



# VIVIENDA SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD DE SAN ANDRÉS DE LA CAL

Caso de Estudio: San Andrés de la Cal, poblado de Tepoztlán ,Morelos.

**María Félix Cortés Rivas**

**Directora de Tesis: Dr. Miguel Ángel Cuevas Olascoaga**

**Asesores: Dr. Gerardo Gama Hernández**

**Arq. Ismael Reza Urbiola**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

## FACULTAD DE ARQUITECTURA

### VIVIENDA SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD DE SAN ANDRÉS DE LA CAL

TRABAJO PROFESIONAL POR ETAPAS

PRESENTADO POR:

**MARÍA FÉLIX CORTÉS RIVAS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTO

DIRECTOR DE TESIS:

**DR. MIGUEL ÁNGEL CUEVAS OLASCOAGA**

CUERNAVACA, MORELOS JUNIO, 2022

## Dedicatoria.

Esta tesis es el esfuerzo que a lo largo los años se ha dado, la cual representa un reto en mi vida profesional y un compromiso para adquirir nuevos conocimientos.

Dedico este proyecto a mi familia: quienes siempre están incondicionalmente a mi lado, por todos los momentos compartidos, las experiencias, los esfuerzos y sacrificios constantes; y la sabiduría que me han transmitido a lo largo de mi vida.

A Dios por permitirme llegar a este momento, por darme la vida, salud, familia, los maestros, los amigos y ponerme en este camino, el cual gracias a Él eh logrado pasar cada obstáculo y obtenido cada meta a través de la vida.

A mis maestros que influyeron con sus lecciones y experiencias que me formaron en una persona preparada para los retos que pone la vida, por confiar en mí y sobre todo por la paciencia que tuvieron.

## Agradecimientos.

A Dios, a mi hijo Mauricio por ser ese motivo, motor y luz en mi camino, a mi familia que me animan en mis decisiones, por su amor, por los buenos consejos y la mano que siempre me han dado en los tropiezos y en los triunfos, por la confianza, las alegrías y tristezas, por darme la oportunidad y las armas para lograr el éxito.

A mis asesores iniciales: la Dra. Lucía Villanueva Salazar, el Dr. Sergio Martínez Ramírez y el Arq. Ismael Reza Urbiola, por el interés, disposición y la paciencia que le dieron a esta tesis, por compartirme sus experiencias, los consejos, la confianza y la amistad que me han tenido sin olvidar el apoyo profesional brindado hasta el momento para culminar este proyecto.

Al programa PROMEP por el patrocinio que me dio para llevar a cabo la realización de esta tesis.

A mis asesores: el Dr. Miguel Ángel Cuevas Olascoaga, el Arq. Ismael Reza Urbiola y el Dr. Gerardo Gama Hernández; por brindarme el apoyo para culminar el camino que ya tenía trazado.

## **Palabras Clave.**

**Sustentabilidad**

**Vivienda**

**Tecnología**

**Alternativa**

## Introducción.

La interacción del hombre con el medio ambiente en la actualidad se ha ido deteriorando, por el crecimiento de la población en forma desmedida y por la falta de conciencia que se tiene por la naturaleza a la cual se daña, contamina y transgrede de todas las formas posibles sin pensar las consecuencias a futuro.

Una contribución importante a resolver los cambios ambientales puede estar en el diseño de un buen proyecto arquitectónico, que permita conocer y enseñar a conjuntar técnicas para el ahorro energético, propiciando el confort, la conservación de la vivienda, la reutilización, y el aprovechamiento de recursos naturales para una mejor calidad de vida y relación con el medio ambiente.

En esta investigación fue necesario hacer una búsqueda de las formas de pensamiento, diseño y construcción realizadas siglos atrás, comprender la relación entre hombre y naturaleza, conocer las que presentaban los antiguos habitantes a sus necesidades para obtener un

mejor confort en el interior de la vivienda, y las técnicas aplicadas para hacer una retrospectiva y retroalimentación de cada una de sus aportaciones.

Como segunda etapa se realizó un diseño que optimice todas las actividades habituales y de trabajo en el caso de estudio, experimentando y dirigido a nuevas propuestas, utilizando materiales de construcción alternativos, orientaciones y diseño donde se regule cada uno de los recursos naturales para aprovecharlos de forma razonada, simple y práctica.

Es en esta propuesta donde el proyecto se compromete a rescatar las propuestas populares dentro de un contexto marcado por tradiciones, donde es preciso ofrecer a la población la facilidad de reconocer sus aportaciones y así mismo de apropiarse de nuevas alternativas en la tecnología, poniéndola a su alcance e innovar sus conocimientos en materiales de construcción, de tal manera que reconozcan la importancia de retomar la idea de sus ancestros de alternar con el ecosistema, en la adaptación

de cada una de sus actividades en su vivienda en sus espacio con la orientación de optimizar su realización.

Actualmente en diferentes lugares del mundo; así como en México y particularmente en Morelos, se viven climas extremos y temporadas variables debido a la intoxicación que presenta la atmosfera, por medio de gases y energías que se usan de forma desmesurada.

El uso irreflexivo de recursos como el agua, la cual es cada vez insuficiente para la población, no obstante que hay lugares en donde no llega este recurso o no tiene la limpieza conveniente para ser utilizada; todo ello es a causa de la falta de cuidado y en gran medida por el desperdicio que se hace de ella.

Esto se suma a la falta de conciencia de algunas autoridades que no se encargan de encausar y darle el debido saneamiento a los ríos y manantiales que cada vez disminuyen.

El ser humano como parte elemental del planeta, necesita de un lugar donde vivir que mejore su calidad de vida, un lugar donde tenga una relación estrecha con la naturaleza.

Luego entonces utilizar de forma razonable la tecnología descarta construir viviendas al por mayor o de manera errónea en relación al consumo de los recursos.

Conviene más bien, instrumentar los conocimientos y las técnicas necesarias apropiadas al entorno.

## Resumen.

En este proyecto se dan a conocer las técnicas que pueden aplicarse dentro de un espacio arquitectónico en una comunidad para rescatar los sistemas tradicionales de tal manera que la vivienda no solamente sea gris y con tecnología depredadora de energía y gases, sino que sea un espacio arquitectónico que integre lo verde del entorno con la tecnología alternativa, la renovación y reutilización de recursos naturales.

La tecnología alternativa y la ideal distribución y orientación de los espacios dentro de la vivienda representa la calidad de vida ya que genera el ahorro de energía, el confort, el manejo razonable de los recursos que nos provee el ambiente para la captación y tratamiento del agua, la generación de técnicas de ventilación, asoleamiento, dando como resultado un diseño que oriente el proyecto de forma óptima para utilizar la energía y los recursos de manera adecuada.

A través de este proyecto se integran dos propuestas para resolver el problema de crecimiento irracional de la

población, el aumento de contaminación y la extinción de recursos:

- a) El análisis del sitio y de las técnicas instrumentadas para dar solución al problema
- b) Diseñar y construir un modelo de vivienda experimental aplicando técnicas de manera ejemplificativa

Dando a la comunidad una alternativa para propiciar un lugar donde vivir con bienestar social, térmico y de confort.



## Abstract.

In this project disclosed techniques can be applied within an architectural space in a community to rescue traditional systems so that housing is not only gray and predatory energy technology and gases, but is an architectural that integrates the environment green alternative technology, renovation and reuse of natural resources. Alternative technology and the ideal distribution and orientation of the spaces within the home represents the quality of life because it generates energy savings, comfort, reasonable management of the resources that we provide the environment for water collection and treatment the generation of techniques of ventilation, sunlight, resulting in a design project to guide the optimal way to use energy and resources appropriately. Through this project integrates two proposals to solve the problem of irrational growth of the population, increasing pollution and resource depletion:

- a) Site analysis and techniques implemented to solve the problem.
- b) Design and construct a model of experimental housing by way of example using techniques.

Giving the community an alternative to foster a place to live with social welfare, and thermal comfort.

## Resumé.

Dans ce projet se sont fait connaître les techniques qui peuvent être appliquées dans un espace architectural dans une communauté pour sauver les systèmes traditionnels de telle manière que le logement non seulement soit gris et en technologie éviction de l'énergie et de gaz, mais soit un espace architectural qui intègre le vert de l'environnement avec la technologie de substitution, le renouvellement et la réutilisation des ressources naturelles.

La technologie de substitution et l'idéal distribution et l'orientation des espaces intérieur de logement représente la qualité de vie car elle génère les économies d'énergie, le confort, la gestion rationnelle des ressources qui nous fournit l'environnement pour le captage et traitement de l'eau, la génération de techniques de ventilation, asoleamiento, entraînant une conception qui Orient le projet de manière optimale pour utiliser l'énergie et des ressources de manière adéquate.

Par le biais de ce projet s'intègrent deux propositions pour résoudre le problème de croissance irrationnel de la population, l'augmentation de pollution et l'extinction de ressources :

- a) L'analyse du site et des techniques appliquées pour trouver une solution au problème.
- c) Concevoir et de construire un modèle de logement pilote appliquant des techniques de manière indicative

En donnant à la communauté une alternative pour favoriser un lieu où vivre avec protection sociale, thermique et confort.

## Hipótesis.

Los sistemas constructivos regionales se han cambiado por un sistema que muy pocas veces cubre las necesidades bioclimáticas y espaciales en una vivienda, siendo más evidente estos problemas en las zonas rurales donde la calidad de vida y las condiciones precarias de la vivienda generan el uso desordenado de los espacios, orientaciones, y la inadecuada utilización de los recursos como lo es el agua.

Es necesario que el trabajo intelectual de las universidades, y como acto de justicia retribuyan a las comunidades a través de capacitación y orientación especializada, para crear la conservación y aprovechamiento de los recursos, disminuir el uso innecesario de energías, y fortalecer el rescate por las tecnologías alternativas que pueden llegar a eliminar la destrucción del medio natural, planteando la siguiente hipótesis:

***“El alto costo de muchas de las viviendas en el país se da por falta de criterio y diseño en el proyecto, y en muchas ocasiones por la inadecuada tecnología utilizada en la construcción, que no ofrece posibles alternativas.”***

## Objetivos.

### Objetivo general:

Conocer y fundamentar los criterios de la sustentabilidad, que como arquitecto conciba el interés hacia la sociedad para construir una vivienda sustentable a costo mínimo, cubriendo las necesidades de la familia y del espacio, en proporción de la comodidad, el confort y la calidad de vida.

