima y

¹⁷ THORNDIKE, Lynn: "The Sphere of Sacrobosco and its Commentators", The University of Chicago Press, Chicago, Literatura Clásica, Capítulo 11, pp. 233-234.

¹⁸ VITRUBIO: "De Arquitectura", libro VI, Traducido por Frank Granger (Ariba), Literatura Clásica.

¹⁹ OLGAY, Víctor: "Arquitectura y Clima", Ed. Gustavo Gili, España, 1998.

vegetación, determina cinco zonas climáticas básicas tropical-lluviosa, seca, templada, boscosa-fría y polar.²⁰

Dentro de la arquitectura se ha venido determinando que las necesidades humanas, constituyen un factor determinante. Jean Dollfus investigador Francés, con su muestrario de viviendas características de todo el mundo, confirma que el principal objetivo que los constructores ha sido siempre la búsqueda de las condiciones óptimas de confort térmico. De acuerdo a resultados de análisis realizados concluye que la tipología constructiva se encuentra definida mas por las zonas climáticas que por las fronteras territoriales, aún existiendo variaciones, producto de la tradición o del gusto local, puede afirmarse que la forma general de la vivienda autóctona nace de su relación con el entorno²¹.

Los elementos básicos del clima (radiación solar, viento, precipitaciones, temperatura, humedad) están afectados y moderados por los elementos de la tierra incluyendo la topografía y los accidentes del terreno, el agua y las plantas. A gran escala los accidentes del terreno crean barreras al movimiento de las masas de aire, estas afectan las condiciones de humedad en los lados de barlovento y sotavento de las colinas y montañas. También afecta la temperatura a las diferentes alturas: La temperatura disminuye con la altitud. Los accidentes del terreno controlan el flujo y la distribución de la temperatura del aire formando impedimentos y canales para el movimiento. Crean vientos de valle katabatic que ascienden durante el día y descienden durante la noche, instalándose en el fondo de los valles en bolsas de aire frío. Las pendientes orientadas hacia el sur concentran la energía solar y producen micro ambientes diferentes a los que se encuentran en las pendiente en sombra, lo cuál afecta al tipo de vegetación y a su crecimiento.

La vegetación controla la radiación solar directa hacia el suelo y por lo tanto el calor irradiado por el suelo. Un bosque pueda absorber hasta el 90% de la luz que cae sobre él y en general reduce las variaciones máximas de temperatura a lo largo del año; también reduce la velocidad del viento a menos de un 10% de viento no obstruido y mantiene equitativamente las temperaturas del día y de la noche que una tierra sin árboles.

El agua tiene un control de impacto en el control del clima. Las grandes masas de agua absorben y almacenan un gran porcentaje de energía solar. Se calientan y enfrían mucho mas lentamente que las masas de tierra, y por lo tanto actúan con moderadores de la temperatura de la tierra mediante las brisas que

²⁰ KOPPEN, Geger: *"Handbuch Der klimatologie*, Volume I, Gerbruder Borntraeger, Berlín, Literatura clásica.

²¹ DOLLFUS, Jean: *"Les Aspects de L'architecture Populaire dans le Monde"*, Albert Monrancé, París, Litretatura Clásica.

soplan hacia ella. El proceso de evaporación del agua convierte la energía del sol en calor latente, reduciendo la temperatura del aire natural.

En el AMM los climas que predominan son secos extremos. La lluvia es escasa, la precipitación media se pueda observar que anda en 663.7 mm anual.²² El clima clasificado como seco semicálido, con lluvias en verano de acuerdo con la clasificación Köppen y modificada por Enriqueta García, es BS₁ hW, que corresponde, respectivamente:

B	Clima seco
S ₁	Estepario
h	Cálido
w	Lluvias en verano

El subíndice 1 en los climas BS (seco estepario) nos indica que las lluvias son en verano y escasas a lo largo del año. La precipitación pluvial media anual es del orden de 663.7 mm. La mayor frecuencia de lluvias se presenta en el mes de Septiembre, con 180.2 mm y los meses de Diciembre y Enero cuando se presentan las lluvias más escasas, de 15.4 y 10.4 respectivamente.

La temperatura media anual es de 21.9⁰C. El mes de Julio es el que presenta la temperatura media más alta 27.7⁰C, ligeramente mayor a la de Junio 27.6 ⁰C. El mes con la temperatura media más baja es Enero con 13.8⁰C. La temperatura mínima extrema es de -5.5⁰C en el mes de Enero y la máxima extrema es 43.0 en el mes de Mayo según las normales climatológicas.

El comportamiento de los vientos es sobre las base de las características del valle intermontano donde se asienta el AMM, lo cual se establece por la influencia orográfica de la Sierra Madre Oriental, así como las estructuras geológicas de los cerros de las Mitras, la Silla y el Topo Chico, al igual que el Cerro del Fraile y la de San Miguel. De tal manera que al año se tiene definidos dos cambios en la dirección de los vientos dominantes. Regularmente durante los meses de primavera y verano, se presenta una dirección del viento predominantemente este-oeste, que es originado por los que se denominan "vientos huastecos", mientras que los meses de otoño e invierno la dirección del viento predominante es del norte hacia el sureste, intensificándose en los meses de Febrero y Marzo.

²² Ver Apéndice 1: Normales Climatológicas AMM.

Entre los fenómenos especiales en el AMM tenemos al año: 56.10 días con lluvias apreciables, 149.95 días con lluvia inapreciable, 149.95 días despejados, 125.23 días medio nublados, 90.04 días nublado/cerrado, 0.09 días con rocío, 0.37 días con granizo, 1.83 días con heladas, 1.64 días con tempestades eléctricas, 4.17 días con niebla y es nula la cantidad de días con nevada.²³

En esta primera parte se ha mencionado lo referente a conceptos teóricos y teorías que hacen referencia a los elementos climáticos con relación al hombre. Se ha obtenido una descripción de los elementos climáticos en el AMM²⁴, región en la cual se está desarrollando la investigación. Estos datos son los que servirán para desarrollar la carta bioclimática de Víctor Olgyay, con la cual determinaremos la zona de confort para la vivienda. Siendo el punto de equilibrio entre las condiciones ambientales externas y las del interior de un espacio que permite la realización de las diversas actividades de los usuarios bajo condiciones confortables y satisfactorias.

²³ Ver Apéndice 1: Normales Climatológicas

²⁴ Ver Apéndice 2: Tablas climáticas de la región en estudio (AMM).

III.2. Confort Térmico En El Ser Humano

En el desarrollo de este tema se presenta el confort térmico en el ser humano, es decir las temperaturas operativas del individuo. Se ven aspectos relacionados de la incidencia de la temperatura en la salud y su comportamiento, los efectos con el medio ambiente. Con lo que se obtenemos un rango de temperatura que deben mantener los espacios con relación al confort térmico y con ello darle un valor por la razón de permitirle mayor o menor confort térmico, al igual que un ahorro de energía.

El modelo del organismo humano es el resultado de un proceso de evolución que ha durado millones de años, ha creado una sustancial adaptabilidad a las variables del medio ambiente del mundo en que vive, incluida su atmósfera. A pesar de ello existen límites a esta adaptabilidad, con lo cual la ciencia y la tecnología se ha ocupado de crear nuevas clases de entornos para el ser humano.

Para la condiciones de salud la temperatura del cuerpo debe mantenerse dentro de límites bastantes estrechos. Un aumento de temperatura de 5° C (9° F) probablemente cause la muerte, como también lo haría una reducción de sólo 3 a 4° C (de 5.5 a 7° F). Los alejamientos de esta banda de temperatura crítica pueden disminuir el desempeño motor como el cognoscitivo, de la misma manera que si hay grandes cambios en las condiciones ambientales en general.

Además de estos efectos, los cambios en el ambiente térmico pueden afectar la comodidad del individuo. Al igual que con la interacción entre el hombre y su medio ambiente, las sensaciones de comodidad resultantes experimentadas por el individuo dependen tanto de las condiciones del ambiente como de los factores individuales que el hombre aporta a la situación.

El confort térmico en el ser humano ha tenido un significado amplio. Algunos estudios han considerado más de 15 factores que son agradables o desagradables a las personas. Entre ellos figuran cuestiones estéticas, acústicas, contaminación, ambiental, espacial, entre las más representativas.

Es importante saber que los estudios de confort térmico se han venido efectuando desde antes del año de 1900²⁵. En ellos ha habido un aumento gradual en las temperaturas recomendadas. Los motivos de este aumento pueden ser los cambios en la manera de vestir y en las condiciones del trabajo, y las mejoras en los sistemas de calefacción y refrigeración. A partir de estos, se implementaron normas o sugerencias de valores de los parámetros de clima,

²⁵ MERICK Gay, Charles: "Instalaciones de los edificios", Ed. Gustavo Gili, Barcelona, p.p. 245-244.

dentro de los cuales el ser humano siente comodidad. La comodidad en la Gran Bretaña está definida entre 14.4 y 21.1 °C en la temperatura del aire en contacto con el cuerpo humano (58 a 70 °F), en los Estados Unidos de América entre 20.5 y 26.7 °C (69 a 80 °F) y en los trópicos entre 23.3 y 29.4 °C (74 a 85 °F) con humedades relativas entre 30 y 70 %. Estas especificaciones de temperatura y humedad que determinan la zona de comodidad, pueden verse modificadas por:²⁶

- 1). La presencia de viento; con lo cual el mecanismo de transferencia de calor por convección, se incrementa.

- 2). La incidencia de radiación; con lo cual se dificulta la salida de calor del cuerpo humano.

- 3). La ocurrencia de enfriamiento evaporativo en el aire que entrará en contacto con el cuerpo humano; lo cual aumenta la salida de calor del mismo.

- 4). La salida de radiación infrarroja del cuerpo humano, debido a superficies frías que lo circundan lo cual favorece la salida de calor del mismo.

- 5). La modificación de la temperatura del aire que entrará en contacto con el cuerpo humano, debido a la transferencia de calor por convección con materiales que conforman el medio ambiente y que son capaces de almacenar calor de manera sensible (estos materiales pueden ser los materiales de construcción del edificio).

El número de variables que pueden contribuir a la evaluación de la comodidad térmica constituyen una legión. Aparte de los aspectos físicos obvios del medio ambiente, (Rohles 1967) elaboró una lista de variables posibles, como el color y el tamaño de la habitación, la estación del año, la edad del sujeto, la actividad, la ropa y la duración de la exposición. A éstas, Fanger (1970) añadió la localización geográfica y nacional, la construcción del cuerpo, la posición de la mujer respecto a su ciclo menstrual, los ritmos circadienses y las diferencias étnicas.²⁷

²⁶ MORILLON, David: "Diplomado en Diseño Bioclimático", Módulo Elementos del Diseño Bioclimático, Chihuahua, 2000

²⁷ OBORNE, David: "Ergonomía en acción", Ed. Trillas, Literatura Clásica, México, p.p. 299-301.

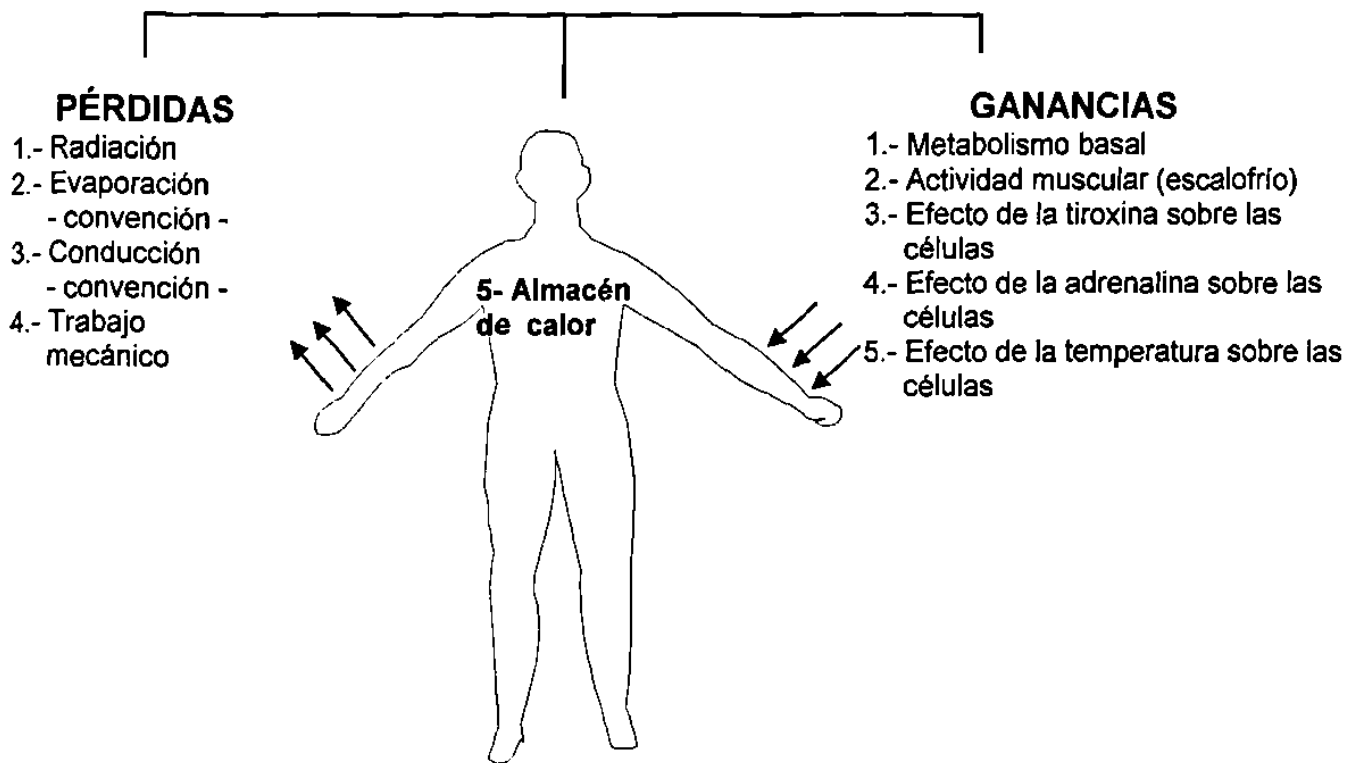


Fig. 1 BALANCE DE CALOR

Fuente: MORILLÓN, David: "Diplomado en Diseño Bioclimático", Módulo Elementos del Diseño Bioclimático, Chihuahua, 2000, p. 35.

Entre los factores que se refieren al ambiente térmico tenemos: temperatura del aire, Temperatura Radiante Media (TRM)²⁸ de las superficies que limitan el local, Humedad Relativa (HR) del aire, movimiento del aire (fig. 2). Estos pueden y deben regularse de modo que los ocupantes de un espacio acondicionado experimenten un equilibrio térmico con el cual la cantidad de calor cedida por el cuerpo humano se adapte a la cantidad de calor producida en el tipo de actividad desarrollada (fig. 2). Si la temperatura del cuerpo es mayor que la temperatura del medio que lo rodea, pasará una cantidad de calor mayor desde el cuerpo hacia afuera que en sentido opuesto.

²⁸ Pérdida de calor por radiación hacia las superficies que limitan el local. La temperatura radiante media, que refleja la naturaleza térmica del espacio que envuelve a los ocupantes, está comprendida generalmente entre 21 y 27° C.

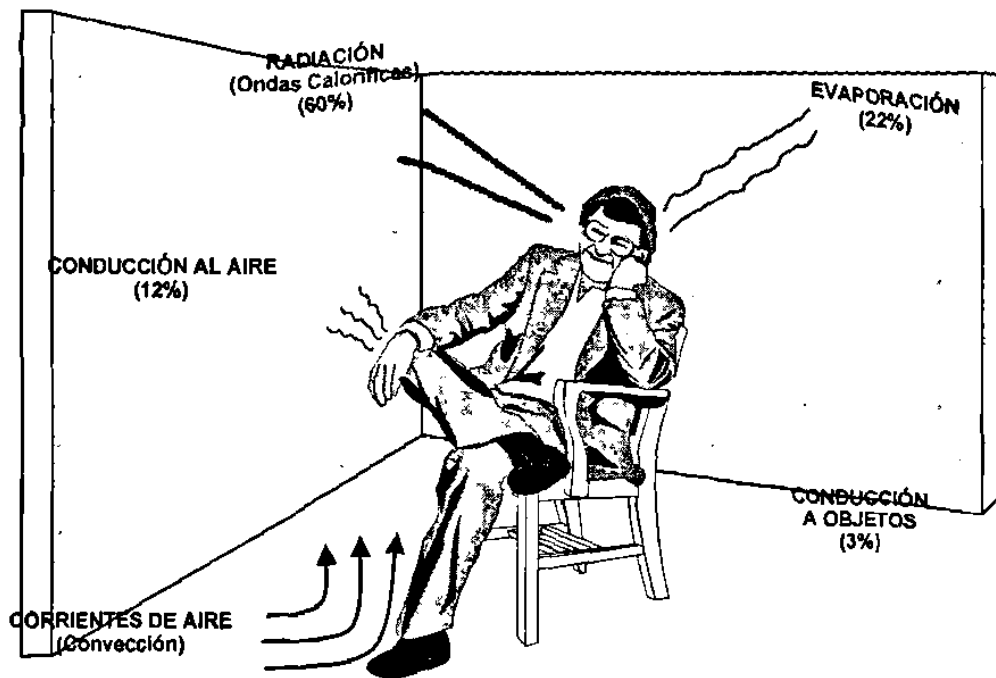


Fig. 2 Formas de propagación de calor del cuerpo con el entorno

Fuente: MORILLÓN, David: "Diplomado en Diseño Bioclimático", Módulo Elementos del Diseño Bioclimático, Chihuahua, 2000 p. 35.

Uno de los factores que dan la temperatura en el individuo son los alimentos que se introducen en el cuerpo humano, pueden considerarse como combustible que arde a una temperatura baja, suficiente para mantener el cuerpo a una temperatura de 37° C. Los valores del metabolismo varían entre amplios límites, dependiendo de la actividad física del individuo. La tabla 8 muestra que para los trabajos más duros la cantidad de calor cedida por el cuerpo es de unas 600 Kcal por hora, casi 10 veces el valor correspondiente a una persona que duerme (62.5 Kcal/hr). A las actividades sedentarias corresponden valores de unas 100 Kcal/hr, mientras que el trabajo en oficinas y despachos y la actividad comercial similar, da valores algo mayores, pero no tanto como las labores manuales.

TABLA 8. Valores de energía de metabolismo (M) para varios tipos de actividad (Valores para un hombre de 80 Kg, sin incluir los tiempos de descanso)		
Clase de trabajo	Actividad	M Kcal/hora
	Dormir	62.5
	Sentado, sin moverse	100
Trabajo ligero	Sentado con movimientos moderados de los brazos y el tronco (p. e j., trabajos de despacho, escritura a máquina)	100-140
	Sentado, con movimiento moderados de brazos y piernas (p. ej., tocar el órgano, conducir coche)	140-165
	De pie, trabajando ligere en maquina o banco, principalmente con los brazos	140-165
Trabajo moderado	Sentado, movimientos pesados de brazos y piernas	165-200
	De pie, trabajo ligero en máquina o banco, dando algunos pasos	165-190
	De pie, trabajando moderado en máquina o banco, dando algunos pasos	190-250
	Desplazándose, levantando o empujando objetos sin gran esfuerzo	250-350
Trabajo pesado	Levantando, empujando o tirando de objetos intermitentemente (p. ej., trabajos de pico y pala)	375-500
	Los trabajos más pesados sin descanso	500-600

Fuente: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), Handbook of Fundamentals, 1967.

Consideremos ahora el otro caso extremo, en que la temperatura del aire es de 37° C, con las superficies circundantes a una temperatura aproximadamente igual. Entonces no se desprenderá calor del cuerpo por convección ni por radiación, por que estos fenómenos sólo tienen lugar en dirección hacia un entorno a temperatura más baja. En esta situación todo el calor del cuerpo se pierde por evaporación, como se ve en la figura 3. naturalmente, los hombres pueden resistir temperaturas mayores a 40° C, en cuyo caso el equilibrio térmico del cuerpo sólo puede conseguirse gracias a la evaporación.

Volviendo ahora a una razonable temperatura del local de 25° C, con una temperatura aproximadamente igual para las paredes, en la fig. 3 se ve que la evaporación tiene una participación más pequeña, y que la pérdida por convección y radiación es bastante mayor que la pérdida por evaporación. Las últimas investigaciones que han culminado en el ASHRAE²⁹ standard 55-56 para el confort humano han establecido que a la temperatura normal la humedad relativa tiene un efecto aún menor que lo anteriormente se había creído.

Después del establecimiento de del estándar aceptado, Investigaciones efectuadas en el Estado de Kansas de los EUA han encontrado que la temperatura de 25.5° C es confortable cuando la humedad relativa es del 40% (fig.2).

Se observará que el estándar dice que "por muchas razones que no afectan al confort térmico la humedad relativa no debe bajar a menos del 20%". Esta

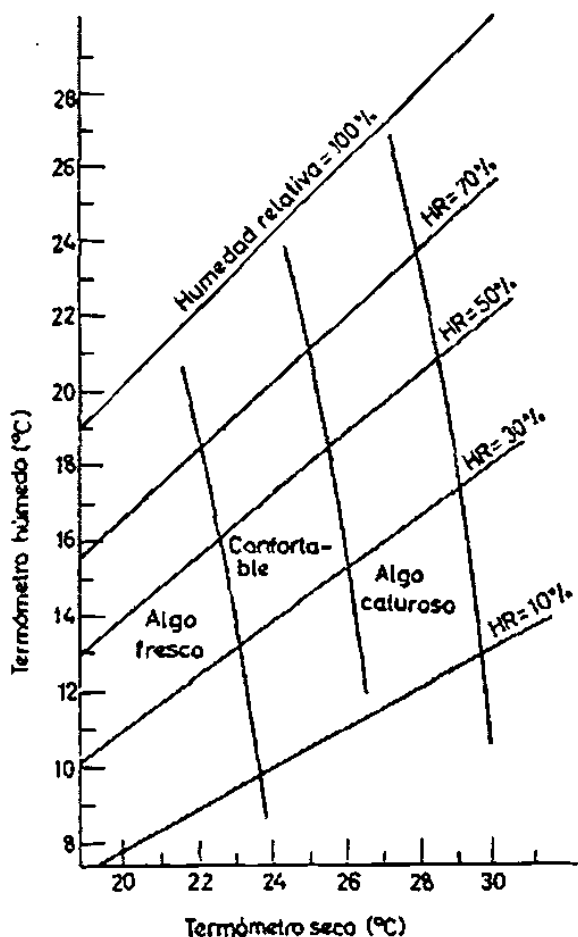


Fig. 4. Condiciones de confort, 1965. adaptado con autorización, de la obra *Criteria for Thermal Comfort*, de R. G. Nevins, publicada por el *Institute for Environment Research*, de la *Kansas State University*.

Fuente: MERICK Gay, Charles. "Instalaciones de edificios". Ed. Gustravo Gili, Barcelona, *Literatura Clásica*, p. 247.

²⁹ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Sociedad Norteamericana de Ingenieros Especialistas en Calor y Refrigeración).

opinión es de Charles Merick, que la humedad tiene un fuerte efecto sobre la madera de los muebles, los revestimientos y otros elementos de las instalaciones y acabados.

Tabla 9. Resumen de las condiciones para el confort térmico, según el ASHRAE Standard 55-56			
		Máxima Velocidad de variación	Si la diferencia entre los extremos del ciclo es mayor de
Termómetro seco	22.8-25° C	2.22° C/hora	1.11
HR	Inferior a 60%	20%	10%
TRM	Igual a la del aire o 1.4 temp. Sec/1.0	1.66 F/hora	0.38° C
Movimiento del aire	17.3-3.05 m/min		

Fuente: Merick Gay, Charles. Instalaciones de edificios. Ed. Gustravo Gili. Barcelona 1974. p. 248.

El uso de aire ya circulado tiene algunas ventajas en los locales ocupados. El movimiento tiende a unificar las condiciones térmicas necesarias para el confort. Así cuando el aire pasa suavemente entre los ocupantes arrastra consigo el aire caliente acumulado y la humedad desprendida por el cuerpo. El resultado es una sensación de frescor. El volumen de aire que circula depende principalmente de la cantidad de calor que debe ser introducida o eliminada del local, y generalmente determina una velocidad del aire comprendida entre 3 y 13 metros por minuto.

Cada una de las variables termales, la temperatura del aire, la velocidad del aire, la radiación y la humedad, puede, conjunta o separadamente, afectar la comodidad termal, es inútil intentar combinarlas para producir una escala de temperatura única. La escala más empleada de este tipo es la Temperatura Efectiva (TE), propuesta primeramente por Houghton y Yaglou en 1923. Infortunadamene, como en esta escala sólo se tiene en cuenta la temperatura del aire, la humedad y la velocidad, no es aplicable a los ambientes que contienen altos niveles de radiación térmica.

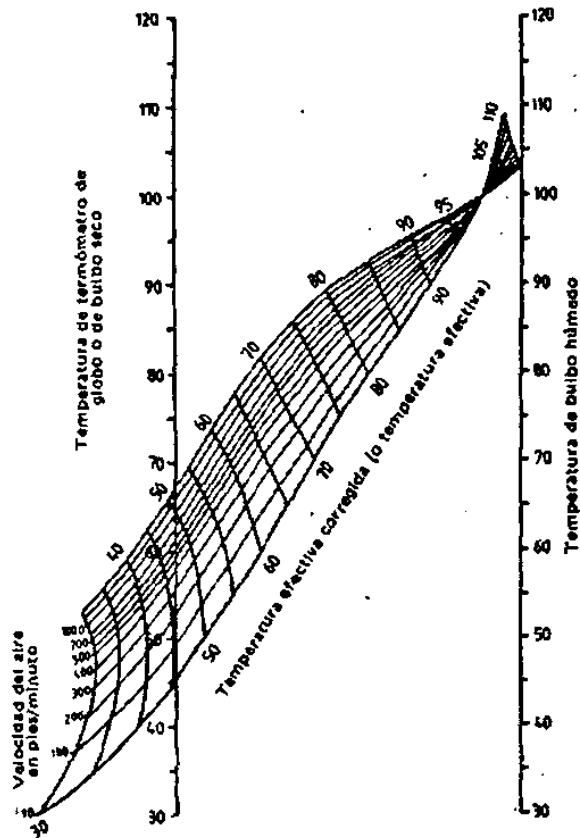


Fig. 5 Escala de temperatura efectivas corregidas (TEC)

Fuente: Osborne, David. Ergonomía en acción. Ed. Trillas. México 1996. p. 298.

Vernon y Warner (1932) aplicaron un factor de corrección por radiación a la escala TE mediante el uso de termómetros de globo para medir la radiación térmica, en vez de un simple termómetro de mercurio para medir la temperatura de bulbo seco. Su escala resultante, la escala de Temperatura Efectiva Corregida (TEC), se ha utilizado ampliamente en muchas condiciones y se muestra en la fig. 6, sin embargo, en condiciones normales la TE y la TEC son escalas que pueden tomarse como sinónimas.

Posteriormente se intentó reevaluar la escala TEC para ponerla más al día, por ejemplo, Nevins y Gagge (1972) sugieren que existe evidencia sustancial de que los criterios de temperatura para la comodidad térmica se elevaron gradualmente de un rango de 18 a 21° C (de 64 a 70° F) en 1900 a 24-26° C (de 75 a 79° F) en 1960. Estas variaciones los investigadores sugieren que se debe a, el resultado de los cambios en la vestimenta utilizados por el hombre y la mujer, así como los cambios de la construcción de las casas.

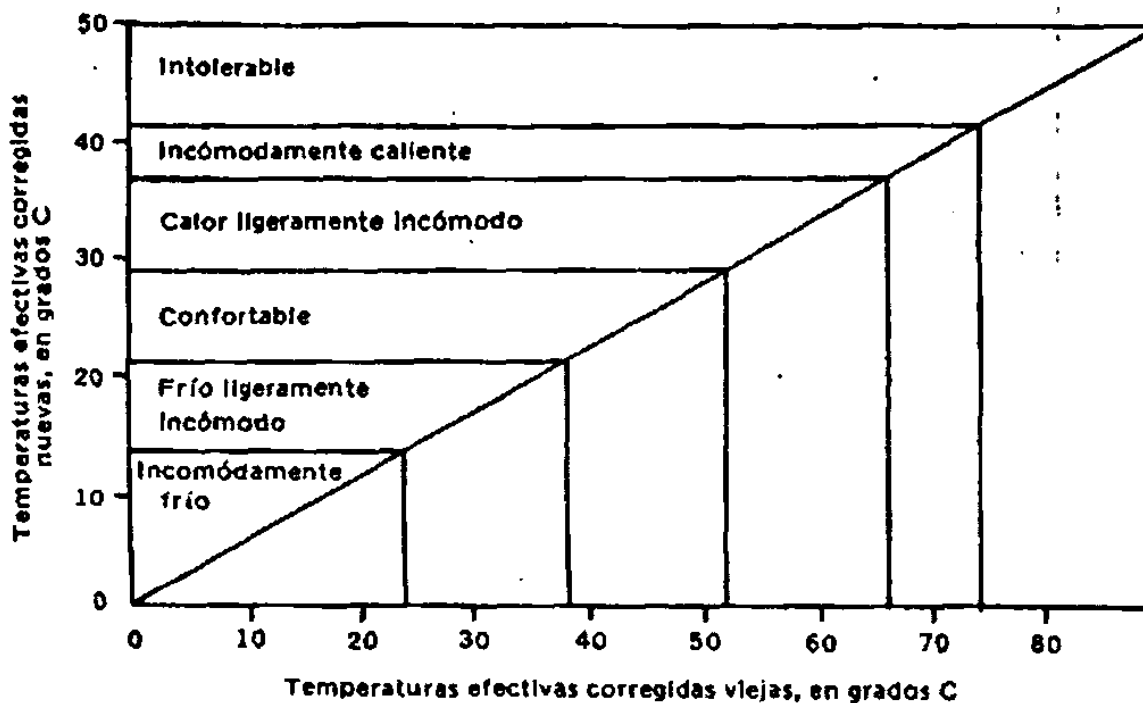


Fig. 6 Escala de temperaturas efectivas corregidas vieja y nueva.

Fuente: Osborne, David. Ergonomía en acción. Ed. Trillas. México 1996. p. 299.

La ASHRE comisionó diversos estudios con el fin de diseñar una nueva escala de comodidad: la escala de comodidad ASHRAE. Esta nueva escala de temperatura efectiva (denominada escala TE* para distinguirla de la vieja escala TE) se muestra en la figura 6 y se compara con la anterior escala TE.

Con esto podemos observar que la temperatura para tener condiciones confortables térmicamente se encuentra aproximadamente entre los 21.5 y 28.5°C. Lo cual nos da un intervalo de aceptación de confort hacia el cuerpo humano.

David Morillon investigador de la UNAM define lo que es zona de confort como el punto de equilibrio entre las condiciones ambientales externas y las del interior de un espacio, que permite la realización de las diversas actividades de los usuarios bajo condiciones confortables y satisfactorias. Para determinar la zona de confort para el AMM, utilizaremos la fórmula Szokolay 1984, denominado Termopreferéndum (concepto acuñado por Humphreys y Auliciems y que varía según el lugar y la época del año en función de la temperatura media mensual).

Este concepto se expresa así:

$$T_n = 17.6 + 0.31 (T_{amb}) \text{ en } ^\circ\text{C}$$

donde:

T_n = es la temperatura de neutralidad

T_{amb} = es la temperatura media mensual ambiente

Los límites de su aplicabilidad práctica (por efectos de la presión de vapor de agua) se fijan entre los 18.3°C y los 29.5°C de la temperatura de neutralidad, mientras que la zona de confort puede tomarse como ± 2.5 de esa misma temperatura.

Para la temperatura media mensual ambiente se tomarán los datos publicado en las NORMALES CLIMATOLÓGICAS, que incluyen las lecturas promediadas de varios años de los observatorios y de las estaciones meteorológicas de todo el país. La institución encargada en México de proporcionar esta información es la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través de la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.

III.3. Diagnóstico Del Confort

Algunos escritores consideran que el límite superior de temperatura que puede resistir el hombre se da en el punto de insolación debido a la radiación solar y que el límite mínimo es el punto de congelación³⁰. La temperatura ideal del aire debe encontrarse entonces a mitad de camino entre estos dos extremos.

Experimentos realizados en la Fundación John B. Pierce demuestran que al someter a animales a túneles de temperatura variable, prefieren permanecer a 21 °C, es decir en la zona media entre los puntos que exigen un mayor gasto energético de adaptación al ambiente³¹. Por lo tanto, algunos estudiosos afirman que el ser humano con una temperatura corporal media de 37 °C, al buscar unas condiciones térmicas favorables, escoge intuitivamente aquellas áreas en las cuales la temperatura se encuentra entre el frío que puede tolerar sin estar demasiado incómodo y el punto que le permita adaptarse al calor, sin que sus sistemas circulatorios y de secreción tengan que realizar un esfuerzo excesivo.

En el Departamento Británico de Investigaciones Científicas e Industriales, dirigido por los doctores H.M. Vernon y T. Bedford, llegaron, a través de numerosas investigaciones y experimentos, a definir las condiciones de confort. Vernon afirmó que las temperaturas ideales, con poco movimiento del aire, menos de 0,25 m/s, son: 19 °C en verano y 17 °C en invierno. Bedford sitúa la temperatura interior ideal en 18 °C durante el invierno y define una zona de confort entre los 13 y los 23 °C. El estándar alemán se sitúa en 20,8 °C, con un 50% de humedad relativa. S.F. Markham propone un margen de temperatura entre los 15,6 y los 24,4 °C como zona de confort ideal, con una humedad relativa al mediodía entre el 40 % y el 70 %. El C.E.P. Brooks declara que la zona de confort británica oscila entre los 14 y los 21,1 °C; en Estados Unidos dicha zona de confort se sitúa entre los 20,56 y los 26,7 °C; en los trópicos entre los 23,3 y los 26,7 °C; con una humedad relativa entre el 30 % y el 70 %³².