### Objetivos particulares:

- Generar técnicas para reutilizar los recursos como el agua, de forma que el aprovechamiento sea el superior y se disminuya el desperdicio.
- Clasificar, inventariar y difundir cada tipo de tecnología que puede ser utilizada en la construcción de una vivienda.

## Prólogo.

La Arquitectura de hoy en día es una repetición de patrones tanto espaciales como de material que pretenden una mejor opción para la población, sin lograrlo pues no consideran las necesidades y actividades que cada persona desarrolla. Es ahí donde el arquitecto debe pensar, proyectar y construir basándose fundamentalmente en el modo de vida de los usuarios, así como el hombre comparte con el medio ambiente, por lo que se debe respetar, diseñando proyectos donde el ser humano se enfoquen a reducir el impacto que genera el cambio climático.

Por otra parte cabe mencionar que el clima ha ido cambiando a consecuencia de los gases y energías que contaminan la atmosfera y dañan al medio ambiente, las tecnologías más sofisticadas que se han ido produciendo a lo largo de los años se han orientado a realizar las actividades con mayor facilidad. La evolución rápida y desmedida, del avance tecnológico a veces no esta

pensado en estas energías que causan un daño irreversible al planeta.

Es posible reducir el problema ecológico, si cada arquitecto observa su alrededor y disfruta cada recurso ofrecido por la naturaleza, dando de esta manera solución al problema; uno de los objetivos al construir las viviendas sustentables es el disminuir el consumo de energía y renovar los recursos que son utilizados.

Una vez conocido el problema y las posibles soluciones, lo que se busca en esta investigación es contribuir con la comunidad de San Andrés de la Cal como sitio piloto y punto de partida para iniciar un modelo de vivienda que adapte sus necesidades e involucren a la ecología en ésta, y a su vez se instrumente en otros sitios las técnicas experimentadas en este proyecto.

## Contenido.

Dedicatoria.....	
Agradecimientos.....	
Palabras Clave.....	
Introducción.....	
Resumen.....	
Abstract.....	
Resumé.....	
Hipótesis.....	
Objetivos.....	
Prólogo.....	
Contenido.....	
Índice.....	
1. Antecedentes y Fundamentos de la Sustentabilidad en la Vivienda.....	
2. Sustentabilidad: Tecnologías alternativas como estructura en la vivienda.....	
3. La necesidad de la vivienda, hacia la conservación del medio.....	
Conclusiones.....	
Bibliografía.....	
Hemerografía.....	
Mediografía.....	
Anexos I Métodos.....	

## Índice.

Dedicatoria.....	1
Agradecimientos.....	2
Palabras Clave.....	3
Introducción.....	4
Resumen.....	6
Abstract.....	7
Resumé.....	8
Hipótesis.....	9
Objetivos.....	10
Prólogo.....	11
Contenido.....	12
Índice.....	13

### **1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA VIVIENDA**

#### **1.1 Hacia la definición de Sustentabilidad.....17**

1.1.1 Definición de Diccionario .....	17
1.1.2 Definición de Enciclopedia .....	19
1.1.3 Definición de Especialistas .....	21
1.1.4 Definición de la Autora .....	23

#### **1.2 Sustentabilidad: Teoría general.....24**

1.2.1 La sustentabilidad en el Medio y la Vivienda .....	25
1.2.2 La sustentabilidad, un reto .....	26

#### **1.3 Estado del Arte de las tecnologías**

<b>sustentables.....</b>	<b>28</b>
1.3.1 David Dickson. Tecnologías Alternativas, el freno de la destrucción ambiental.....	28
1.3.2 Arq. Armando Deffis Caso. La construcción ecológica a través de ecotécnicas.....	30
1.3.3 Arq. Raúl Sánchez Mora. Alternativas en la construcción .....	31
1.3.4 Américo Saldívar. La visión de la economía dentro del rescate del medio ambiente.....	32

<b>1.4 Aportaciones e influencias para lograr la sustentabilidad en México</b> .....	35
<b>1.5 Caso de Estudio</b> .....	38
1.5.1 Aplicación del método de investigación .....	43
<b>2. SUSTENTABILIDAD: Tecnologías alternativas como estructura en la vivienda.</b>	
<b>2.1 Características del Medio Natural de San Andrés de la cal</b> .....	45
2.1.1 Geografía.....	45
2.1.2 Climatología.....	45
2.1.3 Hidrología.....	46
2.1.4 Uso del suelo.....	47

<b>2.2 Antecedentes de la vivienda en San Andrés de la Cal</b> .....	48
2.2.1 Traza urbana.....	48
2.2.2 Tipología de la vivienda.....	51
2.2.3 Análisis de la tipología: materiales y sistema constructivo.....	51
2.2.3.1 Uso cultural de los espacios.....	57
<b>2.3 Tecnologías alternativas aplicables al caso de estudio</b> .....	64
2.3.1 Materiales constructivos.....	65
2.3.1.1 Machimbloque.....	65
2.3.1.2 Bambú.....	68
2.3.1.3 Piedra.....	71
2.3.1.4 botellas de Pet.....	72
2.3.2 El techo.....	74
2.3.2.1 Teja.....	75
2.3.2.2 Cubiertas de concreto armado sobre metal desplegado, Arq. Carlos González Lobo.....	75
2.3.2.3 Vigüeta y bovedilla.....	80



2.3.2.4	Aleros.....	81
2.3.3	Captación pluvial.....	82
2.3.4	Tratamiento del agua.....	86
2.3.4.1	Laguna facultativa.....	86
2.3.4.2	Humedal.....	88
2.3.4.3	Biofiltro.....	90
2.3.5	Vegetación.....	92
2.3.5.1	Rotación de cultivos.....	92

<b>2.4</b>	<b>Análisis del Sitio: Ubicación y características.....</b>	<b>95</b>
------------	---	-----------

### **3. LA NECESIDAD DE LA VIVIENDA HACIA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO.**

<b>3.1</b>	<b>Derivación del programa arquitectónico.....</b>	<b>103</b>
3.1.1	Programa arquitectónico de conjunto....	103
3.1.2	Programa arquitectónico particular .....	104

<b>3.2</b>	<b>Criterios de solución para la técnica constructiva.....</b>	<b>105</b>
------------	--	------------

<b>3.3</b>	<b>Alternativas del proyecto arquitectónico .....</b>	<b>105</b>
3.3.1	Alternativas de emplazamiento.....	106
3.3.2	Alternativas de las condiciones apropiadas para el diseño sustentable de la vivienda en San Andrés de la Cal .....	108

	Conclusiones.....	111
	Bibliografía.....	114
	Hemerografía.....	118
	Mediografía.....	120
	Anexos I Métodos.....	120

**ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS  
DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA  
VIVIENDA.**

## **1.1 Hacia la definición de Sustentabilidad.**

### 1.1.1 Definición de Diccionario

#### **Sustentable<sup>1</sup>**

Adj. Que se puede sustentar o defender.

#### **Sustentable<sup>2</sup>**

1. adj. Que se puede sustentar o defender con razones.

#### **Tecnología<sup>3</sup>**

f. Conjunto de los instrumentos, procedimientos y métodos empleados en las distintas ramas industriales. // Conjunto de términos técnicos propios de un arte, ciencia u oficio.

#### **Tecnología<sup>4</sup>**

(Del gr. τεχνολογία, de τεχνολόγος, de τέχνη, arte, y λόγος, tratado).

1. f. Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.

<sup>1</sup> Larousse Diccionario Manual Ilustrado, Ramón García- Pelayo y Gross, Edición 1999

<sup>2</sup> Diccionario de la Real Academia Española

<sup>3</sup> Ibid 1

<sup>4</sup> Ibid 2

2. f. Tratado de los términos técnicos.

3. f. Lenguaje propio de una ciencia o de un arte.

4. f. Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

#### **Alternativa<sup>5</sup>**

f. Acción o derecho de alternar o alternarse. // Opción entre dos cosas. // Cada una de las cosas entre las cuales se opta. // Sucesión de cosas que alternan. // Solución de recambio. // Movimiento que se repite regularmente primero en un sentido y luego en otro.

#### **Alternativa, vo<sup>6</sup>**

(Del fr. *alternatif*, y este der. del lat. *alternātus*).

1. adj. Que se dice, hace o sucede con alternación.

2. adj. Capaz de alternar con función igual o semejante.

*Energías alternativas.*

<sup>5</sup> Ibid 1

<sup>6</sup> Ibid 2

**3.** adj. En actividades de cualquier género, especialmente culturales, que se contraponen a los modelos oficiales comúnmente aceptados. *Cine alternativo. Medicina alternativa.*

### **Vivienda<sup>7</sup>**

(Del lat. V.g. Vivienda, cosa en que o de que se ha de vivir, deriv. Del v. intr. lat. Vivo, is, ere, vixi, victus, vivir, tener vida, existir)

f. Sitio y cosas en donde se vive. V. habitación.

### **Vivienda<sup>8</sup>**

f. Lugar donde habitan una o varias personas: morada. II Acción de alojarse. II Casa.

<sup>7</sup> Diccionario de Arquitectura y Urbanismo, Camacho Cardona Mario, Ed. Trillas

<sup>8</sup> Ibid 1

### **1.1.2 Definición de Enciclopedia.**

#### **Sustentable<sup>9</sup>**

Adj. Que se puede sustentar o defender con razones. *Sustentar*: v.t tr. Y pron. (lat. *Sustentare*) Sostener, estar debajo de algo para que no se caiga: los pilares sustentan la bóveda. // Costear las necesidades económicas, especialmente las de alimentación: sustentar a los padres. // Mantener, defender: sustentar una opinión, una idea. // Servir para que algo no decaiga, se extinga o que continúe en la forma que se expresa: sustentar la moral, las esperanzas.

<sup>9</sup> Pequeño Larousse Ilustrado en color, Diccionario Enciclopédico, 1996

**Tecnología<sup>10</sup>**

n. f. Estudio de los medios, de las técnicas y de los procesos empleados en la diferentes ramas de la industria.

2. Conjunto de estos factores

**Tecnología<sup>11</sup>**

(Del gr. tekhnología, de tekhnólogos, de tekhné, arte, y logos, tratado.) f. Serie de conocimientos relativos a un arte específico. // Conjunto de términos y vocablos correspondientes a una técnica determinada. // Serie de aplicaciones industriales en un sector determinado. // – de *la información*. Informática. **TECNOLÓGICO, CA.**

**Tecnología<sup>12</sup>**

f. Conjunto de los conocimientos técnicos y científicos aplicados a la industria. // Tratado de los términos técnicos. // Lenguaje técnico de una actividad, ciencia o arte.

<sup>10</sup> Ibid 9

<sup>11</sup> Gran Diccionario Enciclopédico, McGraw-Hill, 2001

<sup>12</sup> Diccionario Enciclopédico Color Reymo, Reymo, 2000

**Alternativa<sup>13</sup>**

n. f. Acción o derecho para ejecutar alguna cosa o gozar de ella alternando con otra.

2. Opción entre dos cosas: ante la alternativa tuvo que elegir. 3. Efecto de alternar, hacer o decir una cosa, desempeñar un cargo varias personas por turno.

4. Sucesión de hechos o estados prósperos y adversos.

5. TAUROM. Acto por el cual un matador de toros eleva a su misma categoría a un matador de novillos: tomar, dra la alternativa.

**Alternativa<sup>14</sup>**

(Del latín *alternatus*.) f. Opción entre dos o más cosas. // Derecho de una persona a hacer algo en alternancia con otra. // Servicio que realizan por turno dos o más personas. // Opción. // *Taurom*. Ceremonia en la que un novillero alcanza la categoría de matador. // –, *medicina*. Término con el que se designan todo tipo de terapias que difieren de

<sup>13</sup> Ibid 9

<sup>14</sup> Ibid 11

la práctica médica ortodoxa, como la acupuntura y la homeopatía.

### **Alternativa<sup>15</sup>**

f. Derecho de una persona a ejecutar alguna cosa o gozar de ella alternando con otra. // Opción entre dos cosas.

### **Vivienda<sup>16</sup>**

(Del lat. *vivenda*.) f. Morada. // Modo de vida.

### **1.1.3 Definición de Especialistas.**

---

<sup>15</sup> Ibid 12

<sup>16</sup> Ibid 11

### **Sustentable<sup>17</sup>**

Proceso cuyo ritmo hay que mantener, es una concepción dinámica, no estática, que introduce una visión temporal a largo plazo.

### **Sustentable<sup>18</sup>**

Hacer algo, en donde no se cause impacto al ambiente, eso es un ideal; lo mas cercano a cero energía y ha un uso eficiente de energía, es decir que tu edificación produzca toda la energía que consume y las produzca de manera limpia sin generar contaminantes a la atmosfera.

### **Tecnologías Alternativas<sup>19</sup>**

---

<sup>17</sup> Margarita Barney de Cruz, Wolfensberger Scherz, Lilly **Sustentabilidad y desarrollo: suficiente siempre**, México: H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura, 2005

<sup>18</sup> Dra. Guadalupe Huelsz Lesbros, Investigadora Titular del Centro de Investigación en Energía de la UNAM.

<sup>19</sup> Ibid 18

Toda aquella tecnología que lleve a un ahorro energético, ha un uso mínimo de energía para acondicionamiento higrotérmico de una edificación.

### **Tecnología<sup>20</sup>**

Concepto abstracto que comprende tanto la herramienta y maquinas utilizadas por una sociedad, como las relaciones mutuas que su uso implica.

### **Tecnología Alternativa<sup>21</sup>**

Son los instrumentos, maquinas y técnicas necesarias para reflejar y mantener unos modos de producción social no-opresores y no-manipuladores, y una relación no-explotadora con respecto al medio natural.

### **Vivienda<sup>22</sup>**

---

<sup>20</sup> David Dikson, 1977; **Tecnología alternativa y políticas del cambio tecnológico**, H. blume, 1978, Madrid

<sup>21</sup> Ibid 20

<sup>22</sup> HAVEL, J.E., **Habitat y Vivienda**, Buenos Aires, Eudeba, 1961 (1ª edición de 1957).

La vivienda, como necesidad humana instintiva y prioritaria, es fundamental para la supervivencia del ser humano, por miserable que ésta sea, y es la primera fuente en que el hombre llega a la vida, se nutre y se desarrolla. Es su condición de ser espacio de "instalación efectiva del hombre" lo que la hace vivienda.

### **Vivienda<sup>23</sup>**

La noción de vivienda comprende las siguientes dimensiones:" una interioridad o casa, que brinda la satisfacción de las necesidades de protección, abrigo y descanso, entre otras, y una exterioridad o entorno, que provee las bases y condiciones para su adecuada satisfacción [...] Cada dimensión tiene un conjunto de atributos propios. Así, las paredes, el techo y los pisos lo son de la casa, y los parques y el equipamiento comunal son del entorno" (Giraldo, 1999:106)

---

<sup>23</sup> Pérez Pérez Elizabeth **calidad habitacional del hogar arrendatario en Bogotá: estratos socioeconómicos dos y tres** editor: univ. nacional de Colombia, 2007



#### 1.1.4 Definición de la Autora.

Partiendo de la palabra Sustentabilidad que en la mayoría de los diccionarios y enciclopedias la definen como el sostén o defensa de alguna cosa u objeto, y en base a los antecedentes presentados anteriormente; la Autora define la **Sustentabilidad** como la acción de mantener la vivienda fuera del origen de la crisis ambiental, es decir que las técnicas, estructura, tecnología y forma, que edifiquen dicha vivienda sean adecuados para lograr de forma total cualquier tipo de contaminación o en su defecto minimizarla.

Para conseguir el propósito de minimizar o acabar con la contaminación y el problema climático se necesitan los conocimientos de tecnologías, así como las características, efectos y ventajas que pueden traer al construir.

Al mencionar las tecnologías, en este proyecto se hace mayor referencia a las **Tecnologías Alternativas** las cuales son los instrumentos y elementos para cumplir la

meta propuesta, que permitirán edificar la vivienda de manera integral, apropiada y loable con respecto a la naturaleza.

Este compromiso de buscar soluciones propias para el medio, es lo que dará la lucha por la supervivencia del hombre en la naturaleza y poder gozar de sus recursos.

Es necesario convivir con la naturaleza de forma integra sin lastimar el ecosistema, pues el hombre ha ocasionado el desequilibrio ambiental, al no entender que hombre y naturaleza se pertenecen, y uno sin el otro no puede existir.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Deffis Caso Armando, *Arquitectura Ecológica Tropical*, Ed. Árbol, México, D.F. 1994

La sustentabilidad es un concepto que demanda el medio ambiente para que éste no siga dañándose más y haya un equilibrio ecológico para que el hombre siga disfrutando por generaciones los recursos que ofrece la naturaleza. Siendo uno de los propósitos alcanzar una técnica constructiva a bajo costo, por medio de un diseño que conviva con el medio ambiente; para lograrlo se requiere todo un proceso de búsqueda y rescate de las técnicas convenientes para ese sitio, de acuerdo al modo de vida y actividades de la población; dando solución al problema principal: el agua; como hacer la captación, procesarla y reutilizarla.

El estudio particular de las técnicas de construcción, las tecnologías y el diseño arquitectónico, parte del hecho que la población necesita estar consiente que el consumo de energías, gases y la contaminación del aire y el agua, se puede evitar por medio de un buen diseño que recicle las tecnologías, así como ubicar espacios convenientemente para captar de forma natural cada recurso ofrecido por la

## 1.2 Sustentabilidad: Teoría general.

naturaleza, facilitando el control de los espacios y creando con esto el confort del hombre.

### 1.2.1 La sustentabilidad en el medio y la vivienda.

A partir del establecimiento humano en la tierra, el medio ha hecho un papel muy importante para lograrlo, a partir de que el suelo genera alimentos para la población y lugares con ciertas características para que el hombre viva ahí.

Estos lugares con características particulares hacen que el hombre en el afán de sentir suyo el espacio empiece a adecuarlo de forma conveniente consiguiendo de esta manera aprovechar los recursos naturales que es determinado principalmente por el clima y las protecciones que requiere el lugar<sup>25</sup>. Esa necesidad que ha tenido el hombre por resolver sus problemas de vivienda es lo que ha llevado a optar por la creación de tecnologías nuevas,

<sup>25</sup>Deffis Caso Armando, *La Casa Ecológica Autosuficiente: para climas Templado y Frío*, Ed. Árbol, México, D.F. 1994

mas complejas y dejando en segundo termino las técnicas, herramientas y materiales rústicos que sólo se utilizan en poblados rurales que aun mantienen sus tradiciones.

En la actualidad poco a poco esas tecnologías se han ido perdiendo y el medio ambiente a sufrido las consecuencias de lo que contrae las nuevas tecnologías, que buscan la facilidad y ahorro de tiempo en la construcción sin importar el material de que esta hecho. Todas estas condicionantes a su vez han traído un impacto ambiental que se esta tratando para encontrar un desarrollo que sea sustentable, en cuanto a la ecología y sostenible por medio de la sociedad y economía del país, habiendo entre ambos un equilibrio.

El concepto sustentable es un término nuevo que ha estado caracterizando al uso racional de recursos permitiendo demostrar la necesidad de una sociedad consiente del medio natural, donde se acepten los limites del aprovechamiento de los recursos y la habilidad para renovarlos.

El fin de hacer un desarrollo sustentable es crear tecnologías alternativas para hacer viviendas construidas con productos naturales, el conocimiento del hombre, sistemas para el tratamiento del agua, técnicas constructivas apegadas a la conservación ecológica y con materiales regionales, usando fuentes alternas para el ahorro de energía, adecuando los diseños de acuerdo a las características del sitio.

### **1.2.2. La sustentabilidad, un reto.**

La sustentabilidad para la protección del medio se ha analizado desde hace varios años desde la economía, la ecología y la arquitectura, para hacer conciencia de la crisis ambiental en la que estamos viviendo, trascendiendo todas estas cuestionantes a nivel internacional logrando una serie de reuniones a lo largo del mundo para darle solución. El reto es lograr un equilibrio entre tiempo, efectividad, calidad y costo.

La reunión llevada a cabo en río de Janeiro, donde este desarrollo tiene que ser considerado a un mismo nivel de importancia para el ambiente, la economía y la sociedad, adquiere 21 principios básicos de guía frente al medio

ambiente y desarrollo<sup>26</sup>, y teniendo en ello la economía, la ecología y la equidad complementadas por la participación política y social.

Las causas por las que se ha llegado al agotamiento de recursos naturales y destrucción del hábitat han sido por el rápido crecimiento poblacional, al consumismo irracional de sistemas, tecnologías y productos; que se presenta en mayor proporción en los países de primer mundo, contrastando con la pobreza de los otros países que se dedican a la agricultura donde el uso del suelo por generar frutos también produce desgaste de la tierra y la hace infértil.