La Estación Experimental de la Commonwealth Australiana desarrolló experimentos psicológicos que sugerían que, en unas condiciones climáticas dadas, la temperatura seca proporciona una sensación satisfactoria de calor hasta el momento en que se produce la transpiración general.

Científicos americanos han intentado establecer una medición psicológica, combinando los efectos de la temperatura, de la humedad y del movimiento del

³⁰ MARKHAM, S.F.: "Climate and the Energy of Nations", Oxford University Press, Londres, Literatura Clásica.

³¹ HERRINGTON, L. P.: "Human Factors in Planning for Climate Control", Building Research Advisory Board, Washinton, D.C., Literatura Clásica.

³² BROOKS, Charles Ernest P.: "Climate in Everyday life", Ernest Benn, Londres, Literatura Clásica.

aire, denominada escala de Temperatura Efectiva (TE). Este grupo sitúa la humedad relativa entre el 30 % y el 70 %. Según Houghton y Yaglou la TE óptima se encuentra en los 18,9 °C, pudiendo oscilar entre los 17,2 y los 21,7 °C, tanto para los hombres como para las mujeres (en reposo y vestidos normalmente). Algunos laboratorios e investigadores de campo han llegado a la conclusión de que el índice TE sobrevalora el efecto de la humedad en la sensación de calor moderado y confort a temperatura normal, y que subestima esta influencia a temperaturas muy altas³³. Posteriormente, Yaglou desarrolló un método para mejorar el índice TE basándose en la temperatura media de la piel.

Las fuentes anteriormente mencionadas sirvieron como base para la definición de la "zona de confort". Sin embargo, debe resaltarse que, considerando la gama de observaciones y opiniones, no existe un criterio único para poder realizar una evaluación precisa del confort. Quizá podría definirse en negativo, es decir, como la zona en la cual no se produce un sentimiento de incomodidad. Una franja muy similar a la zona de neutralidad térmica, que varía según los individuos, los tipos de vestido y la naturaleza de la actividad que se realiza.

Asimismo, depende del sexo; en general, las mujeres prefieren una temperatura efectiva un grado más elevada que los hombres. La edad juega también un papel importante en los requerimientos térmicos, las personas mayores de 40 años prefieren generalmente una temperatura un grado más elevada que los hombres o mujeres menores de esa edad. De acuerdo con la localización geográfica, la adaptación afecta la zona de confort elevando los requerimientos térmicos.

La franja de confort no tiene límites reales; a partir de su zona central la neutralidad deriva sutilmente hacia un cierto grado de tensión y de éste pasa directamente a alcanzar la situación de incomodidad. Como consecuencia, cualquier perímetro definitivo del confort estará basado en asunciones arbitrarias.

En caso de acondicionamiento mecánico, la situación deseada deberá situarse, hacia el punto medio de la neutralidad térmica. En aquellos edificios en los que se intenta equilibrar la calidad ambiental por medios naturales, no pueden exigirse condiciones tan estrictas. En estos casos, el criterio a adoptar es el de que el perímetro de la zona de confort vendrá definido por aquellas condiciones en las cuales una persona media no experimente sensación de incomodidad.

III.3.1. Confort Térmico En Interiores

³³ ROWLEY, Jordan y Zinder: "Comfort Reactions of Workers, Heating, Piping and Air Conditioning", ASHVE Journal Section, Literatura Clásica, p.131,

Para obtener un adecuado diseño del espacio arquitectónico se debe desarrollar primero un inventario de parámetros climatológicos útiles a fin de establecer con la mayor precisión posible las características atmosféricas del lugar donde se pretenda ubicar la construcción. El conocimiento preciso de las variaciones de temperatura y humedad del aire, la dirección e intensidad del viento y las horas de sol disponibles, facilitan la toma de decisiones al proponer los diseños que cumplan los requerimientos que el propio clima impone. De esta manera, se pueden definir las características de la edificación y, si es necesario determinar el permitir o rechazar el rayo de sol, el paso del viento y el empleo de determinados materiales de construcción, los cuales se establecen de acuerdo con las exigencias de almacenamiento de calor o de enfriamiento de la edificación.

Con el estudio de las relaciones de temperatura y humedad en las que el cuerpo humano logra el equilibrio termohigrométrico, se han diseñado métodos que permiten relacionar estas condiciones de bienes con las características atmosféricas exteriores, de ese modo; se han propuesto estrategias que proporcionan el establecimiento de las condiciones de bienestar en diversas situaciones climáticas.

III.3.2. Método De Olgay

El diagrama bioclimático diseñado por los hermanos Olgay, pioneros en el conocimiento del bienestar térmico, establece las condiciones de bienestar térmico humano en una zona referida a la temperatura del aire en grados centígrados (TBS) y a la humedad relativa en porcentaje (HA). Dicha zona se relaciona con ambientes distintos que se provocan en diversas combinaciones de temperatura y humedad (sofocantes, húmedos, secos)

En su diagrama los hermanos Olgay (Fig. 7, Pág. 48) proponen estrategias que se deben satisfacer para restablecer las condiciones de bienestar: determinar la velocidad del aire, así como gramos de agua por kilo de aire seco, potencias de radiación solar por hora, temperaturas medias radiantes de superficies cercanas, una temperatura límite para propiciar el ocultamiento del rayo solar, y los límites de tolerancia para ciertas actividades, proponiendo resistencias necesarias, proporcionadas por el aislante térmico de la ropa (CLO)

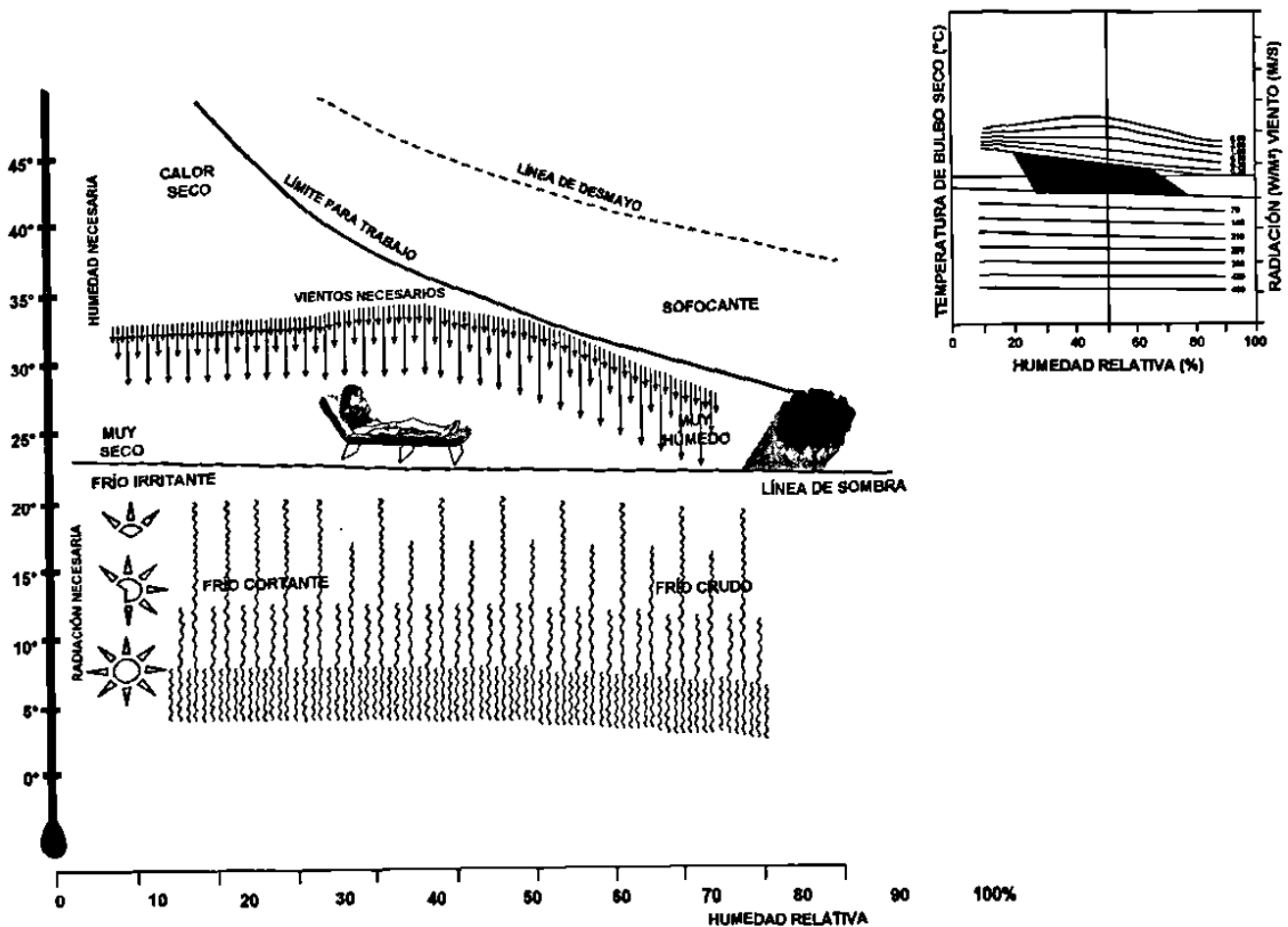


Fig. 7 Índice Esquemático del Bioclima

Fuente: MORILLÓN, David, "Diplomado en Diseño Bioclimático", Módulo Elementos del Diseño Bioclimático, p.39

El trabajo realizado por los hermanos Olgay ha sufrido críticas como³⁴:

- a) El análisis fisiológico con estudios acerca del rendimiento del trabajo, y no el bienestar térmico.
- b) Carecer de los medios para determinar los límites de la zona de bienestar para otros climas.
- c) Considerar la humedad relativa con elemento de criterio, y no la humedad absoluta, que permite uno más apropiado.
- d) Establecer una temperatura como límite para propiciar el ocultamiento del rayo solar, cuando depende de otros factores. como las variaciones de temperaturas del exterior, el amortiguamiento y retraso de temperaturas en interiores,

³⁴ Lacomba, Ruth; "Manual de Arquitectura Solar", Ed. Trillas, México, 1991, p.25 y 26.

propiciadas por los materiales de construcción, y el diseño del edificio (inercia térmica).

e) Emplear sólo la ventilación, el humedecimiento y la protección solar como dispositivos correctivos, sin considerar soluciones en forma de conceptos que beneficien el diseño arquitectónico, excepto el ocultamiento y aprovechamiento solar

El diagrama bioclimático de los hermanos Olgay permite analizar de mejor manera los requerimientos en climas en los cuales las diferencias de temperaturas del día y la noche, en el interior y el exterior de un edificio, no son muy grandes (climas cálido húmedos), y se considere de esta manera por el alto contenido de agua en el aire que retiene el calor del ambiente.

La aportación del método de los hermanos Olgay, se establece con el hecho de relacionar ambientes exteriores con los requerimientos de bienestar, en los que se determinan las correcciones necesarias para lograr un ambiente interior adecuado, y se da pauta a posteriores estudios que permiten profundizar en el conocimiento del índice de bienestar térmico.

III.3.3. Método Givoni

El método diseñado por B. Givoni se basa, al igual que el diagrama bioclimático de Olgay, en establecer una zona de bienestar referida a los valores de temperatura y humedad del aire, que se traza sobre un diagrama psicrométrico. En este diagrama, los límites se determinan con la temperatura medida con termómetro de bulbo seco y la tensión de vapor del agua, medida en milímetros de mercurio (Ver Fig. 8, Pág. 51).

La zona de bienestar se establece para personas aclimatadas con una actividad sedentaria (un MET) y vestidas con ropa ligera de verano (un CLO). Esta zona se delimita entre los 21 y los 26 °C y entre los 5 y 17 mm de Hg, con límites soportables de 20 a 28 °C y hasta 20 mm de Hg.

El método de Givoni propone, sobre el diagrama psicrométrico, una serie de precauciones y estrategias que deberán considerarse si las condiciones del clima exterior lo establecen. Estas recomendaciones permiten ajustar el clima interior de la edificación, con una solución arquitectónica que facilita el restablecimiento de las condiciones de bienestar y equilibrio termohigrométrico para el hombre.

Las estrategias se logran con los datos meteorológicos de entrada, que al ubicarse sobre el diagrama, permiten determinar si la solución arquitectónica propuesta es correcta o no, de acuerdo con el clima del lugar.

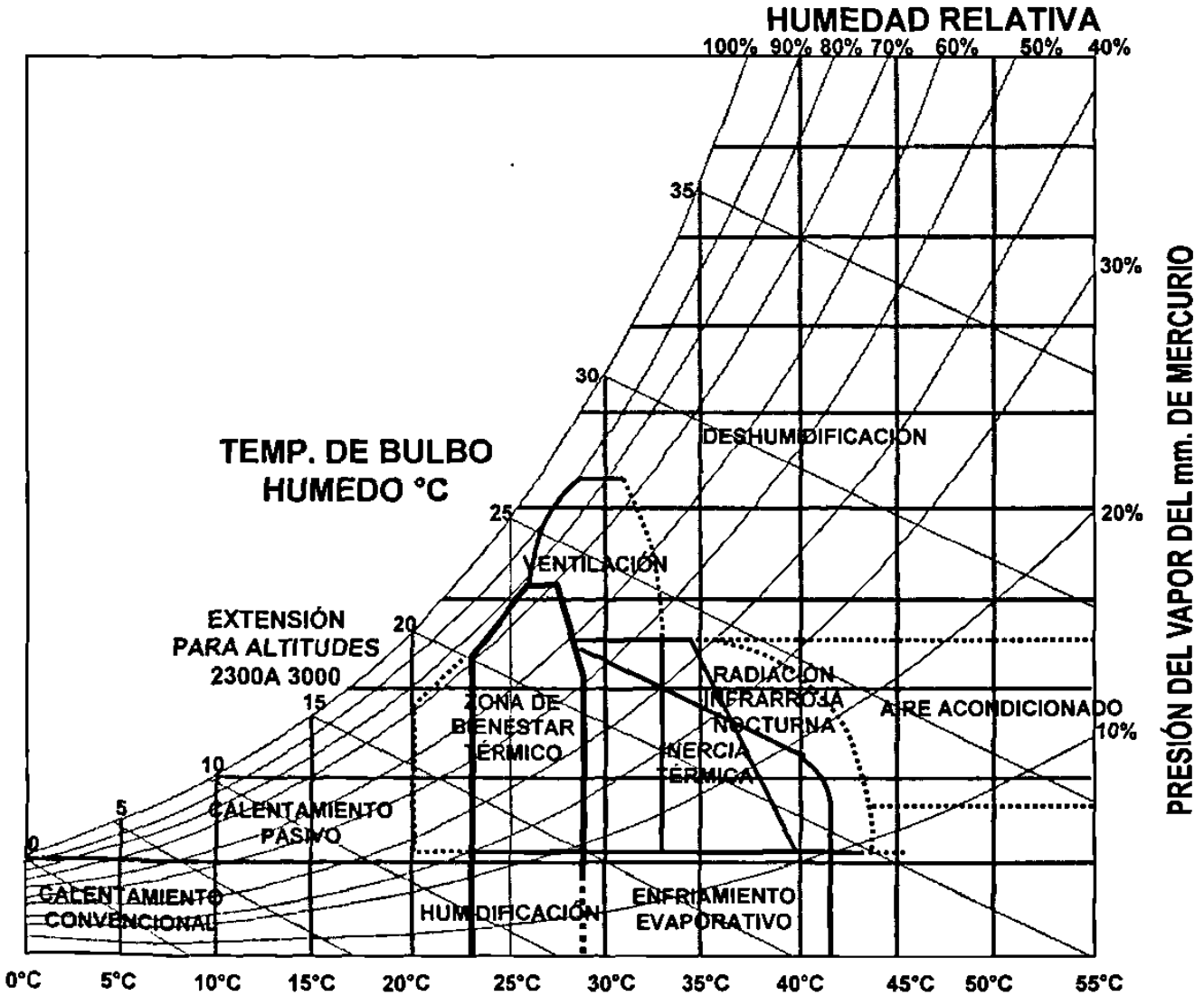


Fig. 8 Diagrama Psicrométrico de Barouch Givoni

Fuente: MORILLÓN, David. "Diplomado en Diseño Bioclimático". Módulo Elementos del Diseño Bioclimático. p.44

En otra parte se ha mencionado que la envoltura y la estructura del espacio arquitectónico cumplen la función de estabilizar, las temperaturas interiores; lo cual permite que las variaciones que se registran en el exterior se puedan atenuar en el interior, y que las diferencias entre las temperaturas máxima y mínima sean casi imperceptibles en el interior de la edificación. Esto se puede realizar con un apropiado diseño del espacio y una adecuada selección de materiales para la construcción, .

De acuerdo con lo anterior, la inercia térmica beneficia aquellos climas que no presentan humedad elevada, de manera que se logra un adecuado

amortiguamiento y atraso en tiempo de las temperaturas máximas y mínima en el interior. Esto no sucede en climas húmedos al, no presentar fluctuaciones importantes, lo cual disminuye su actividad.