Se puede seguir enunciando cada uno de los efectos que ha ocasionado el mal manejo de los recursos al pensar que estos no se terminarían; el hecho es que al percatarse de las reacciones que se están manifestando actualmente se han dado a la tarea programas e instituciones como la UNESCO donde se analizaba los problemas ambientales a

<sup>26</sup> Margarita Bamey de Cruz, Wolfensberger Scherz, Lilly **Sustentabilidad y desarrollo: suficiente siempre**, México: H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura, 2005

diferentes escalas desde la comunidad mas pobre y rural hasta las urbes mas grandes dejando la idea futura de una integración entre la conservación de la naturaleza con el desarrollo económico y social.

En 1987 la ex-primera ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland, presenta un informe ante la ONU elaborado por la comisión Our Common Future (nuestro Fururo Común) con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un alto costo de los recursos del medio ambiente; siendo la primera vez que se pronuncia el término desarrollo sustentable.

Cada autor presenta su opinión acerca de buscar una alternativa para frenar el daño ambiental, sin embargo según Holdgate nos dice que para que la sustentabilidad sea real y no una idea utópica se necesita de una sociedad sustentable; analizando este punto de vista nos damos cuenta que la humanidad es la que ha provocado todo el conflicto entre él y la naturaleza, al consumir y crear

sistemas que rebasan la energía existente, por priorizar en el crecimiento y nuevos descubrimientos que generan dinero y consumo.

Para tener una sociedad y mundo sustentable se necesitar tener la visión y capacidad de crearlo, por medio de la justicia, equidad, trabajo en equipo para todos, diseños tecnológicos y arquitectónicos que minimicen el consumo de contaminación, crear técnicas que controlen, restauren, procesen y reutilicen los recursos. Estas posibles soluciones van acompañadas del cambio de estilo de vida de la sociedad, para empezar a adoptar y aprender nuevas tecnologías, procesos de productividad y racionalidad económica, para lograr disminuir la aceleración del colapso ambiental.

### 1.3 Estado del Arte de la Sustentabilidad.

#### 1.3.1 David Dickson. Tecnologías Alternativas, el freno de la destrucción ambiental.

A través del tiempo el hombre se ha dado a la tarea de buscar, crear, perfeccionar e innovar nuevas técnicas, maquinas, procesos de producción, descubrimientos científicos y tecnologías.

A partir de la Revolución Industrial se ha creído que el progreso de la sociedad y de los países se debe a los avances y el continuo desarrollo de las tecnologías, que inicialmente se crearon para mejorar las técnicas manuales, artesanales y tradicionales; siendo que por el nivel de avance tecnológico se clasifican y etiquetan a los países.

David Dickson en una critica confirma esta posición al considerar que la tecnología inicio como un medio por el cual el hombre elevaba su nivel socioeconómico y que actualmente se esta viendo amenazado por sus propios logros, ya que el peligro principal es su propia supervivencia en el medio.

Durante la historia se han enmarcado las consecuencias que puede traer un mal control, uso y abuso de los

descubrimientos, energías, fuerzas y maquinas que el hombre ha creado; y se han ido plasmando en los problemas ambientales que se viven, siendo parte del problema la tecnología avanzada; el profesor **Commoner** quien en su libro *The Closing Circle* afirma que “*La nueva tecnología es un éxito económico pero solo a causa de que es un fracaso ecológico*” (**Commoner Barry, 1971.**)<sup>27</sup>

Por lo tanto la tecnología actual no ha funcionado como se imaginaba ni se han logrado las ventajas esperadas, pues cada vez los avances tecnológicos contrarrestan el impacto que produce su uso, que parte desde el hecho que la mayoría no cuenta con estos recursos para usarla, las que puede estar al alcance la han vuelto un elemento muy importante en cada actividad y por ultimo hay una gran destrucción ambiental.

El restringir o concientizar a la sociedad de que el avance tecnológico no se debe a un crecimiento económico es complicado, ya que se cree que éste incremento se debe al desarrollo tecnológico, a la producción energética y como

---

<sup>27</sup> Ibid 18

consecuencia de lo anterior se da la contaminación, la aprobación que se le ha dado al crecimiento económico y tecnológico es una ideología que difícilmente será cambiada para crear una alternativa que conserve y establezca la economía, tecnología y naturaleza.

Al hablar del objetivo de crear tecnologías alternativas para combatir los problemas existentes, David Dickson juzga que “*lo mas importante de las tecnologías alternativas es el planteamiento que representa, siendo que la tecnología debería tener como objetivo el adecuarse a las necesidades y recursos humanos y el reconocimiento de que no sólo son deseables, sino necesarios, modelos radicalmente diferentes de desarrollo tecnológico*”. (**Dickson David, 1977.**)<sup>28</sup>

El desarrollo tecnológico con una visión a futuro puede proporcionar un modo de vida que satisfaga al hombre social-económica y ecológicamente, de manera equitativa.

---

<sup>28</sup> Ibid 18

### 1.3.2 Arq. Armando Deffis Caso. La construcción ecológica a través de ecotécnicas.

Durante el proceso y evolución de la historia, el hombre ha creado lugares en donde protegerse de la intemperie, de los animales salvajes y tener su propio espacio donde cubrir sus necesidades; siendo estas adaptadas al entorno donde ellos se encontraban, por lo que cada vivienda tenía características distintas por el lugar de origen donde se establecían.

Pero a pesar de que el hombre ha optado por fundar por si mismo el lugar donde vivir a base de creación de inventos, sistemas y técnicas novedosas, no se ha detenido para ocuparse de la ecología, sobre el problema principal que ha logrado a través de éstas y dar soluciones viables, es por ello que actualmente se analiza de manera profunda y alarmada; una de las vías para la sustentabilidad es la arquitectura y la creación de técnicas llevadas a la vivienda, como un intento por contrarrestar el alto índice de exterminio natural.

Uno de los arquitectos que inician con el ecologismo en México en 1982 es Armando Deffis Caso quien funda la sociedad de arquitectos ecologistas de México en 1986.<sup>29</sup>

Al ver el crecimiento de la crisis ambiental organizó el primer congreso de vivienda ecológica en 1983 donde trato temas desconocidos para muchos, a tal grado que se ponía en duda llevarlos a la practica, pues temas como el acondicionamiento climático, el calentamiento solar de agua, el ahorro de energía, la captación pluvial, eran inquietantes y sin embargo son parte de la solución para frenar la contaminación energética.

Poco después y tras la lucha por acondicionar estas técnicas o ecotecnologías como el le llama a una propuesta arquitectónica construyó la primera casa ecológica didáctico demostrativa en Chapultepec 1985.

La preocupación por las consecuencias ambientales lo ha incitado a publicar 16 libros dando a conocer cada unos de

<sup>29</sup> /www.armandodeffis.com.mx/



sus proyectos y las ecotecnologías que pueden ser utilizadas dentro de una vivienda, dependiendo de sus características climatológicas y del entorno, que van desde una casa rural hasta complejos turísticos.

El propósito es crear una arquitectura que sea autosuficiente para confortar al hombre, Armando Deffis Caso comenta que: *"El arquitecto comunica al hombre con el espacio y bajo esta óptica tenemos una responsabilidad ambiental"*. **Deffis Caso Armando.**

Las ecotecnologías tienen como propósito establecer las bases, así como proporcionar las herramientas necesarias para conocer y resolver los problemas energéticos de tal forma que pueda ampliar el camino a las numerosas alternativas poco explotadas para proveer a la sociedad de nuevas energías y tecnologías en la vivienda.

### **1.3.3 Arq. Raúl Sánchez Mora. Alternativas en la construcción.**

Queda claro que la arquitectura es un arte muy noble a la hora de construir, todo depende del arquitecto que este dispuesto a lograr con poco costo el confort. El crear un sistema constructivo que se realice con materiales que están al alcance de las poblaciones más pobres, como es la tierra y que a parte sea resistente.

Regresar a técnicas de construcción de los antepasados, las cuales se adaptaban a su entorno, aprovechando sin contaminar los recursos, puede ser una solución para no terminar con la naturaleza.

En el proceso de evolución de técnicas, sistemas y del hombre mismo se ha podido pasar desde la cueva que usaban como refugio, las chozas de piel de animales, las construidas con carrizos sobre el agua o sobre tierra, casas de tierra, de adobe, y actualmente de cemento y acero; en la era primitiva y durante la colonia la construcción de adobe tanto en la zonas rurales como la urbana era abundante con acabados finos dependiendo del nivel económico; éstos adobes eran hechos por los propios campesinos utilizando como elemento principal la tierra.

Este sistema constructivo fue característico durante mucho tiempo y de alta resistencia, es una tecnología rescatable, que bien se puede adoptar a nuestro tiempo, pues se busca aprovechar los recursos disponibles, minimizar el costo, la producción energética y por ende el deterioro ambiental.

El Arq. Raúl Sánchez Mora ofrece un sistema de tecnología alternativa, donde el mayor integrante para su realización, es la tierra, que esta al alcance de cualquier persona y a base de un proceso sencillo y poco costo se obtiene como resultado las piezas para la construcción de una casa, ha este elemento lo llama “machimbloque”.

Comenta el Arq. Raúl Sánchez Mora:

*“El machimbloque abre una posibilidad real de abaratamiento de costos, de sistemas de autoconstrucción y de programas de vivienda popular, sin demeritar la posibilidad de hacer viviendas de cualquier tipo... pues se*

*pueda revalorar el uso de la tierra en la construcción.”(Sánchez Mora Raúl, 1993.)<sup>30</sup>*

Es así como una alternativa es rescatar las técnicas constructivas pasadas que integraban y protegían a su medio ambiente, que lejos de ser un obstáculo para la construcción en la economía y practicidad, llega a ser una alternativa viable, resistente y económica.

#### **1.3.4 Américo Saldívar. La visión de la economía dentro del rescate del medio ambiente.**

La economía y el ambiente en México así como en el mundo son dos materias que muy escasamente están relacionadas; a partir del cual se reconoce que la cuestión socioeconómica tiene una correlación donde debe ser el desarrollo ecológicamente sustentable, socialmente justo y económicamente sostenible.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Arq. Raúl Sánchez Mora, entrevista tomada de la Revista Dintel, de la Facultad de Arquitectura, 1993.

<sup>31</sup> Américo Saldívar, De la economía ambiental al desarrollo sustentable: alternativas frente a la crisis de gestión ambiental, México: UNAM, Facultad de Economía, c1998

El desarrollo sustentable debe corresponder al uso racional y equitativo, así como la interdependencia de economía – ecología; de tal modo que durante años se han hecho programas, estrategias, publicaciones, reuniones; y dentro de ello, lo que comprende a nuestro país inicia en 1984 con el Programa Nacional de Ecología.

Américo Saldívar comenta en su libro que la causa principal la destrucción del medio se ha dado por los estilos de vida, el consumismo, la forma de desarrollo que se han imitado de los países del primer mundo, por tal motivo el crecimiento económico es parte del problema y solución al medio ambiente, y menciona tres dimensiones que se pueden asociar a la sustentabilidad, éstas son las siguientes:

1. Lo humano
2. Calidad de vida
3. La biosfera y los ecosistemas.

El concepto ha llegado es que todos dependemos de todos y nos afecta a todos, por lo que economía, sociedad, ambiente, desarrollo y tecnología son elementos que agrupan en uno solo. Emplear las tecnologías apropiadas en la actividad económica y ecológica es una alternativa de un binomio en la productividad.

Incluir en la acción económica la ecología, es pretender un desarrollo sustentable con una dinámica de adaptación al proceso, por ello es indispensable incorporar en los países en desarrollo e industrializados modelos sustentables que disminuyan y equilibren el crecimiento económico, material, energético; de acuerdo con Eduardo Galeano *“El precario equilibrio mundial depende del mantenimiento de la pobreza y de la injusticia, porque la generalización del estilo de vida occidental implicaría un suicidio colectivo de la humanidad” (Eduardo Galeano, 1998.)*<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Eduardo Galeano en De la economía ambiental al desarrollo sustentable: alternativas frente a la crisis de gestión ambiental, México: UNAM, Facultad de Economía, c1998

Si bien el bienestar de la sociedad esta en un desarrollo sustentable que evite el problema de crecimiento económico y protección ambiental, se debe atacar como un complemento entre ambos, buscando el control del crecimiento demográfico, eliminar la pobreza, limitar y equilibrar la distribución de recursos, la participación política, solucionar localmente el problema ambiental, adaptarse a las nuevas tecnologías, usar tecnologías que no impacten al medio ambiente; estos requisitos van de la mano con la responsabilidad y participación social, política y científica.

*“Las estrategias de conservación mundial deben incluir la administración del uso de un recurso tal, que pueda reunir las demandas humanas de la presente generación sin disminuir las oportunidades para las futuras generaciones”<sup>33</sup>*

---

<sup>33</sup> World Commission on Environment and Development, Our Common Future, Oxford, England, Oxford University Press, 1987, referido por Books, 1992, p.19; tomada del libro De la economía ambiental al desarrollo sustentable: alternativas frente a la crisis de gestión ambiental, México: UNAM, Facultad de Economía, c1998, página 127.

*“En la tierra hay suficiente para satisfacer las necesidades de todos, pero no tanto como para satisfacer la avaricia de algunos”<sup>34</sup>*

Desde hace tiempo se ha hecho referencia del termino sustentabilidad, no como una relación entre el hombre y la naturaleza, fue empleado en el área de las ciencias ecológicas con la idea de una producción en actividades humanas como la silvicultura y la pesca.

El concepto sobre lo sustentable inicia en 1970 cuando se hace pública e internacionalmente evidente el deterioro ambiental adoptando así el desarrollo sustentable como un satisfactor de necesidades en esa actualidad sin llevar a acciones que pudieran arriesgar el futuro de otras.

Por lo que el termino sustentable se extendió para caracterizar a una sociedad sustentable y deseable, capaz de adecuarse a las limitantes de los recursos naturales y no producir contaminantes; esta posición permitió que no

#### **1.4 Aportaciones e influencias para lograr la sustentabilidad en México.**

<sup>34</sup> Mahatma Gandhi , Desarrollo Sustentable: pasado, presente y futuro; Revista de Ingenierías Octubre – Diciembre 2004, Vol. VII, No. 25

sólo se asociara al deterioro ambiental, sino que se abrieran panoramas incluyendo a la sociedad y la economía, de tal modo que no se limita a solo el crecimiento económico, va desde la satisfacción de necesidades, calidad de vida, protección ambiental, una sociedad sustentable y razonable, el control de tecnologías y su transformación.

La definición de la palabra sustentabilidad se da en la Estrategia Mundial de Conservación en 1980, la cual tiene una visión ecológica y parte de tres objetivos indispensables para la conservación de recursos<sup>35</sup>:

1. Mantener los procesos ecológicos y los sistemas de vida
2. Preservar la diversidad genética
3. Aprovechamiento sustentable de especies y ecosistemas

Tras el paso de los años se da la conferencia Cumbre de la Tierra, que se llevó a cabo en Río de Janeiro del 3 al 14 de

junio de 1992, el principal objetivo era encontrar un equilibrio de intereses y necesidades entre las acciones económicas, sociales y ambientales tanto del presente como del futuro, formando una asociación entre las naciones los gobiernos y los sectores de la sociedad; para finalmente lograr un desarrollo sustentable internacional.

El desarrollo sustentable según la **Dra. Yoloxóchitl Bustamante Díez**, necesita de los siguientes principios: *“Respetar y cuidar la comunidad de vida; mejorar la calidad de vida humana; conservar la vitalidad y diversidad de la tierra; reducir el agotamiento de los recursos no renovables; mantener la capacidad de carga de la tierra; cambiar actitudes y prácticas personales; capacitar a las comunidades para cuidar su propio ambiente; proveer un marco de referencia nacional para la integración del desarrollo y la conservación”*. **(Bustamante Díez Yoloxóchitl, 2009)**.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> [www.infoagro.net/shared/.../desarrollo\\_sustentableREDESMA.pdf](http://www.infoagro.net/shared/.../desarrollo_sustentableREDESMA.pdf) Desarrollo sustentable ¿ecológico, económico y social?

<sup>36</sup> Dra. Yoloxóchitl Bustamante Díez , “**tu planeta te necesita, unidos contra el cambio climático” desarrollo sustentable**, síntesis de la videoconferencia del 2 de junio de 2009 siendo transmitida por internet

Formar una sociedad que pueda prevenir las consecuencias de sus acciones a través de sus propias necesidades, siendo que lo primordial para desarrollarse es contar con una vivienda en donde se pueda disfrutar de los recursos, sin que afecte al ambiente ocasionando un impacto en el futuro para otros.

Para alcanzar este objetivo, se ha dado a la tarea de instruir y proponer una alternativa viable para el rescate y conservación del entorno, requiriendo de técnicas arquitectónicas que puedan ofrecer un diseño ahorrativo y reciclable, es decir generar la mayor comodidad al menor costo.

Algunas de las ecotécnicas que se busca aplicar en un diseño de vivienda sustentable, se pueden enumerar de la siguiente manera:

1. Sanitario seco
2. Biofiltro
3. Biodigestores

4. Huerto Familiar
5. Rotación de Cultivos
6. Celdas Solares
7. Reciclado de basura orgánica
8. Techo de poca transmisión solar
9. Muros térmicos
10. Muros de tierra- pet
11. Muros y Azoteas Verdes
12. Riego mediante hidroponía
13. Filtro de Aguas Jabonosas
14. Captación y almacenamiento pluvial

Las anteriores opciones son propuestas como tecnologías alternativas, debido a que han sido comprobadas y puestas en práctica a través de los años, para dar solución a los problemas del medio ambiente; más adelante en el Capítulo 2.3 se desarrollaran particularmente.

## 1.5 Caso de Estudio.

Las alternativas posibles hacia el proyecto estarán referidas en el entorno de San Andrés de la Cal, uno de los pueblos del municipio de Tepoztlán, al norte del estado de Morelos, México. Se ubica al sur de Tepoztlán en un área de sumideros y cuencas cerradas, que tienen relación con la cuenca del río Arroyo Salado.

Tepoztlán se sitúa al norte del estado, entre 18°53' y los 19°12' de latitud norte y los 99°02' y 99°12' de longitud oeste. Tiene una superficie de 242.646 km<sup>2</sup>, limita al norte con el Distrito Federal, al sur con Yautepec y Jiutepec, al este con Tlalnepantla y Tlayacapan y al oeste con Cuernavaca y Huitzilac.

Los climas que predominan son semicálidos, húmedos y templados, subhúmedos, en las laderas de las sierras.

La época lluviosa es en el verano y a principios de otoño, las precipitaciones más bajas se presentan en los valles, llegan hasta los 1,000 mm. anuales y las más altas en las montañas sobrepasando los 1,200 mm. anuales.

El poblado de San Andrés de la Cal colinda al norte con el centro del municipio de Tepoztlán, al sur se localiza la zona de reserva ecológica "El Texcal", al este con el poblado de Santiago Tepetlapa y al oeste se encuentra el pueblo de Santa Catarina.

Tenextitla nombre náhuatl como también es conocido San Andrés de la Cal, es uno de los pueblos de Tepoztlán donde su actividad económica en el pasado era la extracción de piedras del cerro que eran transportadas a los hornos para elaborar la cal viva.<sup>37</sup>

Los accesos de este poblado son por la carretera federal Cuernavaca-Tepoztlán a la altura del kilómetro 14, siendo éste el único acceso por vehículo; los otros accesos son a pie mediante senderos y caminos entre los cerros de la cruz y el cerro de la corona o cerro barriga de plata, los cuales rodean al pueblo.

<sup>37</sup> César Augusto Ruiz Rivera, San Andrés de la Cal, Culto a los señores del tiempo en rituales agrarios.