Como se ve en el diagrama (Fig. 8, Pág. 50), la zona de masa térmica (inercia térmica) se limita cuando la tensión de vapor de agua llega a los 17 mm Hg. Al aumentar la humedad del ambiente, se propone aprovechar la ventilación natural para restablecer las condiciones de bienestar.

Las condiciones del clima donde se pueden aprovechar las corrientes de viento son más cálidas y húmedas. Y aún se puede ver en el diagrama. Esto aplica la utilización de ciertas velocidades del aire (menores que 1.5 m/s), porque al aumentar su velocidad es sensible al cuerpo y provoca malestar.

El objetivo de dicho método es, entre otros, tener ahorro energéticos durante la época cálida o fría del año, que provienen del clima exterior, de la inercia térmica del edificio, de la forma y dimensión de vanos y de la protección que se les dé durante la noche para evitar pérdidas nocturnas. Esto implica que cuanto más apropiados sean los propuestos, menor será la carga energética para contar o enfriar los espacios. En síntesis describimos el planteamiento de sus propuestas.

Calefacción

Esta zona de calefacción depende de las propiedades térmicas de los materiales que forman la envoltura y estructura del edificio; permite reconocer cuando las condiciones exteriores (aprovechamiento de la radiación solar) no satisfacen los requerimientos de calor necesarios, lo cual indica la necesidad de utilizar mecanismos activos o convencionales de calefacción. La recomendación es aprovechar el efecto del rayo de sol e impedir las pérdidas de calor que se puedan generar en el interior de la edificación (véase fig. 8, Pág. 50).

Calentamiento solar

En esta zona se recomienda aprovechar el rayo de sol para elevar la temperatura en el interior de los edificios, procurando no llegar al sobrecalentamiento (efecto de invernadero) y protegiendo el interior por la noche, para evitar las pérdidas por radiación y ventilación nocturna.

Masa térmica

(inercia térmica)

La recomendación es evitar la penetración solar y la ventilación durante el día para reducir las ganancias de calor en los interiores, de manera que ceda el calor

acumulado en el periodo nocturno. Los beneficios que se pretenden con la masa térmica se logran con una adecuada selección de materiales para la construcción y por el diseño arquitectónico, que permiten amortiguar y retrasar los efectos provocados por la radiación solar.

Masa térmica con ventilación nocturna

En esta zona se recomienda emplear superficies reflejantes en el exterior de la construcción, de modo que se propicie el enfriamiento de la envoltura y estructura del edificio durante el periodo nocturno. para disminuir las ganancias de calor en el interior de las construcciones.

Ventilación

Como se ha mencionado, los beneficios por ventilación se pueden lograr en ciertas combinaciones de temperatura y humedad al mover y desalojar tanto el aire caliente acumulado como la humedad desprendida por los ocupantes del espacio .

Enfriamiento evaporativo

Este enfriamiento consiste en proporcionar agua al poniente, con el propósito de disminuir la temperatura del aire seco, lo cual se logra por la gran capacidad que tiene el agua de absorber y retener el calor.

Acondicionamiento de aire

Cuando se han agotado los recursos de diseño arquitectónico que proporcionan índices de bienestar, el acondicionamiento de aire será necesario y tendrá una carga térmica mínima.

Diagrama bioclimático propuesto por B. Givoni es un elemento diseñado para determinar soluciones a nivel comparativo, y es útil en la concepción inicial de una arquitectura adoptada al clima.

Como se ha podido observar. la condición de bienestar térmico se logra el relacionarse diversos elementos, en que los parámetros climatológicos útiles son temperatura del aire, humedad relativa, dirección e intensidad del viento, radiación solar, precipitación de lluvia; y los factores relativos a la persona, como actividad, edad, sexo, vestido.

IV. EVALUACIÓN TÉRMICA DE LA VIVIENDA

IV.1. Comportamiento Térmico De Los Materiales

El hombre siempre ha buscado el resguardo de las inclemencias del tiempo con los materiales de construcción que tiene a su alcance, y en la actualidad nuestra comunidad no es la excepción. Los procedimientos constructivos tradicionales han evolucionado conforme el desarrollo tecnológico; en esta región hace muchos años antes que aparecieran las máquinas para explotar los yacimientos de piedra, las construcciones eran de adobe o de sillar. El área del Barrio Antiguo es el caso, siendo un conjunto de más de 70 años con casas que tienen muros de más de 20 cm de espesor con materiales de alta masa térmica.

Estas casas fueron construidas con espacios amplios y amplias áreas en muro para colocar ventanas, las techumbres se colocaban a una altura mayor de 3.00 mts. sobre el nivel del piso terminado, por lo cual se tenía un confort térmico por los considerables volúmenes de aire.

La tecnología llegó y dotó de equipo para la extracción de roca en los yacimientos de la región, dando como resultado lo que conocemos hoy en día como block de agregado y de cemento, los cuales dieron resultados favorables en la construcción para levantar muros de mampostería y el nuevo sistema resultó con ventajas económicas y facilidad en la fabricación, aunque con otros factores diferentes en el comportamiento térmico, los cuales los podremos observar más adelante.

Los materiales tradicionales para la construcción que se tienen en la región no cuentan con las características de aislamiento térmico requeridos, para poder retener la considerable carga térmica solar que recibimos durante el día. De tal forma, se manejan criterios de diseño bioclimático para reducir este impacto térmico, como por ejemplo: aleros, elementos naturales, alturas de piso a techo, ventilación corrida, orientación respecto a la montea solar, entre otros.

La arquitectura regional, ha procurado la búsqueda de aislamiento térmico, debido a las condiciones climáticas que prevalecen en la zona (excesiva penetración de la radiación solar). Ello generó la edificación de muros de piedra de escasas aberturas para definir la envolvente hermética que proteja de la agresión del medio. Pequeñas ventanas y el pórtico se presentan a paño de muro de la

forma más simple, aunque en ocasiones el pórtico es enmarcado por enramadas para sombrear la entrada³⁵.

Las consideraciones por parte de Luis Pedraza de la Universidad Mexicana del Noreste muestran un gran sentido de los materiales con el envolvente de la vivienda, por lo cual tendremos que conocer los criterios referentes a la trasmisión de calor en ellos (Tabla 10). La trasmisión de calor se da por medio de tres formas diferentes: Conducción, Convección y Radiación, las cuales van a depender directamente de las características del cuerpo que recibe el calor, la fuente de calor y del medio a través del cual se propaga.

Tabla 10. Características térmicas de diferentes materiales en la edificación

	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/kg grado C)	Calor específico volumétrico (kJ/m ³ grado C)	Conductividad (10 ⁻³ W/m grado C)	Resistividad (10 ⁻² m grado C/W)	Admisividad (kJ/s m ² grado ² C)	-Difusividad (10 ⁻⁴ m ² /s)
Aire	1.20	1180	1.4	28	38460	0.038	18570
Agua	1000	4190	4190	580	1720	2430	140
Hielo	930	2080	1920	28	38490	50	13
Roca							
granito	2700	1030	2780	1920	520	6340	890
caliza	2500	910	2270	1530	660	3480	670
arenosa	2000	730	1480	1290	770	1880	590
arena (seca)	1520	810	1230	500	2000	610	410
Arcilla (seca)	1600	800	1290	450	2220	580	350
Adobe	1500	1480	2220	580	1720	1290	260
Yeso	700	840	580	280	3570	160	470
Mortero cemento-arena	2130	890	1890	1400	710	2650	740
Mampostería de tabique						810	
ligera	1800	900	1440	580	1780	1210	390
mediana	1800	920	1860	730	1370	2030	440
densa	2000	1070	2140	950	1060	120	440
Vermiculita	700	880	620	190	5260	1690	310
Vidrio	2600	900	2340	720	1390	1120	310
Asfalto	1700	1140	1940	580	1720	174500	300
Acero	7760	450	3490	50000	20	482000	14300
Aluminio	2700	910	2460	200000	5	295900	81300
Cinc	7130	380	2690	110000	9	499800	40800
Plomo	11340	130	1470	340000	3	1760	231300
Concreto en general	2100	840	1760	1000	1000		570
agregado						1300	
ligero	1800	1000	1800	720	1390	2640	400
medio	2200	1000	2200	1200	830	3600	540
denso	2400	1000	2400	1500	670		620
Madera	600	1210	730	140	7140	100	190
Fibra de maderas	250	1080	280	50	20000	14	180
Triplay	560	1400	780	140	7140	110	180
Tablero aglomerado	800	1400	1120	150	6670	170	130
Placa de corcho	140	1800	250	50	20500	12	200
Lámina de asbesto-cemento	1500	900	1350	380	2780	490	270
Lana mineral (fieltro)	140	750	100	37	27030	4	370
Fibra de vidrio (manta)	100	650	65	42	23810	2.7	650
Poliestireno expandido	30	1700	50	33	30300	1.7	660

Fuente: TUDELA, Fernando: "Ecodiseño", Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México, 1982, p. 158.

En la vivienda se tiene fuentes de calor externas, originadas por las condiciones atmosféricas y la radiación térmica del sol, internas, ocasionadas por las personas, aparatos electrodomésticos, alumbrado y las generadas en la cocina.

³⁵ PEDRAZA, Luis: "Confort en la vivienda", Ed. Aprender a Ser, Universidad Mexicana del Noreste, Monterrey, 1999.

De acuerdo a la tabla 11, la mayor ganancia de calor en la vivienda es debida a fuentes externas, primeramente a través del techo, seguido por los elementos traslúcidos (ventanas) y finalmente por los muros. Al momento de utilizar equipos electrodomésticos de alta eficiencia se reducen las ganancias internas. Mediante sistemas de alumbrados con lámparas eficientes como las fluorescentes compactas. Usar solamente las hornillas de la estufa cuando sea necesario. Apagar los aparatos eléctricos o mecánicos cuando no estén en uso. Reduciendo las ganancias de calor internas hasta de el 20% del total.

TIPO DE FUENTE	FUENTE DE CALOR	PORCENTAJE (%)
Externa	Techo	60
	Elementos traslúcidos	15
	Muros	7
Interna	Estufa, alumbrado y otros	18

Fuente: PEDRAZA, Luis: "Confort en la vivienda". Ed. Aprender a Ser. Universidad Mexicana del Noreste. Monterrey, 1999.

Desde que se originaron las primeras civilizaciones, los materiales y la energía han sido utilizados por el hombre para mejorar su nivel de vida. En la vivienda los que se utilizan con frecuencia son: madera, concreto, ladrillo, aluminio, acero y vidrio.

Conforme se ha desarrollado la tecnología se han dado grandes avances en la constitución de los materiales, con el objetivo de proporcionar las características térmicas y acústicas entre otras, que al integrarlas con el diseño bioclimático producen el confort térmico. Debiendo cumplir del mismo modo con los requisitos mínimos de resistencia estructural con la finalidad de soportar las cargas propias de la vivienda y de los usuarios de la misma, así como proporcionar protección contra los elementos naturales. En el caso de la región noreste, uno de los más críticos es el de la radiación solar y el calor relacionado con ella, por lo tanto los materiales deben tener baja conductividad térmica.

Los materiales se dividen en dos grupos: los que forman la envolvente de la vivienda y le proporcionan resistencia mecánica, y los materiales que la protegen de las variaciones climáticas. Los correspondientes a los primeros son: el concreto y los morteros, cemento con agregados de arena y grava de diferente granulometría, según el uso que vaya a tener, el acero, ya sea en forma de varillas o perfiles estructurales, los bloques de concreto, ladrillo, bloques de concreto celular, el yeso, la madera y otros que son variaciones de estos mismos.³⁶

³⁶ Pedraza Barreda, Luis T. Confort en la vivienda. Editorial Aprender a Ser. Universidad Mexicana del Noreste. Monterrey, México. 1999.

Dentro de los materiales de protección, se encuentran los materiales aislantes, que no van a permitir el paso del calor a la vivienda o que no le van a permitir que salga en tiempo de frío, y los materiales reflejantes y de baja absorción los cuales reflejarán la radiación del sol. De este tipo de materiales existen una gran variedad, algunos manufacturados a partir de compuestos químicos como el poliuretano y el poliestireno.

En el caso de las pinturas aislantes, estas presentan una alta resistividad térmica, pero por tener un espesor de unos cuantos milímetros, la resistencia que presenta al paso del calor es reducida, el efecto principal de este tipo de materiales es que su reflectancia es alta, y su absorción es baja, tomando en cuenta que la principal ganancia de calor en la vivienda es debida a la radiación, su efecto es muy benéfico por que la cantidad de calor que pasa es bajo, y por lo tanto esta se calienta menos y el calor radiado desde la placa al interior de la vivienda disminuye considerablemente.

La investigación realizada por Luis Pedraza nos muestra en la tabla 12 el resultado de cuatro materiales empleados en la región en estudio, donde presenta las características térmicas y mecánicas. Estos materiales son: el ladrillo recocido de Milpa, el block de concreto, Panel W y el concreto celular CONTEC. Las pruebas a estos materiales se dieron con un espesor de 10 cm. Esto se resume en la tabla siguiente:

Tabla 12. Comparativa de los resultados				
Material	Resistencia térmica	Conductancia Térmica	Resistencia a la Compresión	% De absorción de Agua 24 Hs
	m²C/W	W/m²⁰C	Kg/cm²	
Concreto CONTEC	0.6252	1.5994	31.81	68.65
Block de concreto	0.3172	3.1526	152.71	5.28
Ladrillo recocido	0.1257	7.9555	125.03	17.92
Panel W PMO 2"	0.3761	2.6569	75.96	109.09

Fuente: PEDRAZA, Luis: "Confort en la vivienda". Ed. Aprender a Ser. Universidad Mexicana del Noreste. Monterrey, 1999.

Las características de los materiales que se utilizaron en la investigación son las siguientes:

Block de Concreto Celular.- se caracteriza por tener una serie de huecos o células sin comunicación entre sí, por lo cual tiene una gran ligereza y poder

aislante. Se produce por un procedimiento industrial, iniciándose el incremento de volumen entre 10 y 20 minutos de colado, dependiendo de la temperatura a la que se produzca la reacción química, prolongándose por una hora y media, después es cortado a la medida y secado en autoclave. La resistencia mecánica varía de acuerdo a su densidad y está entre 5 y 150 kg/cm², de acuerdo a la dosificación de sus componentes.

Para las pruebas se utilizó block Contec GP2 / 0.5 de 10 cm de espesor y en el manual de Contec Mexicana, S. A. De C. V. Reporta una resistividad térmica de 3.55 ft²h°F/BTU y resistencia a la compresión de 25 Kg/cm².

Block de concreto.- Con el cemento se fabrican toda clase de elementos constructivos, por medio de mezclas con diferentes agregados, según el producto que se vaya a elaborar. Los bloques para construcción, generalmente se hacen con un contenido de 150 a 200 Kg de cemento por metro cúbico de arena, sus dimensiones son de 20 por 40 cm, con diferentes espesores que pueden ser de 10, 15 y 20 cm (4, 6 y 8 pulgadas) variando la forma y dimensión de los huecos según el fabricante. Desde luego existen varias calidades, que dependen de la cantidad de cemento, granulometría de los agregados, la cantidad de agua en la mezcla y el tiempo y la forma de curado. La resistencia térmica es de 0.40 ft²h°F/BTU.

Ladrillo recocido o de Milpa.- son piezas prefabricadas que constituyen uno de los principales materiales, utilizándose para la formación de todo tipo de muros, paredes, pilares, arcos y bóvedas. La materia prima del ladrillo es la arcilla, que procede de la integración de rocas que contienen feldespatos³⁷. Actualmente, la cocción, se lleva a cabo en hornos de secado continuo eléctricos, de carbón o combustóleo. La resistencia mecánica de los ladrillos está entre 100 y 300 kg/cm² y una resistividad térmica de 0.87 ft²h°F/BTU. Las dimensiones más comunes son: 20X10X 5 y 29X14X5 cm.

Panel W PMO2.- Material construido con dos mallas de acero electro soldado, colocadas una a cada lado de una placa de poliestileno expandido, las mallas de acero están unidas por conectores de acero, soldados en las mallas, para dar soporte mecánico. El panel después de colocado recibe una capa de mortero de arena cemento en cada lado para dar acabado final del muro.

³⁷ Mineral de color blanco, amarillento o rojizo, brillo resinoso o anacarado, poco menos que el cuarzo, y que forma parte principal de muchas rocas. Es un silicato de alumina con potasa, sosa o cal y cantidades pequeñas de magnesia y óxidos de hierro.

El poliestireno tiene una densidad que varía de 10 a 30 kg/cm³ y en el muro acabado el fabricante reporta una resistividad térmica de 4.06 ft²h⁰F/BTU y una resistencia a la compresión de 10,270 kg/m.

La conductividad térmica (Tabla 13) indica la cantidad de calor que pasa por una superficie en cierta unidad de tiempo y por cada grado de temperatura.

La inercia térmica indica el tiempo que tarda en influir el calor almacenado en un muro o en una techumbre.