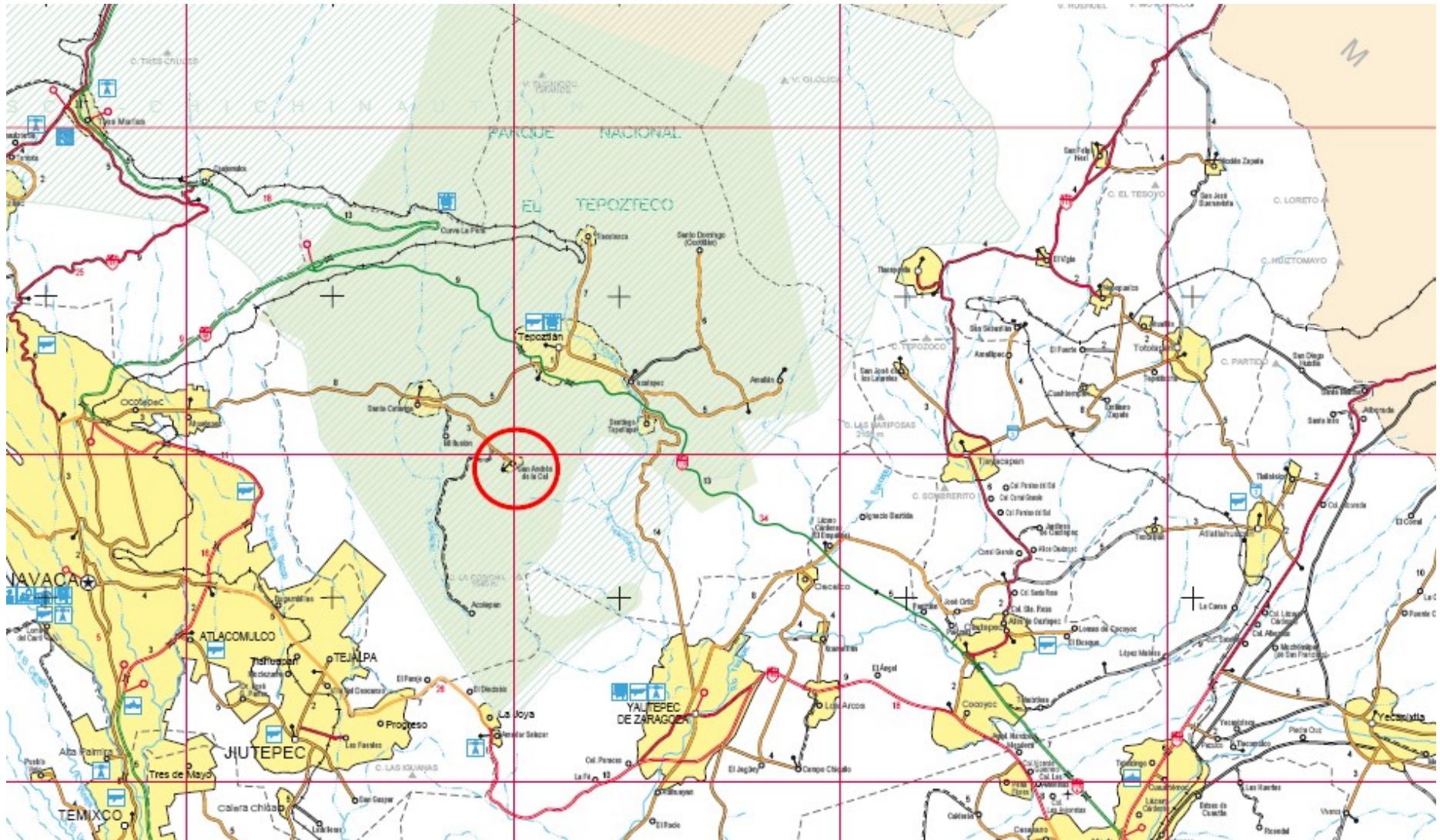
La comunidad se ubica al pie de la ladera sur del eje transversal neovolcánico central, específicamente en la ladera sur del cerro Chalchiltepetl al sur de Tepoztlán, al noreste del valle de Cuernavaca.



Fotografía: MFCR



Fotografía: LVS



Ubicación del poblado de San Andrés de la Cal, en el plano de Estado de Morelos. INEGI

La parte más elevada se encuentra en el extremo norte en la punta del cerro Chalchiltepetl con 2,060 msnm; y la parte más baja se encuentra en la punta sur-poniente en la salida del arroyo Acolapan a 1,440 msnm.<sup>38</sup>

Se integra por 3 unidades geomorfológicas la Sierra Arenisca, la Sierra Caliza y con el 77% el valle de Cuernavaca.

La temperatura media anual es de 20.7°C, la máxima extrema es de 44.2°C, la mínima extrema -1°C.

La precipitación media anual es de 1,285 mm/año, con una máxima absoluta de 110.5 mm/24h.

Tiene una superficie de 1,451 ha., con una población de 1,058 habitantes.

La actividad económica más abundante es la agricultura donde el principal cultivo es el maíz criollo, y existe una serie de comercios que son de consumo local.

Los servicios con los que cuenta son la red de electricidad, donde se halla una línea que la conecta con el poblado de Santa Catarina, el de Yautepec y con la unidad habitacional de Acolapan, con esta red se alimenta una bomba que provee de agua potable a la población, además se cuenta con su propio pozo de agua con capacidad para abastecer al poblado<sup>39</sup>.

El transporte público en el poblado es por medio de combis de la línea ometochtli.

En relación al medio ambiente, existen cinco manantiales de agua; la reserva cerril y del texcal son áreas de recolección alimentaria, mientras que en la zona urbana se encuentra variedad de flora y fauna que son utilizados como recursos alimenticios, medicinales y de construcción.

<sup>38</sup> Tomado del Plan Rector de Producción y Conservación De La Microcuenca "San Andrés De La Cal", Tepoztlán, Morelos.

<sup>39</sup> Ibid 32

La mayor parte de los terrenos son comunales, y la urbanización es desordenada, en estas tierras se observan viviendas principalmente hechas de ladrillo, con techo de losa y pisos de cemento. En bajo porcentaje se encuentra la vivienda tradicional de San Andrés de la Cal, la fachada principal se compone de altos muros de piedra, con un acceso que da al gran cuarto que por lo regular es la recámara principal, pasando este se encuentra la terraza que da al patio.

El enfoque del proyecto es mejorar la calidad de vida de la población, crear una imagen urbana adecuada a sus actividades y tradiciones, rescatando la vivienda tradicional, conservando, rescatando y respetando el medio natural de la región.



Imagen: Archivo TEdis 2009

### 1.5.1 Aplicación del método de investigación.

Frente al problema ambiental que la mayoría de los países desarrollados, sub-desarrollados y en vías del desarrollo han presentado del manejo irracional de sus recursos naturales, dejándose llevar por el consumismo y producción occidental y que contrariamente esos países exportan a otros su contaminación, se ha dado a la tarea de la conciencia y soluciones para frenar el desgaste por el medio natural.

Por esta consideración de llegar a una solución razonable se presenta la recopilación de libros e información referente al tema, se inicio de lo general ha lo particular, partiendo de interrogantes y objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto; iniciando con un sondeo de vivienda tradicional, del confort, números de habitaciones para saber el modo de vida y actividades de la población.

Como segunda etapa hacer un análisis cartesiano aristotélico formulando preguntas para lograr el objetivo del proyecto, el responder con una aportación teórica y una

práctica; hacer levantamientos del sitio, zonificando los espacios y la climatología del lugar.

Finalmente la aplicación del método es una condición para formar juicios y criterios para llegar al objetivo de fundamentar y construir una visión teórica y práctica para lograr una vivienda sustentable de acuerdo a las necesidades de una población.

**SUSTENTABILIDAD:  
Tecnologías Alternativas como  
estructura de la vivienda.**

## 2.1 Características del Medio Natural de San Andrés de la Cal.

Dentro del análisis en el Plan de Desarrollo Comunitario de San Andrés de la Cal del 2007.<sup>40</sup> Se encuentran características del medio físico para la comunidad que a continuación se describen y clasifican.

### 2.1.1 Geografía.

La zona de San Andrés de la Cal tiene una extensión de 1450 hectáreas, con una altitud sobre el nivel del mar de 1,500 m., se integra al área de sumideros y la cuenca del río Arroyo Salado, con una parte de la ladera oriente integrada a la cuenca del río Acolapa.

Se ubica al noreste del valle de Cuernavaca, al pie de la ladera sur del eje transversal neovolcánico central, en la ladera sur del cerro Chalchitpetl al sur de Tepoztlán donde

<sup>40</sup> Ibid 38

se encuentra la parte más elevada con 2,060 msnm y la parte más baja es la punta surponiente en la salida del arroyo Acolapa a 1,440 msnm.

Se constituye por 3 relieves, valle de Cuernavaca, la sierra arenisca y la sierra caliza.

### 2.1.2 Climatología.

Los datos extraídos del SRH, 1976 que se encuentran en el Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca "San Andrés de la Cal"<sup>41</sup>, el tipo de clima que presenta la localidad es:

#### **Awo" (w)(i')g**

Cálido, con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con canícula, % de lluvia invernal menor de cinco, poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo ganges.

<sup>41</sup> Ibid 38

Donde:

A = clima tropical lluvioso

w = clima de sabana, invierno seco, verano con lluvia; P/T menor que 43.2;

" = hay 2 estaciones de lluvia separadas de 2 estaciones secas

(w) = la lluvia invernal es inferior que 5% de la lluvia de verano

(i') = isotermal, la temperatura media mensual oscila entre 5 y 7°C.

g = la época más caliente se presenta antes de junio

Siendo este tipo de clima el más cálido dentro de los templados subhúmedos<sup>42</sup>, la temperatura promedio es de 20°C, su precipitación media anual está considerada a 1,200 mm.

### Hidrología.

---

<sup>42</sup> Ibid. 37

Existen cinco manantiales de agua, de los que se abastece la población; según el Plan Rector Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca "San Andrés de la Cal"<sup>43</sup>, el sitio se encuentra dentro de varias cuencas relacionadas con la cuenca del Río Dulce que desemboca entre Tlaltizapan y Huatecalco al río Yautepec, el extremo poniente está en la cuenca del río Acolapa afluente directo al río Salado.

Por lo que la comunidad cuenta con servicio de agua potable a través de un pozo propio con capacidad de 40 lts./seg., logrando suministrar a la población del vital líquido cada tercer día.

### 2.1.3 Uso del suelo.

---

<sup>43</sup> Ibid 38



Las unidades geomorfológicas en San Andrés de la Cal, se conforma con los siguientes suelos:

- a) Sierra de Arenisca: 173 hectáreas en proyección vertical. Fase litigo: Feozem háplico y litosol en fase lítica, textura media.
- b) Sierra de Caliza: 159 hectáreas. E+1/3, fase lítica. Rendzinas y Litosoles, fase lítico, textura fina.
- c) Valle de Cuernavaca: 1118 hectáreas. Se subdivide en:

(ca) Zona agrícola con 656 hectáreas de las cuales (caa) se encuentra en planicie con 3939 hectáreas Lc+HI/2: Luvisol crómico y Feozems luvico, textura media en 354 hectáreas.

Hh+HI/2: Feozems háplico y feozems luvico, textura mediana en 59 hectáreas.

(cb) Campo de Lava con 364 hectáreas con I+Th+Hh/2, fase litigo: litosol, andosol húmico y feozems háplico, textura media.