Tabla 13. Conductividad e inercia térmica de algunos materiales		
Material	conductividad	Inercia
Aire	0.021	5.45
Agua	0.50	61.8
Ladrillo	0.63	31.5
Piedra	1.56	21.8
Concreto	1.3-1.5	30.1
Tezontle	0.16	
Adobe	0.50-0.70	
Tierra seca	0.50	1.54
Madera seca	0.10-0.12	58.0
Madera prensada	0.07	72
Corcho	0.037	67
Vidrio	1.25	46
Fibra de vidrio	0.03	

Fuente: DEFFIS Caso, Armando: "La casa autosuficiente". Ed. Árbol, México, 1997, p. 47.

La conductividad térmica que tienen los materiales de transmitir el calor intermolecularmente, por la diferencia de temperaturas en dos caras opuestas. Para determinar la cantidad de calor que pasa a través de un elemento arquitectónico se utiliza la siguiente expresión:

$$CT = U \times S \times (AT)$$

Donde:

CT = Calor que pasa por una superficie

U = Coeficiente de trasmisión del calor

S = Superficie en M²

AT = Diferencia de temperatura entre interior y exterior

Cuando los elementos constructivos se componen de diversos materiales por ejemplo: tabique, yeso y aplanado de cemento, se emplea la siguiente expresión para determinar el coeficiente de trasmisión de calor:

$$U = \frac{1}{1/f_e + 1/f_i + e_1/k_1 + e_2/k_2 + \dots + e_n/k_n} = 1/RT$$

Donde:

U = Coeficiente de transmisión de calor

f_e = Coeficiente de convección exterior = 3v+10 (v=velocidad del viento)

f_i = Coeficiente de convección interior = 8 kcal/Hm²°C. Para superficies verticales

e = Espesor de los materiales

k = Coeficiente de conductividad térmica

RT= Resistencia al paso del calor

Los efectos del color tienen gran importancia, ya que afectan desde los siguientes puntos de vista:

Térmico: Reduciendo o aumentando las ganancias de calor.

Psicológico: Deprimiendo o motivando.

De reflexión: ocasionando deslumbramiento.

Color	% Reflejado
Blanco Cal	80
Amarillo limón	70
Amarillo oro	60
Azul claro	40-50
Rosa salmón	40
Gris cemento	32
Anaranjado	25-30
Beige	25
Verde vegetal	20
Ladrillo	18
Rojo	16
Negro	5

Fuente: Deffis Caso, Armando. La casa autosuficiente. Editorial Árbol. México 1997. p. 47.

Otro factor importante en comportamiento térmico en la vivienda es la altura de piso a techo. Luis Pedraza en su investigación realizada en el confort térmico de la vivienda menciona que el 45% de la vivienda cuenta con una altura de 2.30 mts y le sigue la altura de 2.40 siendo el 30%, posteriormente 2.50 mts. el 20%, el 2.0% de 2.20 mts., el 1.5% de 2.60 mts. y por último el 1.5% de 2.70 mts. Como se puede observar los datos de la investigación muestran una tendencia sobre la altura en el rango de 2.30 a 2.50. Esto sabemos que es meramente por cuestión económica, sin embargo unas cuantas hiladas añadidas de block, originan un ahorro de energía, que de tal manera con el tiempo quedan saldados los materiales que se puedan añadir a estas alturas, esto lo podremos observar más adelante en el análisis costo-beneficio.

Deffis Caso en su libro la casa autosuficiente menciona que las casas de interés social en México, se construyen con los techos a 2.30 mts. de altura y el material de la cubierta es una losa de concreto armado sin aislamiento térmico, por lo que almacena mucho calor en los días soleados.

Hace una referencia al manejo de por que la altura determinada de 2.30 mts. mencionando que el costo al momento de generar alturas superiores a la mencionada los costos de obra se elevan, sin embargo viéndolo desde el punto de vista de la evaluación de proyectos con respecto a un lapso mayor de 6 años, en razón de la energía consumida queda saldado el producto de los materiales. En esto debería de existir una mutua comunicación entre las dependencias gubernamentales de los tres niveles para solucionar estas problemáticas, planteando subsidios entre las mismas organizaciones y puedan apoyarse en este tipo de acciones, así como esta problemática existe un gran porcentaje, pero a medida en que la comunidad genere conocimiento y organizaciones más precisas se podrá llegar a dar soluciones mas optimas con un solo objetivo: mejorar la calidad de vida de las personas.

Las casas construidas generalmente con bloques de cemento y losa de concreto armado. Presentan una envoltura de material con baja masa térmica, es decir el calor y la radiación exterior son transmitidos rápidamente hacia el interior de la vivienda, lo que hace que desde el punto de vista energético esto sea un gravamen para las viviendas, puesto que los propietarios en las zonas cálidas y frías instalan aire acondicionado de ventana.

Lo que se debe buscar es elevar las alturas de losa y aislar adecuadamente, en lugar de mantener las alturas actuales y altos índices de consumo energético.

IV.2. Análisis Térmico De La Vivienda

En el desarrollo de la investigación se ha hablado de cómo calificar a la vivienda de acuerdo a sus características térmicas, pero ha hecho falta mencionar, las características con las que cuenta para tener una ganancia térmica; tal concepto es lo que se desarrollará en este tema.

La ganancia de calor se da debido a dos fuentes: las internas y las externas. En el caso de las internas son originadas por los aparatos domésticos que utilizan energía, como lavadora, secadora, horno eléctrico o de gas, estufa, refrigerador y otros similares, así como por las personas que se encuentran dentro de la vivienda. Las externas son debido a la radiación solar y a las condiciones atmosféricas, incluidas en esta dirección y velocidad del viento, árboles cercanos, losas y otros elementos, que puedan reflejar el calor³⁸.

Para determinar cuales son los requisitos de aire acondicionado o calefacción que requiere una vivienda se necesita hacer un balance térmico de la misma, determinando cuales son las ganancias de calor o pérdidas de calor por cada uno de los procesos que este trasmite, cuales son los materiales que se utilizan, determinando cual es el coeficiente de transferencia de calor de cada elemento.

IV.2.1. Balance Térmico

El cuerpo humano se considera como una unidad definida y se analizaron los procesos de su intercambio calorífico con el ambiente. Análogamente se considera el edificio como una unidad definida y se puede examinar los procesos de su intercambio calorífico con el ambiente exterior³⁹

Se produce conducción de calor a través de las paredes hacia dentro o hacia afuera, cuya medida se representara por Q_c ⁴⁰ (las componentes convectivas y radiante en la transferencia del mismo calor a las superficies están incluidas en el termino: transmitancia)

³⁸ PEDRAZA, Luis: "Confort en la vivienda", Universidad del Noreste, Ed. Aprender a Ser, México, 1999, pags. 65-77.

³⁹ MORILLÓN, Galvez: "Diplomado Diseño Bioclimático", Enfoque Bioclimático del análisis Térmico de Edificios, Chihuahua, 2000.

⁴⁰ Ganancia o pérdida de calor por conducción a través de la envolvente debida a la diferencia de temperaturas (interior y exterior)

Los efectos de la radiación solar sobre superficies opacas se pueden incluir en el apartado anterior utilizando el concepto de temperatura sol-aire, pero si es a través de superficies transparentes (ventanas) la ganancia de calor solar debe considerarse por separado. Se representa por Q_s .

El intercambio de calor en ambos sentidos se produce con el movimiento del aire, es decir con la ventilación, y su medida se representa por Q_v .

Ganancia interna de calor puede producirse por emisión calorífica del cuerpo humano, lámparas, motores y mecanismo. Se puede representar por Q_i .

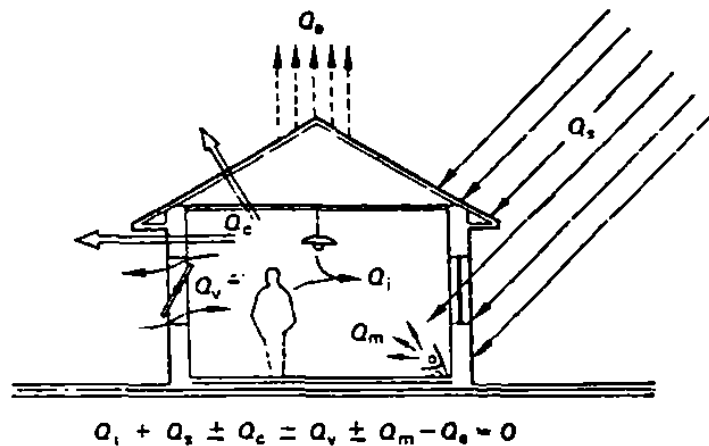


Fig. 9. Intercambio calorífico de un edificio

Fuente: MORILLÓN, David: "Diplomado en Diseño Bioclimático"
Módulo: Enfoque Bioclimático del Análisis Térmico de los Edificios, Chihuahua, 2000, p. 82

Puede producirse deliberadamente un aporte o eliminación de calor (calentamiento o enfriamiento), utilizando algunas fuentes externas de energía. El flujo calorífico de estos controles mecánicos se representa por Q_m .

Finalmente, si se produce evaporación en las superficies del edificio (por ejemplo, en el tejado) o dentro del (sudor humano o agua de una fuente) y se elimina el vapor, se producirá un efecto de enfriamiento, que se representara por Q_e .

La ecuación es la siguiente:

$$Q_s + Q_i \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_m - Q_e = 0$$

Donde:

- Q_s Ganancia por radiación solar directa sobre las superficies de la vivienda
- Q_i Ganancia de calor interna debido al metabolismo de las personas, aparatos domésticos e iluminación artificial
- Q_c Ganancia o pérdida de calor por conducción a través de la envolvente debida a la diferencia de temperaturas (interior y exterior)
- Q_v Ganancia o pérdida de calor por ventilación y filtración

- Q_M Ganancia o pérdida por acondicionamiento mecánico (calefacción o refrigeración)
 Q_E Pérdida de calor por evaporación

Todos los factores son, o se suponen que son fijos y determinados, la única variable dependiente (la cual hay que encontrar) es la Q_m , el flujo calorífico es el que hay que proveer mecánicamente (calefacción o aire acondicionado).

El diseño de edificios se enfrenta con una situación mucho más indeterminada. Tienen que tomar decisiones para determinar el tamaño, volumen y construcción del edificio, el tamaño y la orientación de sus ventanas, cualquiera de las cuales influiría en la magnitud de uno o varios de los factores del balance térmico.

Puede que haya o no un procedimiento establecido para la secuencia de decisiones a tomar, pero es útil tener presente la ecuación del balance térmico en cualquier decisión, para ver cual de los factores (y en que sentido) se afectan a causa de la decisión particular, y para pronosticar las consecuencias de varias soluciones alternativas de diseño.

Los controles mecánicos (Q_m) son costosos: por consiguiente, el diseñador debe tratar de que la suma de la ecuación sea cero sin que intervenga el componente Q_m , objetivo primordial del diseño bioclimático.

Ganancia solar (Q_s)

Este flujo de energía sólo puede ser positivo y se refiere a la aportación de calor por radiación solar. Como ya se ha definido anteriormente, la ganancia de calor absorbido por la superficie de un material es:

$$Q_s = G A \alpha ;$$

Donde:

- Q_s = Ganancia solar
- G = radiación solar incidente
- A = superficie que recibe los rayos solares
- α = Absortancia

Sin embargo, esta cantidad de calor será afectada por la relación de la transmitancia del elemento entre la resistencia superficial externa; así, la energía calorífica por radiación que pasa a través del material al espacio interior es :

$$Q_s = G A \alpha (u/fe).$$

Donde:

- Q_s = Ganancia solar
- G = Radiación solar incidente
- A = Superficie que recibe los rayos solares
- α = Absortancia
- u = Coeficiente de trasmisión
- fe = Conductancia superficial exterior

La radiación solar incidente (G) está determinada por la cantidad de energía radiante solar que se recibe a nivel extraterreno sobre una superficie normal a los rayos solares (esta cantidad de energía se halla en función del grado de actividad solar y de la distancia entre el Sol y la Tierra en un momento determinado, por el espesor de la capa de atmósfera que debe atravesar la energía radiante, por el grado turbiedad atmosférica y contenido de humedad. Y por el ángulo de incidencia de los rayos solares con respecto a una superficie dada .

Para aplicaciones arquitectónicas, en las cuales no se requiere excesiva precisión. se puede emplear como constante una intensidad de 930 W/m² como la energía susceptible de captar un metro cuadrado de superficie teóricamente negra, en posición horizontal con el sol en el cenit y considerando una atmósfera limpia con un grado de turbiedad bajo. También se muestran los valores teóricos de la proporción de radiación difusa para las mismas fechas.

Desde luego, tal cantidad de radiación teórica está en función de la posición real del sol para un lugar y tiempo determinados. Para precisar la posición del sol y el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre cualquier superficie. se debe recurrir a la geometría solar ya la trigonometría esférica .

La mayor ganancia de calor en la vivienda se debe a la radiación solar, siendo alrededor del 70% del total en la cual influye elementos traslúcidos que ganan entre el 15 y 20% dependiendo de la orientación, seguida por las ganancias internas que llegan a representar hasta el 20% del total, y solo de un 8 a 12% por conducción y convección.

En verano las ganancias típicas de una vivienda se muestran en la tabla 15 a continuación:

Techos	60%
Norte	6%
Sur	1%
Oriente	7%
Poniente	8%
Otras	18%

Fuente: Pedraza, Luis. Confort en la vivienda. Universidad del Noreste. Editorial aprender a ser. México 1999.

a) Determinación De La Posición Solar

A fin de determinar la posición solar, primero se debe establecer la declinación para el día específico de análisis. Esto se puede hacer mediante la ecuación de Cooper:

$$D = 23.45 \text{ sen } 360 (284 + n) / 365,$$

donde:

D = declinación del sol, y

n = número del día del año.

La altura solar y el acimut se pueden obtener si se aplican las ecuaciones siguientes:

$$\text{sen } h = \text{cos } L \text{ cos } D \text{ cos } T + \text{sen } L \text{ sen } D,$$

$$\text{sen } z = \text{cos } D \text{ sen } T / \text{cos } h,$$

donde:

h = altura solar ,

L = latitud del lugar ,

D = declinación solar ,

T = ángulo horario⁴¹, y

z = acimut.

b) Determinación Del Ángulo De Incidencia

El ángulo de incidencia formado por el rayo solar y la normal de una superficie cualquiera, que no sea horizontal, se puede obtener mediante la fórmula siguiente:

$$\text{cos } \theta = (\text{cos } h \text{ cos } C \text{ sen } S) + (\text{sen } h \text{ cos } S),$$

⁴¹ Ángulo horario. en el cual una hora es igual a 15 grados, de manera que las 12:00 hr = 0°, las 11:00 hr = 15° y las 13:00 hr = -15°.

donde:

θ = ángulo de incidencia.

h = altura solar .

C = ángulo formado entre el acimut del rayo solar y la proyección horizontal de la normal de la superficie (orientación de la fachada). y

S = Inclinación de la superficie con respecto al plano horizontal.

Si la superficie es vertical:

$$\cos \theta = \cos h \cos C$$

De esta forma. la intensidad de radiación solar cuando el sol tiene un ángulo de altura (h) sobre el horizonte es:

$$G = I \sqrt{\sin h}$$

donde:

G = Radiación solar incidente

I = Energía Solar incidente

h = Altura solar

Cuando la radiación incide sobre una superficie no horizontal, se puede calcular mediante la fórmula que sigue:

$$G = I \sqrt{\sin h \cos \theta}$$

donde:

G = Radiación solar incidente

I = Energía Solar incidente

h = Altura solar

θ = Ángulo de incidencia

Otra forma de determinar la ganancia solar es por medio de la gráfica solar y el diagrama de superposición para calcular la intensidad de radiación solar directa en W/m^2 ⁴².

⁴² Ver Apéndice 3: Elementos para el Cálculo de la Ganancia Solar.

Para ello se realiza en una gráfica el movimiento aparente del sol para alrededor de la tierra, ubicando un observador sobre un plano horizontal percibiendo el desplazamiento del sol de tal modo que describe trayectorias u orbitas circulares paralelas a lo largo del año, proyectadas en una semiesfera trasparente denominada bóveda celeste (fig. 10), desde donde cualquier rayo solar, sin importar la posición del sol, estará dirigido al centro de esta semiesfera. Por lo tanto el cielo se considera como una semiesfera que descansa sobre un plano horizontal, de cierto lugar en el planeta. Cualquier objeto en el espacio se representará por su proyección en la bóveda celeste y su posición estará referida a una red de círculos, donde se localizarán los ángulos solares de altitud y acimut.

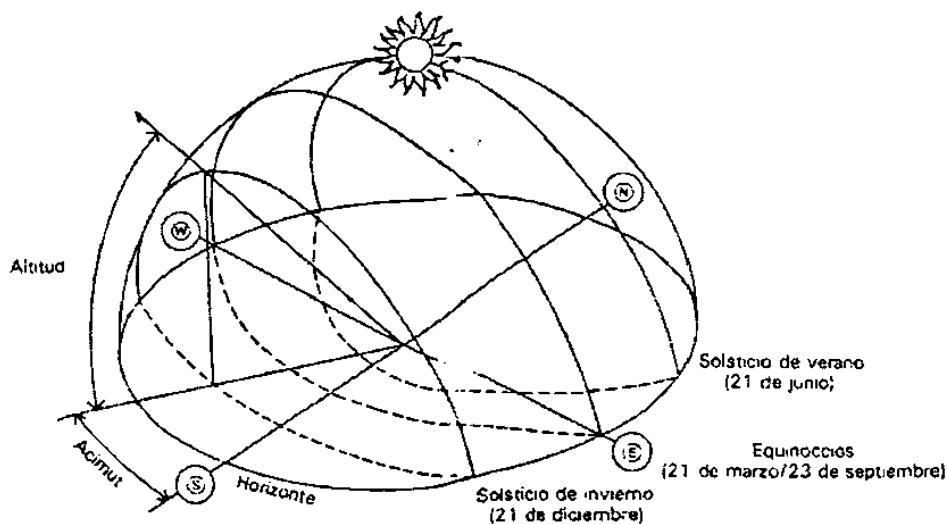


Fig. 10 Bóveda Celeste

Fuente: LACOMBA, Ruth: "Manual de Arquitectura Solar", Ed. Trillas, México, 1991, p.143.

Ganancias internas (Qi)

Este flujo de energía sólo puede ser positivo y se refiere al calor que aportan las personas debido a su grado de actividad metabólica, a los sistemas de iluminación artificiales y a los aparatos domésticos electromecánicos.

El metabolismo se define como el proceso químico biológico por medio del cual el cuerpo genera energía y mantiene el funcionamiento de sus sistemas vitales. El desprendimiento de calor que se produce por metabolismo puede ser de dos tipos:

- a) Por metabolismo basal, es decir, por la energía mínima que se requiere para mantener la temperatura del cuerpo en estado de absoluto reposo (vegetativo).
- b) Por metabolismo muscular, es decir, el desprendimiento de calor por actividad muscular al desarrollar un trabajo.

La siguiente tabla muestra las tasas de metabólicas promedio para hombres adultos.

Tabla 16. PRODUCCION DE CALOR METABOLICO EN FUNCION DE LA ACTIVIDAD DEL INDIVIDUO

Actividad	Dispersión metabólica (W)
<i>Inactividad</i>	
Actividad reducida al mínimo posible (individuo dormido): "metabolismo basal"	75
Sentado inactivo	120
<i>Trabajo ligero</i>	
Sentado, movimiento moderado de brazos y tronco (por ejemplo: trabajo de oficina)	130-160
Sentado, movimiento moderado de brazos, tronco y piernas (por ejemplo: manejo de un carro con tráfico) o de pie, trabajo ligero, principalmente con los brazos	160-190
<i>Trabajo moderado</i>	
Sentado, movimiento intenso de brazos, tronco y piernas; o de pie, con trabajo ligero que incluya algún desplazamiento	190-230
De pie, trabajo moderado con desplazamiento	220-290
Levantamiento y transporte de pesos moderados	290-400
<i>Trabajo intenso</i>	
Levantamiento y acarreo intermitentes de grandes pesos	430-600
Trabajo físico más rudo y continuado	600-700

La producción de calor metabólico tiene la dimensión de una potencia (energía por unidad de tiempo). Se medirá por tanto en Watts (Joules/s.) Los datos de la tabla, extraídos de Belding y Hatch (1955), se refieren a un hombre de unos 70 kg. de masa, 1.82 m² de superficie de piel y 1.73 m. de altura, que se encuentre realizando en forma continuada la actividad que se describe en la parte izquierda de la tabla.

Fuente: MORILLÓN, David: "Diplomado de Diseño Bioclimático", Enfoque Bioclimático del Diseño Térmico de Edificios, Chihuahua, 2000.

Ganancias o pérdidas por conducción (Qc)

Como ya se estableció, la conducción de calor aire-a-aire a través de un elemento es:

$$Q_c = A U \Delta t \text{ (wats).}$$

Si un espacio está delimitado por elementos diferentes (techo, piso, ventanas, etc.), el flujo de calor total por conducción será:

$$Q_c = \sum (AU \Delta t).$$

Donde:

- Q_c = Ganancias o pérdidas por conducción
 A = Área del elemento
 U = Coeficiente de trasmisión
 Δt = Diferencia de temperatura exterior e interior

Ganancias o pérdidas por ventilación (Q_v)

El flujo de calor por ventilación es:

$$Q_v = 1200 V \Delta t.$$

V es la magnitud de ventilación, volumen de aire por unidad de tiempo (m^3/s), y se puede expresar en función del número de cambios de aire por hora:

$$V = (N v_o) / 3\,600,$$

donde:

- V = ventilación (m^3/s),
 N = número de cambios de aire, y
 v_o = volumen de la habitación (m^3).

La cantidad de ventilación que pasa por una ventana. (siempre y cuando exista ventilación cruzada) queda expresada por la fórmula (según Ogyay):

$$V = r A v (\text{sen } \theta).$$

donde:

- V = ventilación (m^3/s),
 r = relación entre la abertura de entrada y la de salida,
 A = área de la ventana (m^2),
 v = velocidad del viento (m/s),
 θ = ángulo de incidencia del viento con respecto al plano de la ventana,
 $r = 0.5971108$ (r = factor de relación).

Área de salida Área de entrada	fr	
5: 1	= 5	1.38
4: 1	= 4	1.37
3: 1	= 3	1.33
2: 1	= 2	1.26
1: 1	= 1	1.00
3:4	= 0.75	0.84
1 :2	= 0.63	0.63
1 :4	= 0.25	0.34

Fuente: Lacomba, Ruth. Manual de Arquitectura Solar. Ed. Trillas. México. 1991. p.225.

Cuando se habla de infiltración, es decir, la ventilación no intencional de magnitudes pequeñas, es válida la ecuación siguiente:

$$V = 0.827 a \sqrt{\Delta P}$$

donde:

V = ventilación (m³/s),

a = área de aberturas de infiltración (m²), y

Δp = diferencia de presión entre el interior y el exterior (Pa).

La presión del viento se puede estimar mediante la fórmula que sigue:

$$P_v = 0.612 v^2,$$

donde:

v = velocidad del viento (m/s),

P_v = presión del viento arriba de la presión atmosférica;

P_v = se puede considerar como ΔP (Pa) en barlovento.

El flujo calorífico por convección entre el interior de un edificio y el aire libre, depende de la ventilación, es decir del intercambio de aire. Este intercambio puede deberse a una infiltración de aire involuntario o a una ventilación deliberada. La ventilación se expresa en m/s.

Para infiltraciones en barlovento actuarán presiones entre 0.5 P_v y 1.0 P_v, mientras que en sotavento las presiones estarán entre 0.3 P_v y 0.4 P_v, lo cual dependerá de las condiciones aerodinámicas particulares.

La medida del flujo térmico de ventilación se realiza mediante la ecuación:

$$Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

Donde:

Q_v = medida del flujo calorífico de ventilación en W

1300 = calor específico volumétrico del aire, J/ m³ °C

V = Ventilación, en m³/s

ΔT = diferencia de temperatura, °C

Si se da el número de renovaciones de aire por hora (N) la ventilación se halla por:

$$V = N * \frac{\text{Volumen de la habitación}}{3600}$$

(3600 es el número de segundos de 1 hora).

Ganancias o pérdidas por sistemas mecánicos (Qm)

Este concepto se refiere a los sistemas de calefacción, refrigeración o de aire acondicionado, lo cual es la interrogante buscada en nuestro análisis dado que Qm -es decir, los controles mecánicos- son costos añadidos al diseño de la vivienda: por consiguiente, el diseñador debe tratar de que la suma de la ecuación sea cero sin que intervenga el componente Qm.

Pérdidas por enfriamiento evaporativo (Qe)

Este concepto sólo puede ser negativo. Al respecto, la evaporación de agua absorbe gran cantidad de calor, y el calor sensible es convertido en aislante. El calor aislante de evaporación del agua es de 2 400 kJ/kg, es decir, se absorben 2400 kJ al evaporarse 1 kg de agua a 20 °C .

$$\begin{aligned} Q_e &= e (2\,400\,000 / 3\,600) && \text{(J/s),} \\ Q_e &= e\,666.66 && \text{(W),} \end{aligned}$$

Donde:

e = tasa de evaporación (kg/h) .

IV.2.2. Retardo Térmico Y Amortiguamiento

Los flujos de calor que se presentan en una estructura varían constantemente, pues según la segunda ley de la termodinámica, las temperaturas interiores y exteriores tienden a equilibrarse. El flujo de calor ocurrirá mientras exista una diferencia de temperatura.

Sin embargo dicho paso de energía no es instantáneo, o sea, si se aplica calor a un muro. la conducción de este calor de un lado al otro se conseguirá en cierto tiempo lo cual dependerá de las características termofísicas del material. Además. se debe considerar que, en la realidad, la aplicación de calor no es

constante, sino que existen variaciones en la intensidad de la aplicación solar a lo largo del día y, evidentemente, también diferencias de temperatura entre el exterior y el interior. Por ello generalmente se dice que los muros de una casa son calentados durante el día y que por la noche desprenden el calor acumulado.

Si se hace una gráfica de las temperaturas exteriores e interiores diarias, se obtendrán dos curvas sinusoidales similares, pero con crestas desfasadas y con amplitud diferente.

El desfase horario entre los dos máximos a los dos mínimos se conoce como retardo térmico, mientras que la relación entre las dos amplitudes se llama amortiguación.

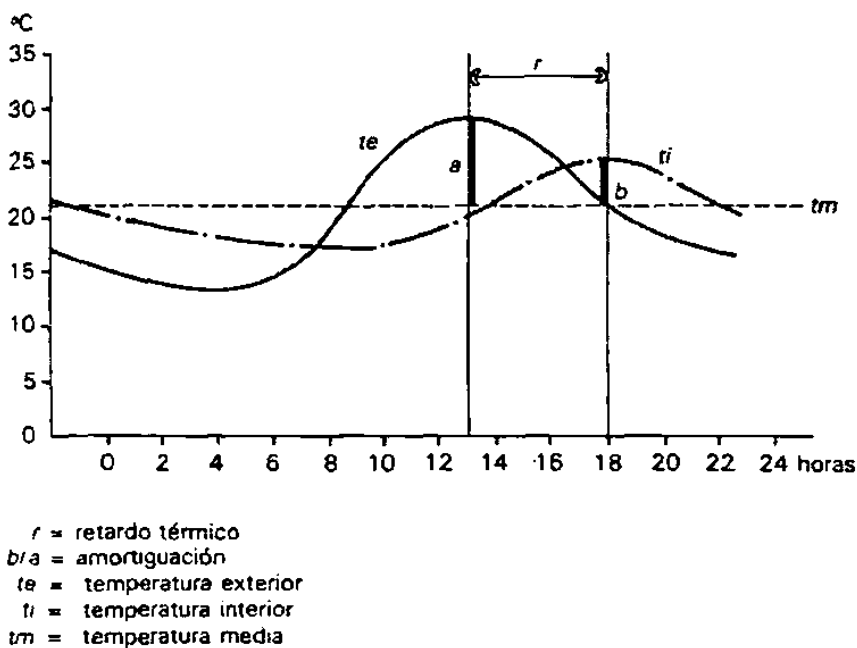


Fig. 11. Inercia Térmica

Fuente: LACOMBA, Ruth: "Manual de Arquitectura Solar", Ed. Trillas, México, 1991, p.226.

Se dice que un material tiene más o menos inercia térmica cuanto mayores o menores son su retardo y amortiguación. El retardo térmico se puede calcular de manera aproximada, mediante la determinación de la velocidad de difusión térmica interna del material, como sigue:

$$V_d = K / ce \text{ m,}$$

donde:

V_d = velocidad de difusión (m/h),

k = conductividad térmica (W/m² °C h),

ce = calor específico (W/kg °C), y

$m = \text{densidad (kg/m}^3\text{)}.$

De esta forma, el retraso térmico es igual a:

$$r = 1.328 \sqrt{1 / \nu d} * b$$

donde:

$r = \text{retardo térmico (h), y}$

$b = \text{espesor del material.}$

IV.3. Evaluación Del Proyecto

La evaluación de proyectos es una materia interdisciplinaria, pues durante la elaboración de un estudio de este tipo intervienen disciplinas como estadística, investigación de mercados, investigación de operaciones, ingeniería de proyectos, contabilidad en varios aspectos (como costos, balance general, estado de resultados), distribución de la planta, finanzas, ingeniería económica y otras.

En la práctica, para realizar la evaluación de un proyecto, normalmente se reúnen grupos interdisciplinarios sobre las áreas mencionadas y cada uno de los especialistas desarrolla la parte que le corresponde. El resultado de esta interacción es un estudio completo acerca de la viabilidad técnica, económica y de mercado, que sirve como base para decidir la realización de alguna inversión.

IV.3.1. Qué es un Proyecto

Descrito en forma general, un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana. En esta forma, puede haber diferentes ideas, inversiones de diverso monto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a resolver las necesidades del ser humano en todas sus facetas, como pueden ser: educación, alimentación, salud, ambiente, cultura, entre otras.

El "proyecto de inversión" se puede describir como un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general.

La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que éste sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Sólo así es posible asignar los escasos recursos económicos a la mejor alternativa.

Evaluación

Si en un proyecto de inversión privada (lucrativo) se diera a evaluar a dos grupos multidisciplinarios distintos, es seguro que sus resultados no serían iguales. Esto se debe a que conforme avanza el estudio, las alternativas de selección son múltiples en el tamaño, la localización, el tipo de tecnología que se emplee, la organización.

Por otro lado, considérese un proyecto de inversión gubernamental (no lucrativo) evaluado por los mismos grupos de especialistas. También se puede asegurar que sus resultados serán distintos, debido principalmente al enfoque que adopten en su evaluación, pudiendo considerarse incluso que el proyecto en cuestión no es tan prioritario o necesario como pueden serlo otros.

En el análisis y la evaluación de ambos proyectos, se emitirán datos, opiniones, juicios de valor, prioridades, que harán diferir la decisión final. Desde luego, ambos grupos o personas argumentarán que dado que los recursos son escasos, desde sus "particulares puntos de vista" la propuesta que formulan proporcionará los mayores beneficios comunitarios y ventajas.

Esto debe llevar necesariamente a quien tome la decisión final a contar con un patrón o modelo de comparación general que le permita discernir cuál de los dos grupos se apega más a lo razonable, lo establecido o lo lógico. Tal vez si más de dos grupos evaluarán los proyectos mencionados surgiría la misma discrepancia.

Si el caso mencionado llegara a suceder, en defensa de los diferentes grupos de evaluación, se puede decir que existen diferentes criterios de evaluación, sobre todo en el aspecto social, con respecto al cual los gobernantes en turno fijan sus políticas y prioridades, a las cuales es difícil oponer algún criterio o alguna metodología, por buenos que parezcan. Al margen de esta situación, y en el terreno de la inversión privada, se puede decir que lo realmente válido es plantear premisas basadas en criterios matemáticos universalmente aceptados.

La evaluación, aunque es la parte fundamental del estudio, dado que es la base para decidir sobre el proyecto, depende en gran medida del criterio adoptado de acuerdo con el objetivo general del proyecto. En el ámbito de la inversión privada, el objetivo principal no necesariamente es obtener el mayor rendimiento sobre la inversión.

Por lo tanto, la realidad económica, política, social y cultural de la entidad donde se piense invertir, marcará los criterios que se seguirán para realizar la evaluación adecuada, independientemente de la metodología empleada. Los criterios y la evaluación son, por lo tanto, la parte fundamental de toda evaluación de proyectos.

IV.3.2. Métodos De Evaluación Que Toman En Cuenta El Valor Del Dinero A Través Del Tiempo

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. En este momento surge el problema sobre el método de análisis que se empleará para comprobar la rentabilidad económica del proyecto. Se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente. Esto implica que el método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo.