(cc) Aéreas de afloraciones de suelos originales, libre de lava. Al pie de la sierra caliza se encuentra el litosol, andosol húmico y feozems háplico (Hh+E/2) en 25 hectáreas.

(cd) Laguna en 9 hectáreas, con vertisoles pelicos (Vp72)

Por otro lado en el programa de desarrollo urbano de Centro de población de Tepoztlán 2005, presenta la siguiente clasificación del uso de suelo<sup>44</sup>, dejando entrever que en la comunidad de san Andrés de la Cal, se encuentra el uso agrícola de temporal y la selva baja caducifolia.

<sup>44</sup> Programa de desarrollo urbano de centro de población de Tepoztlán, Gobierno del estado de Morelos, secretaria de desarrollo urbano y obras públicas

## 2.2 Antecedentes de la vivienda en San Andrés de la Cal.

El presente documento aporta datos sobre la vivienda en la comunidad, sin embargo específicamente se tratara sobre la vivienda original y por consecuencia tradicional de los años 1500 a 1800, que actualmente prevalecen para dar testimonios de la historia.

Hablamos de tipología como la clasificación de los tipos y el estudio de los rasgos de carácter, basados en normas antropométricas<sup>45</sup>.

### 2.2.1 Traza Urbana.

Las trazas se generan para ordenar los asentamientos dentro de un lugar, que parte de las características físicas, geográficas y topográficas de para realizar un diseño de lotificación, edificaciones, vialidades y servicios de una población

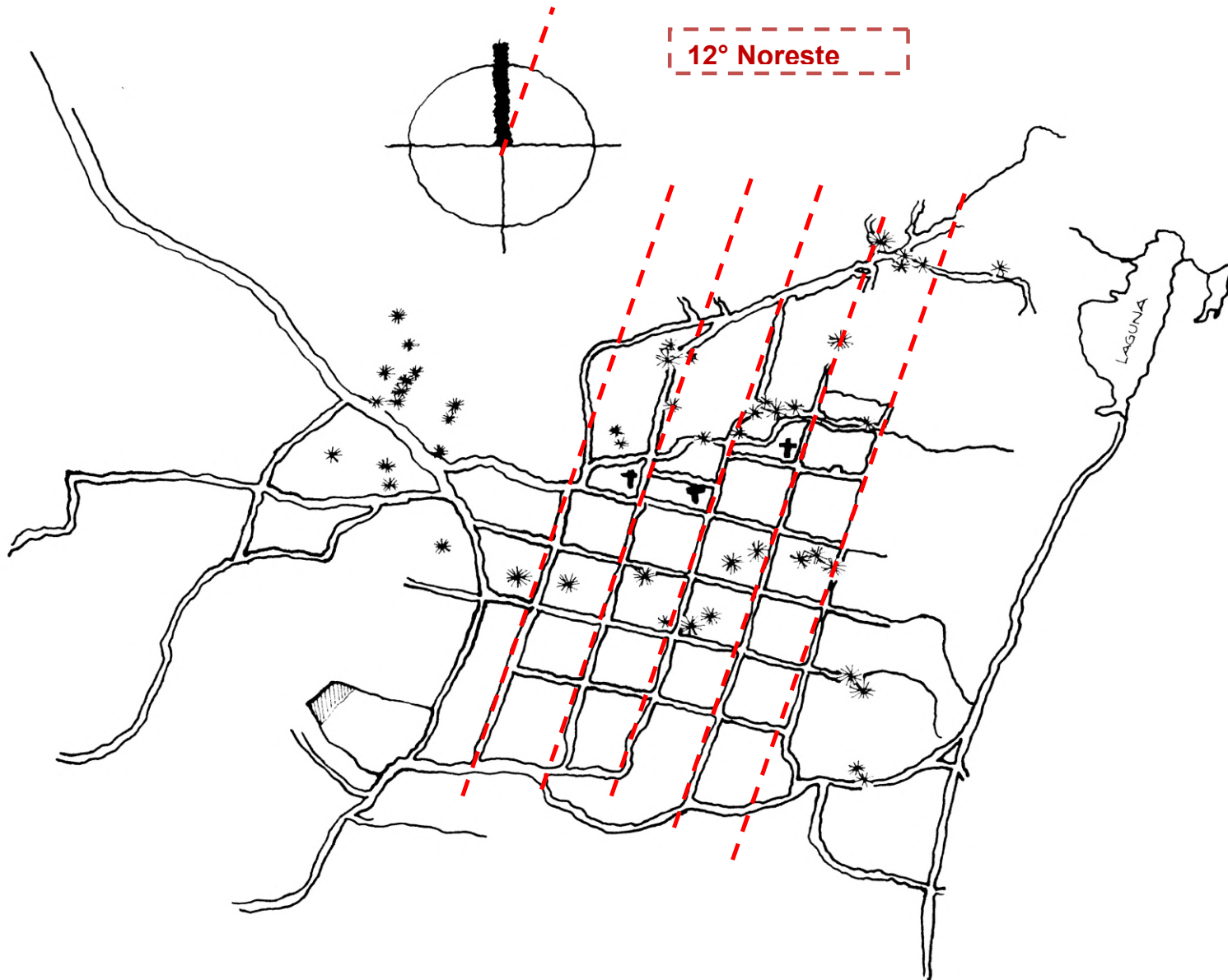
<sup>45</sup> Tesis Catálogos de la tipología de la vivienda en Tetelcala, Morelos por Carlos Martínez Velázquez

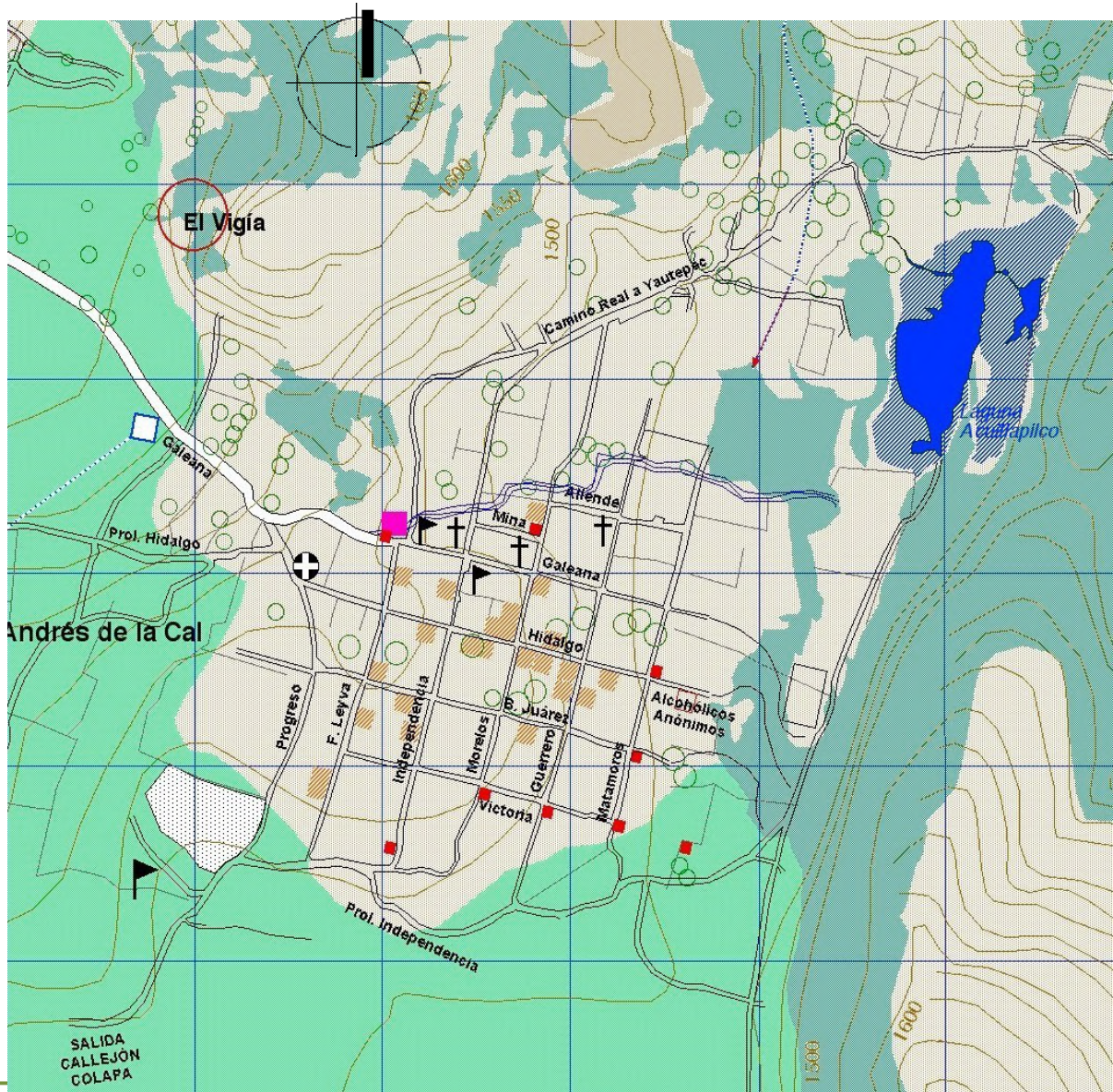
Durante el siglo XVI, la influencia de los españoles repercutió en la traza urbana de America<sup>46</sup> y específicamente en Morelos se dio una característica muy particular en el trazo, que se encuentra también en el poblado de San Andrés de la Cal.

La condición topográfica de Cuernavaca y de casi todo el Estado con sus diferencias de niveles y sus valles origino que se fuera partiendo de lo que ya existía, con el modelo de traza urbana en cuadrícula, lo que permitía un desarrollo urbano encaminado a las orientaciones norte-sur-este y oeste, orientando sus calles y la posición de sus terrenos a 12° al noreste.

Al ser militares y religiosos quienes se encargaban de las jornadas urbanísticas en el trazo de ciudades, encontramos que en esta comunidad también existen las cruces de piedra que se colocaban en las intersecciones de calles, linderos y caminos.