También se analizarán las ventajas y desventajas de los métodos de análisis que no toman en cuenta este hecho. Antes de presentar los métodos, se intentará describir brevemente cuál es la base de su funcionamiento. Supóngase que se deposita una cantidad P en un banco, en la misma forma que se invierte cierta cantidad de dinero en una empresa. La cantidad se denota por la letra P , pues es la primera letra de la palabra presente, con lo que se quiere evidenciar que es la cantidad que se deposita al iniciar el periodo de estudio o tiempo cero (t_0). Esta cantidad, después de cierto tiempo de estar depositada en el banco o invertida en una empresa, deberá generar una ganancia a cierto porcentaje o de la inversión inicial P . Si de momento se le llama " i " a esa tasa de ganancia y " n " al número de periodos de tiempo en que ese dinero gana la tasa de interés " i ", " n " sería entonces el número de periodos capitalizables. Con estos datos, la forma en que crecería el dinero depositado en un banco, sin retirar los intereses o ganancias generados, sería:

En el primer periodo de capitalización ($n = 1$), generalmente un año, denominando F (futuro) a la cantidad acumulada en ese futuro:

$$F_1 = P + Pi = P(1+i) = P(1+i)^1$$

en el periodo $n = 2$, la cantidad acumulada hacia el fin de año sin retirar la primera ganancia Pi sería la cantidad acumulada en el primer periodo ($P + Pi$), más esa misma cantidad multiplicada por el interés que se gana por periodo:

$$F_2 = P + Pi + (P + Pi)i = P + Pi + Pi + Pi^2 = P(1 + 2i + i^2) = F_2 + P(1+i)^2$$

Siguiendo el mismo razonamiento para encontrar F_1 y F_2 (sin que se hayan retirado los intereses), la cantidad acumulada en un futuro, después de n periodos de capitalización, puede expresarse como:

$$F_n = P(1+i)^n$$

Esto introduce el concepto de equivalencia. Si se pregunta a cuánto equivalen \$1000 de hoy a \$1000 dentro de un año, es cierto suponer que con base en la fórmula, para calcular cantidades equivalentes del presente al futuro, y sabiendo que $p = 1000$ (cantidad en tiempo presente) y $n = 1$, la cantidad equivalente de \$1000 dentro de un año dependerá exclusivamente de la "i" o tasa de interés que se aplique. Tómese una tasa de referencia; por ejemplo, la tasa inflacionaria. En México, hacia 1985, esta tasa fue cercana a 90% ($i = 0.9$), entonces⁴³:

$$F_1 = 1000 (1 + 0.9)^1 = 1900$$

Esto significa que si la tasa inflacionaria en un año es de 90%, da exactamente lo mismo tener \$1000 al principio de un año que \$1900 al final de él. Si se puede comprar un artículo al principio del año (por ejemplo, un libro), por \$1000 al final de ese año, sólo se podrá adquirir el mismo libro aunque se tenga aparentemente casi el doble de dinero. Así, pues, las comparaciones de dinero en el tiempo deben hacerse en términos del valor adquisitivo real o de su equivalencia en distintos momentos, no con base en su valor nominal.

Supóngase otro ejemplo. Una persona pide prestados \$1000 y ofrece pagar \$1900 dentro de un año. Si se sabe que la tasa de inflación en el próximo año será de 90% y se despeja p de la fórmula:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n} = \frac{1900}{(1 + 0.9)^1} + 1000$$

El resultado indica que si se acepta hacer el préstamo en esas condiciones, no se estará ganando nada sobre el valor real del dinero, ya que sólo será reintegrada una cantidad exactamente equivalente al dinero prestado. Por lo anterior, se puede concluir que siempre que se hagan comparaciones de dinero a través del tiempo se deben hacer en un solo instante, usualmente el tiempo cero o presente, y siempre deberá tomarse en cuenta una tasa de interés, pues ésta modifica el valor del dinero conforme transcurre el tiempo.

⁴³ BACA, Gabriel: "Evaluación de Proyectos", Ed. Mc Graw Hill, México, 1998.

IV.3.3. Valor Presente Neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Ahora será explicada claramente la definición. Si se quiere representar los Flujos de Efectivos Netos (FNE) por medio de un diagrama, éste podría quedar de la siguiente manera: tómesese para el estudio un horizonte de tiempo de, por ejemplo, cinco años. Trácese una línea horizontal y divídase ésta en cinco partes iguales, que representan cada uno de los años. A la extrema izquierda colóquese el momento en el que se origina el proyecto o tiempo cero. Representéntese los flujos positivos o ganancias anuales de la empresa con una flecha hacia arriba, y los desembolsos o flujos negativos, con una flecha hacia abajo. En este caso, el único desembolso es la inversión inicial en el tiempo cero, aunque podría darse el caso de que en determinado año hubiera una pérdida (en vez de ganancia), y entonces aparecería en el diagrama de flujo una flecha hacia abajo.

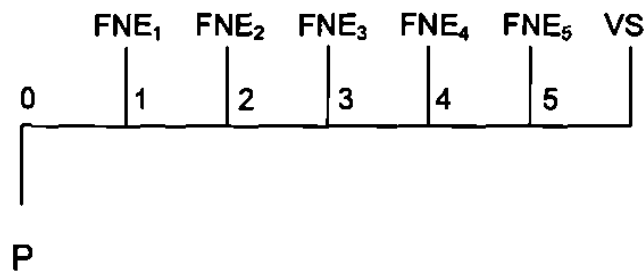


Fig. 12. Diagrama de flujo de efectivo

Cuando se hacen cálculos de pasar, en forma equivalente, dinero del presente al futuro, se utiliza una "i" de interés o de crecimiento del dinero; pero cuando se quiere pasar cantidades futuras al presente, como en este caso, se usa una "tasa de descuento", llamada así porque descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente, ya los flujos traídos al tiempo cero se les llama flujos descontados.

La definición ya tiene sentido. Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. Es claro que para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo cual dará por resultado que el VPN sea mayor que cero. Para calcular el VPN se utiliza el costo de capital o Tasa Mínima Aceptada de Rendimiento (TMAR).

Si la tasa de descuento costo de capital, TMAR, aplicada en el cálculo del VPN fuera la tasa inflacionaria promedio pronosticada para los próximos cinco

años, las ganancias de la empresa sólo servirían para mantener el valor adquisitivo real que la empresa tenía en el año cero siempre y cuando se reinvirtieran todas las ganancias. Con un VPN = 0 no se aumenta el patrimonio de la empresa durante el horizonte de planeación estudiado, si el costo de capital o TMAR es igual al promedio de la inflación en ese periodo. Pero aunque VPN = 0, habrá un aumento en el patrimonio de la empresa si el TMAR aplicado para calcularlo fuera superior a la tasa inflacionaria promedio de ese periodo.

Por otro lado, si el resultado es VPN > 0, sin importar cuánto supere a cero ese valor, esto sólo implica una ganancia extra después de ganar la TMAR aplicada a lo largo del periodo considerado. Eso explica la gran importancia que tiene seleccionar una TMAR adecuada. El cálculo del VPN para el periodo de cinco años es:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Como se observa en la fórmula anterior, el valor del VPN, es inversamente proporcional al valor de la "i" aplicada, de modo que como la "i" aplicada es la TMAR, si se pide un gran rendimiento a la inversión (es decir, si la tasa mínima aceptable es muy alta), el VPN puede volverse fácilmente negativo, y en ese caso se rechazaría el proyecto.

Como conclusiones generales acerca del uso del VPN como método de análisis se puede decir lo siguiente:

- Se interpreta fácilmente su resultado en términos monetarios.
- Supone una reinversión total de todas las ganancias anuales, lo cual no sucede en la mayoría de las empresas.
- Su valor depende exclusivamente de la "i" aplicada. Como esta "i" es la TMAR, su valor lo determina el evaluador.
- Los criterios de evaluación son: si $VPN \geq 0$, acéptese la inversión; si $VPN < 0$, rechácese.

IV.3.4. Tasa Interna De Rendimiento (TIR)

Es la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. En la sección anterior se mencionó que si se hace crecer la TMAR aplicada en el cálculo del VPN, éste llegaría a adoptar un valor de cero. También se mencionó que si el VPN es positivo, esto significa que se obtienen ganancias, a lo largo de los cinco años de estudio, por un monto igual a la TMAR aplicada más el valor del VPN. Es claro que si el VPN = 0 sólo se estará ganando la tasa de descuento aplicada, o sea la TMAR, y un proyecto deberá aceptarse con este criterio, ya que se está ganando lo mínimo fijado como rendimiento.

De acuerdo con la segunda definición se puede describir la siguiente ecuación, como sigue:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Por supuesto no se trata sólo de escribir en otra forma una ecuación. Supóngase que con una TMAR previamente fijada, por ejemplo, de 90%, se calcula el VPN y éste arroja un valor positivo: 10 millones. Con este dato se acepta el proyecto, pero ahora interesa conocer cuál es el valor real del rendimiento del dinero en esa inversión. Para saber lo anterior, se usa la ecuación anterior y se deja como incógnita la "i". Se determina por medio de tanteos (prueba y error), hasta que "la i haga igual la suma de los flujos descontados, a la inversión inicial P"; es decir, se hace variar la "i." de la ecuación anterior hasta que satisfaga la igualdad de ésta. Tal denominación permitirá conocer el rendimiento real de esa inversión. Se le llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Si existe una tasa interna de rendimiento se puede preguntar si también existe una tasa externa de rendimiento. La respuesta es que sí existe, y esto se debe al supuesto, que es falso, de que todas las ganancias se reinvierten. Esto no es posible, pues hay un factor limitante físico del tamaño de la empresa. La reinversión total implícitamente supondría un crecimiento tanto de la producción como físico de la empresa, lo cual es imposible. Precisamente, cuando una empresa ha alcanzado la saturación física de su espacio disponible, o cuando sus equipos trabajan a toda su capacidad, la empresa ya no puede tener reinversión interna y empieza a invertir en alternativas externas.

Éstas pueden ser la adquisición de valores o acciones de otras empresas, la creación de otras empresas o sucursales, la adquisición de bienes raíces, o cualquier otro tipo de inversión externa. Al grado o nivel de crecimiento de esa inversión externa se le podría llamar tasa externa de rendimiento, pero no es relevante para la evaluación de proyectos, sobre todo porque es imposible predecir dónde se invertirán las ganancias futuras de la empresa en alternativas externas a ella. Con el criterio de aceptación que emplea el método de la TIR: si ésta es mayor que la TMAR, acéptese la inversión; es decir, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

El método de la TIR tiene una desventaja metodológica. Cuando los FNE son diferentes cada año, el único método de cálculo es el uso de la ecuación (2), la cual es un polinomio de grado 5. La obtención de las raíces de este polinomio (solución de la ecuación para obtener "i") está regida por la ley de los signos de Descartes, la cual dice que "el número de raíces reales positivas (valores de i en el caso de la TIR) no puede exceder al número de cambios de signo en la serie de coeficientes P (FNE₀), FNE₁, FNE₂, ...FNE_n".

Esto implica necesariamente que el número de cambios de signo es, por fuerza, un límite superior para el número de valores de "i". Por un lado, si no hay cambios de signo, no puede encontrarse una "i", y esto indicaría que existen ganancias sin haber inversión. Cuando hay un solo cambio de signo, hay sólo una raíz de "i", lo que equivale según la fig. 12, a que hay una inversión (signo negativo) y cinco coeficientes (FNE) con signo positivo (ganancias); en esta forma se encuentra un solo valor de la TIR.

Pero cuando existen dos cambios de signo en los coeficientes, se pueden encontrar dos raíces de "i". Esto equivale a que existe una inversión inicial (primer cambio de signo) y en cualesquiera de los años de operación de la empresa existe una pérdida, lo cual provocaría que su FNE apareciera como negativo y provocara un segundo cambio de signo en el polinomio, y esto, a su vez, ocasionaría la obtención de dos TIR, lo cual no tiene significado económico.

En la operación práctica de una empresa puede darse el caso de que exista una pérdida en determinado periodo. En esta situación se recomienda no usar la TIR como método de evaluación y, en cambio usar el VPN que no presenta esta desventaja.

Adición del valor de salvamento (VS)

Se habrá observado que en los FNE del año cinco en las ecuaciones (VPN) y (P) aparece sumado un factor llamado VS o valor de salvamento o rescate. A lo largo de todo el estudio se ha considerado un periodo de planeación de cinco años. Al término de ese periodo se hace un corte artificial del tiempo con fines de evaluación.

Desde este punto de vista, ya no se consideran más ingresos; la planta deja de operar y vende todos sus activos. Esta consideración teórica es útil, pues al suponer que se venden todos los activos, esto produce un flujo de efectivo extra en el último año, lo que hace aumentar la TIR o el VPN y hace más atractivo el proyecto. Por otro lado, no hacer esta suposición, implicaría cortar la vida del proyecto y dejar la planta abandonada con todos sus activos.

En la práctica, la mayoría de los inmuebles en estudio durarán en funcionamiento no lo que representa su vida útil planeada, sino que por efectos de mantenimiento se alarga el periodo, sin embargo para efectos de evaluación, el de este estudio el valor de salvamento lo descontaremos.

IV.3.5. Flujo Anual Uniforme Equivalente Y Razón Beneficio/Costo.

Estos dos métodos de evaluación toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, pero sus aplicaciones son un poco distintas de la evaluación de proyectos. El método de la razón beneficio/costo (B/C) se utiliza para evaluar las inversiones gubernamentales o de interés social. Tanto los beneficios como los costos no se cuantifican como se hace en un proyecto de inversión privada, sino que se toman en cuenta criterios sociales. Se aplican para evaluar inversiones en escuelas públicas, carreteras, alumbrado público, drenaje y otras obras. Se ha desarrollado una metodología para su aplicación y no es oportuno exponer aquí ni siquiera sus principios, pues además de que son muchos y especializados, no son objeto del presente texto.

El método del flujo anual (FA) tiene los mismos principios que los del VPN o TIR. De hecho, un FA se obtiene descontando todos los flujos de efectivo al presente y analizándolos a lo largo de todo el horizonte de planeación, es decir, pasándolos a una cantidad igual y equivalente en todos los años de estudio. Aunque su uso puede ser más amplio, se ha restringido por las ventajas que presenta el método.

Supóngase que se evalúa el reemplazo de cierto equipo en una empresa. El equipo en estudio es sólo una parte de todo el que se dedica a la producción.

Desde este punto de vista, no se puede aislar su análisis y obtener su contribución marginal a los ingresos y costos totales de la empresa. Entonces, -para el análisis económico de su reemplazo, se usa el método del FA, el cual se limita a hacer una comparación de costos individuales entre varias alternativas; es decir, es un método que capacita al evaluador para realizar un análisis sólo de costos, y esto simplifica la evaluación. Como ya se ha mencionado, esto se realiza analizando los costos en que incurriría cada equipo alternativo y seleccionado el que tenga menores costos.

**Segunda Parte,
Procedimiento y Caso Práctico**

V. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE ESTUDIO

V.1. EL INMUEBLE

Con el objetivo de ver la aplicación de los conceptos que se han venido describiendo se ha definido un ejercicio, consistiendo en nombrar una vivienda tipo⁴⁴, en la cual se pueda analizar el procedimiento que será a desarrollar.

El inmueble⁴⁵ se ha seleccionado por la razón de ser una vivienda con características que representan la vivienda de interés social. Siendo este el más representativo en el AMM.

Casa habitación unifamiliar, ubicado en una zona habitacional, de la calle Federico Cantú #138, Residencial Roble, Municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. La zona es de un nivel económico medio, donde los habitantes realizan las actividades de prestación de servicios y comerciantes al menudeo. Los servicios con los que cuenta la zona son: redes de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica, alumbrado público, servicios de transporte urbano, nomenclatura de calles, servicios de vigilancia, escuelas de gobierno y particulares y comercios diversos cercanos.

El terreno esta conformado por un polígono regular, con una topografía plana. Teniendo como medidas y colindancias: 8.00 metros hacia el norte con calle Federico Cantu correspondiente a la fachada, 8.00 metros hacia el sur colindando con vivienda, 15.00 metros hacia el poniente colindando con vivienda y 15.00 metros hacia el oriente colindando con vivienda; teniendo una superficie de 120.00 metros cuadrados.

El inmueble tiene una área de construcción de 67.4 metros cuadrados; los cuales se encuentran distribuidos en una sala, comedor, cocina, tres recamaras y un baño. Respecto a los materiales de construcción; la cimentación es aparentemente corrida. La estructura es aparentemente vigas de cimentación, columnas, contracimientos y cerramientos de concreto armado. Los muros son de block de concreto de 15 centímetros de espesor, con acabado zarpeo, afine y pintura y la losa es aligerada de concreto armado, aparentemente.

⁴⁴ Se refiere a la vivienda que tiene características que se repiten en la zona, como lo son: tipos de materiales de construcción, acabados, metros cuadrados de construcción, dimensiones del terreno, entre otros.

⁴⁵ Ver Apéndice 4: Planta arquitectónica.

Las características mencionadas son elementos de conocimiento general del inmueble. Hay características que comúnmente no se mencionan, ni se toman en cuenta al momento de estar analizando un inmueble, como lo son la orientación y dimensión de ventanas, altura piso-techo, elementos naturales en el inmueble como árboles y arbustos, elementos arquitectónicos como aleros y parasoles, trayectoria de la montea solar y actividades en los espacios. Ello forma parte importante en el análisis de valor que se está determinando, y la falta de mención puede variar considerablemente su valor.

De forma general los elementos que formarán parte del análisis que planteamos son los siguientes: dimensión y orientación de las ventanas. Tres ventanas se encuentran hacia el oriente, las cuales tienen la misma dimensión (altura X ancho): 1.20 X 1.00 mts. correspondiendo a cada una de las recamaras. Hacia el sur se repite el número, aunque de dimensiones diferentes, siendo: 1.20 X 1.00 mts., 0.60 X 0.50 mts. y 0.70 X 1.00 mts., respectivamente correspondiendo a la recamara, baño y cocina. Hacia el poniente no se encuentran ventanas, donde el muro forma parte de la barda que forma el pasillo del inmueble con el que colinda y hacia el norte hay dos ventanas, siendo de la sala y recamara con dimensiones de 1.20 X 1.00 mts.

La distancia que se encuentra de piso a techo es de 2.40 mts. El eje de construcción más largo es norte-sur. En el predio de estudio no se mantienen elementos naturales.

V.2. EL PROCEDIMIENTO

El planteamiento del procedimiento consiste en cuatro etapas, en donde se vinculan criterios de diferentes disciplinas como lo son: arquitectura bioclimática, evaluación de proyectos, matemáticas financieras y valuación inmobiliaria. La primera etapa consiste en determinar el valor comercial del inmueble mediante el método de valuación de Nuevo León. Donde se estudia el inmueble con tres análisis, siendo: costo directo, capitalización de rentas y análisis comparativo de mercado. En cada análisis se obtiene un valor que represente una jerarquía con relación al tipo de enfoque de inmueble; es decir si se desea vender, compra, rentar, ampliar, remodelar, entre otros. Esto dependerá del juicio e interpretación que realice el analista del inmueble quien mediante ello obtendrá el valor comercial o valor real del inmueble.

La segunda etapa consiste en el cálculo de los indicadores de confort térmico, donde los elementos que se consideran son: los aspectos bioclimáticos del cuerpo humano, su balance térmico y la evaluación de la comodidad en el

humano. Utilizando en ello la carta bioclimática de Víctor Olgyay, siendo la primera herramienta que permite determinar los requerimientos de climatización, construyéndose con la temperatura de bulbo seco como la ordenada y la humedad relativa como la abscisa. Cualquier condición climática determinada por su temperatura de bulbo seco y su humedad relativa puede ser graficada en la carta. Si el punto graficado cae dentro de la zona de confort, se sentirá confort a la sombra. Si cae fuera, se necesitan métodos correctivos. Otra forma será mediante la gráfica de Givoni y la fórmula de Szokolay para determinar la zona de confort del AMM.

El análisis térmico de la vivienda corresponde a la tercera etapa. Ello se realizará mediante tres formas: la ecuación de balance térmico, evaluación de campo e Indicadores de eficiencia energética.

Con el balance térmico se obtendrá un valor en Watts (positivo o negativo) en base a las ganancias o pérdidas de calor. Todos los factores son, o se suponen que son fijos y determinados, la única variable dependiente (la cual hay que hallar) es la Q_m , el flujo calorífico es el que hay que proveer mecánicamente (calefacción o aire acondicionado).

La evaluación de campo es un monitoreo realizado al inmueble, en donde se toma lectura de la temperatura y humedad relativa (exterior como interior) durante 24 horas. Con el objetivo de observar el comportamiento térmico de la vivienda dentro de la zona de confort, y con ello determinar el tiempo que se es requerido para confortarla.

Los indicadores de eficiencia energética corresponden al anteproyecto de la Norma Oficial Mexicana (NOM-020-ENER) para la envolvente de edificios residenciales hasta tres niveles. La norma limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento. Para el cumplimiento de la norma, se tienen dos opciones. Primero referente al aislamiento térmico promedio, la envolvente debe tener un aislamiento promedio (M) no menor a lo que se establece en la tabla 1 de la norma⁴⁶ y área máxima de la parte transparente (ventanas 10% y tragaluces 0%). El segundo cumplir con un presupuesto energético (método de prueba); Para realizar el presupuesto energético la envolvente del edificio proyectado, resulte menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia.

⁴⁶ Ver apéndice 8, p. 163.

Tomando de base el análisis del balance térmico y la evaluación de campo (diagnóstico térmico) se prosigue a realizar la valuación térmica, con la cual se podrá evaluar el consumo de energía de los sistemas que así lo requieran y trasladar estos cargos efectuados a tiempo presente, donde se analizan junto con el valor de la construcción. Los costos están en función directa del tipo de vivienda, los metros cuadrados de construcción, la región del país y el clima entre otros factores. Por esta razón el tema ha sido específico, para considerar un caso de estudio.

VI. DETERMINACIÓN DEL VALOR COMERCIAL DE LA VIVIENDA

El valor comercial de la vivienda se determinará mediante tres análisis, los cuales representan una evaluación completa de la situación real del inmueble en el mercado. Estos análisis son: costo directo, capitalización de rentas y de mercado.

El análisis de Costo Directo del Método Nuevo León, consiste en sumar los costos de todas las partes que conforman el inmueble: terreno, cimentación, estructuras, pisos, muros y demás elementos de la construcción incluyendo instalaciones. Se suman los gastos de realización incluyendo la utilidad y se resta el valor de sus depreciaciones.

Se desarrolla en tres conceptos, los cuales se obtienen por separado por el tipo de estudio particular que requieren. Las partes que integran los valores físicos de un inmueble son:

- a) Terreno
- b) Construcciones
- c) Instalaciones

VI.1. TERRENO

El terreno se analiza en función del valor de calle que se da mediante el análisis de mercado por el factor total producto de las características propias que tiene el terreno. En este análisis emplearemos la fórmula de valuación de terrenos urbanos del Ing. Gonzalo Quiroga⁴⁷, partiendo del principio de relacionar las tres variables frente, profundidad y área en forma conjunta bajo el sistema de las raíces cúbicas y considerando como base un lote tipo o patrón, para encontrar en forma comparativa el factor total de premio o castigo del lote.

⁴⁷ Quiroga, Gonzalo. Métodos de Valuación de Predios Urbanos. Monterrey 1999. p. 109

El valor de calle para el lote tipo es de \$ 900.00 00/100 M.N., según análisis de mercado realizado en la zona de estudio.

El lote que se está estudiando corresponde al lote tipo de la zona (8.00X15.00 mts.).

La fórmula general, se expresa de la siguiente manera:

Factor Total = Factor Frente X Factor Profundidad X Factor Área

$$FT = FF \times FP \times FA$$

$$\text{Factor Frente} = \sqrt[3]{FR / FT}$$

Donde:

FR = Frente real

FT = Frente tipo

$$\text{Factor Profundidad} = \sqrt[3]{PR / PT}$$

Donde:

PR = Profundidad real

PT = Profundidad tipo

$$\text{Factor Área} = \sqrt[3]{AR / AT}$$

Donde:

AR = Área real

AT = Área tipo

Valor Promedio = Factor Total X Valor de Calle

$$VP = FT \times VC$$

$$\begin{aligned} \text{Valor Total} &= \text{Valor Promedio} \times \text{Área} \\ \text{VT} &= \text{VP} \times \text{A} \end{aligned}$$

Sustituyendo los datos del terreno de estudio tenemos lo siguiente:

$$\text{Factor Frente} = \sqrt[3]{\text{FR} / \text{FT}} = \sqrt[3]{8.00 / 8.00} = 1.00$$

$$\text{Factor Profundidad} = \sqrt[3]{\text{PR} / \text{PT}} = \sqrt[3]{15.00 / 15.00} = 1.00$$

$$\text{Factor Area} = \sqrt[3]{\text{AR} / \text{AT}} = \sqrt[3]{120.00 / 120.00} = 1.00$$

$$\text{Factor Total} = \text{Factor Frente} \times \text{Factor Profundidad} \times \text{Factor Área}$$

$$\text{Factor Total} = 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = 1.00$$

$$\text{Valor Promedio} = \text{Factor Total} \times \text{Valor de Calle}$$

$$\text{Valor Promedio} = 1.00 \times 900 = 900.00$$

$$\text{Valor Total} = 900 \times 120 = 108,000.00$$

VI.2. CONSTRUCCIÓN

El análisis correspondiente a las construcciones, principia buscando el Valor Neto de Reposición (VNR), mediante el Valor de Reposición Nuevo (VRN); donde se le resta el valor total o pérdida de valor que la construcción ha sufrido al despreciarse por su edad, uso o condición física y la pérdida de valor por función. Teniendo su expresión matemática de la siguiente manera⁴⁸.

$$\text{VNR} = (\text{VRN}) \text{ Fr, donde:}$$

$$\text{VRN} = \text{Valor de reposición Nuevo}$$

⁴⁸ Guajardo, Gerardo. Valuación de inmuebles. Monterrey 1997. p. 28.

Fr = Factor residual o fracción de la unidad que resulta de restarle a la unidad, la suma de las depreciaciones que tiene la construcción.

El método se basa con la calificación del inmueble de acuerdo a su edad, condición física y funcionabilidad. También pondera la importancia de estas variables de acuerdo al tipo y calidad del inmueble. Obteniendo la siguiente fórmula:

$$Fr = 1.00 - [De(A) + Dc(B) + Df(C)]$$

Donde:

De	Depreciación por edad
Dc	Depreciación por condición física
Df	Depreciación por funcionabilidad
A, B, C	Ponderación de acuerdo a la importancia del inmueble

La depreciación por edad se obtiene conociendo la edad transcurrida desde su construcción entre la vida útil total del inmueble, partiendo de la fórmula:

$$De = VT / VUT = \text{Vida transcurrida} / \text{Vida útil total}$$

Donde la vida útil para viviendas se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 2. Vida útil total estimadas, para las viviendas unifamiliares en el Área Metropolitana de Monterrey	
Viviendas unifamiliares	VUT en años
Vivienda interés social	50
Vivienda casa intermedia	60
Vivienda tipo residencial	75
Vivienda tipo residencial de lujo	90

Fuente: Guajardo, Gerardo. Valuación de inmuebles. Monterrey 1997. p.. 78.

El inmueble de estudio tiene una vida útil o transcurrida de 16 años, y se considera como vivienda de interés social, por lo tanto sustituyendo en la fórmula tenemos lo siguiente:

$$De = VT / VUT = 16 / 50 = 0.32$$

El siguiente punto dentro del análisis físico es la condición física, la cual consiste en calificar el estado físico de las construcciones tomando por separado los grupos de partidas que la integran⁴⁹ y su relación o porcentaje de intervención en el presupuesto, sumándolos después para obtener la depreciación total por condición física.

Teniendo las siguientes calificaciones. En la partida de cimentación, estructura y muros, no presenta daños, los sistemas utilizados en la construcción son de la región; por lo tanto de acuerdo a la tabla de condición física apreciada⁵⁰ se encuentra dentro del rango del 11% al 20%, lo que a precio que es un 16%.

La segunda partida es la de las instalaciones de operatividad del inmueble, como lo son: eléctrica, hidráulica y sanitaria. De acuerdo a las características del inmueble, las instalaciones se encuentran aparentemente bien salvo algunos detalles debido por la edad y el uso. Calificando la segunda partida, apreciamos un 25%.

Los acabados corresponden a la tercer partida de este análisis, donde se observa en el inmueble los plafones, yesería, pisos, lambrines, carpintería, cerrajería, aislamientos e impermeabilización. El inmueble se observa que no existe un mantenimiento periódico y es necesario realizar algunos detalles de reparación. Por tanto la calificación apreciada para esta partida será del 32%.

La cuarta partida correspondiente a lo que es la herrería y cancelería, no presenta daños, dado que se observa aparentemente un mantenimiento periódico en el inmueble, resultando un 18% de calificación.

En la fachada requiere de algunos detalles como lo es reparación y pintura, por lo que se encuentra dentro del rango 11% a 20%, calificándola con un 18%.

El comportamiento de las partidas se diferencia de acuerdo al tipo de vivienda, para ello se encuentra la Tabla 4 "Porcentajes de intervención económica o en presupuesto", de los cinco grupos de partidas analizadas para las viviendas unifamiliares en el Área Metropolitana de Monterrey que posteriormente son sumados y se obtiene el factor de este análisis.

⁴⁹ Estructura, instalaciones, acabados, herrería y cancelería, fachadas e instalaciones especiales.

⁵⁰ Guajardo, Gerardo. Valuación de inmuebles. Monterrey 1997. p. 51.

Tabla 4. Porcentajes de intervención económica o en presupuesto, de los cinco grupos de partidas analizadas para las viviendas unifamiliares en el Área Metropolitana de Monterrey

Viviendas unifamiliares	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Total
Vivienda interés social	41%	11%	40%	7%	1%	100%
Vivienda casa intermedia	37%	11%	42%	8%	2%	100%
Vivienda tipo residencial	35%	11%	43%	8%	3%	100%
Vivienda tipo residencial de lujo	46%	10%	30%	9%	5%	100%

Fuente: Guajardo, Gerardo. Valuación de inmuebles. Monterrey 1997. p. 51.

Agrupando los resultados de cada una de las partidas, se prosigue a multiplicar los valores por el porcentajes de intervención económica o en presupuesto, siendo el correspondiente el de vivienda de interés social y con ello obtener el factor de depreciación por condición física.

CONCEPTO	CALIFICACIÓN	% INTERVENCIÓN	TOTAL
Estructura	16%	X	41%
Instalaciones	25%	X	11%
Acabados	32%	X	40%
Herrería y cancelería	18%	X	7%
Fachadas	18%	X	1%
			0.2355
Depreciación por condición física	=		0.2355

El siguiente punto de este proceso es la depreciación por funcionabilidad, siendo difícil de calificar y cuantificar, dado que entran valores subjetivos, un punto importante es conocer la demanda correspondiente al tipo de inmueble para que ello se reconozcan los gustos y preferencias.

La depreciación por funcionabilidad se rige bajo la siguiente tabla nombrada depreciaciones por función, en la cual de acuerdo a las características del inmueble se ira calificando de acuerdo a la partida correspondiente.

Tabla 5. DEPRECIACIONES POR FUNCIÓN				
FUNCION ANALIZADA	CLASIFICACIÓN DE: (DF)			
	0%-15%	16%-25%	25%-50%	50%-100%
No.1 PROYECTO INADECUADO A LA ZONA	Proyecto apropiado a la zona.	Proyectos con cambios parciales en la zona.	Proyecto con cambios muy radicales o marcados y diferentes en la zona.	Proyecto totalmente inadecuado para la zona.
No.2 DISEÑO ANORMAL	Diseño adecuado o con pequeñas variantes.	Pequeños grados de inconveniente en diseño.	Presenta marcado grado de rezago actual.	Fuera totalmente de diseño actual.
No. 3 CAMBIOS EN: ESTILO O FACHADA	Actualmente con vigencia por largo tiempo.	Se aprecia vigente por algún tiempo.	Presenta marcado grado de rezago actual.	Totalmente fuera de estilo con fachada inapropiada, etc.
No. 4 CAMBIOS EN USO DEL EDIFICIO	Con uso actual original al que fue proyectado.	Cambio a una función semejante con ligeras variantes.	Cambio con inconvenientes en su función.	Cambio a una función totalmente inconveniente a la función original.
No. 5 CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA DE LA ZONA	Uso de la tierra igual al original.	Con un pequeño grado de cambio en el uso.	Con un marcado cambio en el uso.	Casi o totalmente fuera del contexto del uso
No. 6 OTRAS Revisar con detalle si presenta otras depreciaciones				

Fuente: Guajardo, Gerardo. Valuación de inmuebles. Monterrey 1997. p. 59.

Tomando referencia de esta tabla analizaremos el inmueble en estudio. En la partida número 1, tenemos una calificación del 0%, ya que el proyecto se encuentra apropiado para la zona.

En la partida diseño anormal, se presentan pequeños grados de inconveniencia lo que corresponde al servicio sanitario, encontrándose el lavabo afuera de el. Determinando una calificación de 12%.

La partida que corresponde a cambios en: estilo o fachada, se clasifica en el rango de 0%-15%, determinando un 8% por algunos cambios convenientes que se deban hacer. El inmueble fue proyectado para la utilización de vivienda, el cual es el uso que se le esta dando actualmente, por lo que se califica con un 0%. Al mismo tiempo la edificación no presenta cambio alguno al uso del suelo, siendo

correspondiente al determinado por el plan de desarrollo del municipio de San Nicolás de los Garza para esa zona, el cual es habitacional. Por lo cual tiene una calificación de 0%.

En resumen tenemos las calificación para cada una de las partidas:

Proyecto inadecuado a la zona:	0%
Diseño anormal:	9%
Cambios en estilo o fachada:	11%
Cambios en uso del edificio:	0%
Cambios en el uso de la tierra de la zona:	0%

Se realiza la sumatoria de la calificación de las partidas y el producto es la depreciación por funcionabilidad que es igual al 20%.

Resumiendo el producto de los tres factores de depreciación tenemos:

Edad	0.32 %
Condición física	0.2441%
Obsolescencia	0.20 %

Estos resultados se ponderan de acuerdo al tipo de vivienda, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Viviendas unifamiliares	(A)	(B)	(C)	TOTAL
Vivienda interés social	30%	50%	20%	100%
Vivienda casa intermedia	33%	34%	33%	100%
Vivienda tipo residencial	30%	32%	38%	100%
Vivienda tipo residencial de lujo	30%	30%	40%	100%

Fuente: Guajardo, Gerardo. Valuación de inmuebles. Monterrey 1997. p. 82.

Siendo correspondiente los de vivienda de interés social tenemos: A=30%, B=50% y C=20%. Los valores de depreciación con la ponderación correspondiente al tipo de inmueble se sustituirán en la siguiente fórmula:

$$Fr = 1.00 - [De(A) + Dc(B) + Df(C)]$$