<sup>46</sup> Arq. Jorge González Claveran, Plazas, Plazuelas y Jardines de Cuernavaca, Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos





**S I G N O S**

**VIAS TERRESTRES**

CARRETERA DE DOS CARRILES: LIBRE 

**LINEAS DE CONDUCCION**

ACUEDUCTO SUBTERRANEO 

**REPRESENTACION DEL RELIEVE**

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS 

CURVA DE NIVEL ORDINARIA 

**RASGOS HIDROLÓGICOS**

CORRIENTE O CUERPO DE AGUA PERENNE 


INTERMITENTE 

MANANTIAL 


CORRIENTE QUE DESAPARECE 


BARRANCA 

**AREAS SIMBOLIZADAS**

VEGETACION DENSA 


AREAS DE CULTIVO 

ZONA ARENOSA 

VEGETACION URBANA  
(Especies endémicas: casahuate, ciruelos y guayabos) 

**OTROS RASGOS**

ESCUELA 

TEMPLO 

ASISTENCIA MEDICA 

CEMENTERIO 

TANQUE DE AGUA 

CRUCES ORIGINALES 

AYUDANTIA 

COMERCIOS 

Levantamiento por alumnos del Posgrado de la Facultad de Arquitectura UAEM 2008-2010. Dibujó: María Di Castro

### 2.2.2 Tipología de la vivienda.

La vivienda tradicional de San Andrés de la cal, esta hecha básicamente de piedra, tierra y cal; cuentan con un solo nivel y la mayoría de sus techos son rojos provenientes de las tejas de barro, soportada por horcones o morillos. En su terreno cuentan con un espacio para cría de animales donde generalmente tienen aves, caballos, puercos y un área destinada a las plantas de ornato y huertos de ciruela, guayaba, plátano, nanche, papaya, guamuchil, limón y aguacate; lo que indica un respeto a la vegetación y flora del lugar dentro y fuera de sus predios.

Se obtienen el agua por medio de un tanque de almacenamiento: pilas, aljibes, cisternas o pozos.

Los materiales utilizados en la construcción de la vivienda son provenientes de la region, como lo es la piedra, la tierra, la cal, las tejas de barro, las losetas

para el piso, la madera para los dinteles, los morillos y las canteras.

Actualmente la construcción de la vivienda en San Andrés de la Cal ha sido reemplazada por materiales como el tabique, el concreto, lamina de asbesto, lamina galvanizada

### 2.2.3 Análisis de la tipología: materiales y sistemas constructivos.

- Muros: son hechos de mampostería de piedra pegadas con cal y tierra, rejoneo; su espesor varia de 45 cm a 70 cm.
- Techos: techos inclinados a una sola agua hacia el interior del predio, con teja de barro y morillos que sirven de soporte estructural.

- Puertas: de una altura de 1.90 m por 0.80m a 1.00 m de ancho, a base de madera de una sola hoja y la mayor parte de estas a dos hojas.
- Ventanas: pequeñas y remetidas al interior, usadas generalmente a los lados laterales de la vivienda, hechas de madera.
- Pisos: losetas de barro de 20x20 y 30x30
- Tecorral: muro perimetral que sirve como delimitación de un terreno, que es construido a base de piedra sobre puestas; comúnmente utilizada como barda limitante.
- Fachada: la imagen que proyecta la vivienda hacia el exterior se caracteriza por sus techos

de barro inclinados, la piedra de las paredes expuesta, así como la flora del lugar.

- El sistema constructivo de los muros: son la tradicional piedra volcánica que es pegada con cal y dentro de estos muros se encuentra tierra.
- El sistema estructural: en las esquinas es bastante común y único de San Andrés de la Cal, un elemento estructural a base de canteras labradas que sirve para rigidizar y soportar el muro, también es utilizado en las entradas como un marco.

Habitualmente los emplazamientos de la vivienda son al frente del predio, dejando atrás el patio y los servicios, y se compone por un techo con inclinación hacia el patio, desde la calle se visualiza una sola

entrada, por lo que la fachada concibe un gran muro de piedra.

Los espacios o cuartos se disponen con una medida que varia en los 6.20 metros de ancho por 6.50 de largo, siendo una planta con forma casi cuadrada, las variantes de la tipología son pasar de un gran cuarto a dos espacios, además de anexar una terraza o pórtico con 2.5 mts., generalmente de ancho; todo en un solo nivel.

Las alturas varían por 1.5 del nivel más alto al mas bajo, la altura máxima que logra alcanzar es de 4.50 mts. y la altura mínima corresponde a 2.30 mts., la forma de sus techos va de mayor a menor en desnivel a un agua y en pozas ocasiones en dos aguas.

En el patio se encuentra el baño, los corrales y las piletas donde se almacena el agua, cerca de los

pórticos y las piletas se encuentran las plantas ornamentales, y dentro del jardín y patio del predio están los arboles frutales del huerto que se integran de manera armónica al espacio.



Detalle de la estructura y elaboración de los muros: piedra, tierra y cal.

Fotografía: S.M.R.



Detalle de las canteras como elemento estructural que soportan los muros y techos.

Fotografía: S.M.R.





Tecorral del predio hacia la calle.

Fotografía: S.M.R.



Detalle de las tejas, sostenidas por morillos

Fotografía: M.R.D.C.S



Detalle de la puerta y las canteras que la enmarcan.  
Fotografía: S.M.R.

Detalle de las ventanas, la vista es remetida por dentro, lo cual permite una abertura para ver desde adentro y no desde afuera.

Fotografía: S. M. R.





Plantas de ornato junto a los jarros que sirven para almacenar agua.  
Fotografía: S.M.R.



Fachada de la vivienda tradicional de San Andrés de la Cal con aplanado de cal.  
Fotografía: S.M.R.

Fotografía: S.M.R.



Cruz de lindero en intersección de calles.

Fotografía: S.M.R.



Huerto de árbol frutal dentro del predio.

Fotografía: S. M. R.

Cortes Rivas María Félix

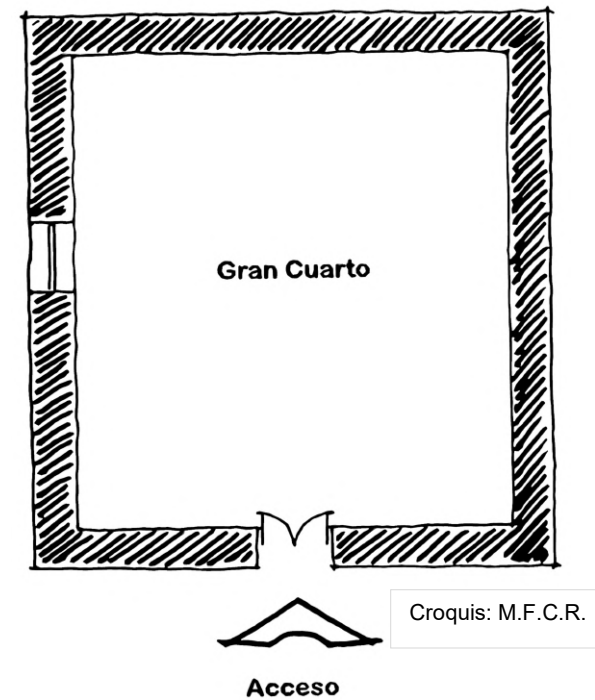
### 2.2.3.1 Uso cultural de los espacios

El uso que se le da al espacio territorial en San Andrés de la Cal se da en el alineamiento de la construcción en las aceras lo que concibe una homogeneidad de fachadas con un gran muro de piedra, dejando núcleos de áreas verdes que lo componen el jardín, el huerto, las porquerizas o espacios donde puedan tener sus animales

#### VIVIENDA TIPO 1

La casa analizada se ubica en la calle Leyva y es propiedad del Sr. Francisco Desaida Ramírez.

La vivienda se compone por una sola planta dentro de la cual los espacios se distribuyen por el gran cuarto que lo compone el área de dormir, el área de cocinar, el área de comer y el área de estar, ésta planta se encuentra al fondo del predio.



El techo de esta vivienda, aunque es de tipología original de San Andrés de la Cal por el espesor de los muros, presenta el techo a dos aguas y un emplazamiento al fondo de la propiedad dejando al frente los servicios junto con el patio.



Fachada de la vivienda. Fotografía: S.M.R

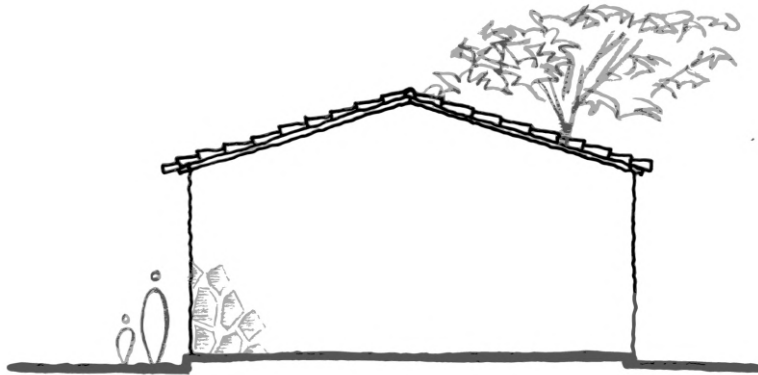


Fotografía: S.M.R



Altar en el interior de la vivienda.  
Fotografía: S.M.R

Dentro del gran cuarto se ubican dos camas, un altar y el área donde se cocina, por su altura y el espesor de los muros, la casa es muy fresca.

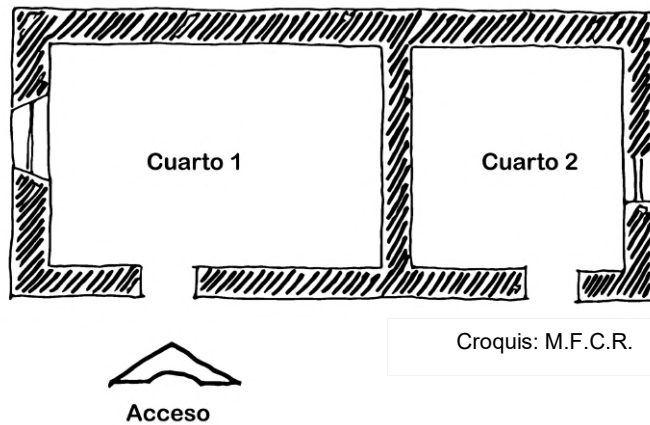


Croquis: M.F.C.R.

## VIVIENDA TIPO 2

La casa analizada se ubica en la calle Morelos y es propiedad del Sr. Salomé Jiménez Oliveros.

La variación de la de vivienda tipo 1 se encuentra en que el acceso hacia la vivienda, ésta es de forma lateral desde el predio, cuenta con dos cuartos y queda abierto hacia el patio.



El muro interior que separa a la vivienda en dos cuartos alcanza una altura de 2 mts., y tiene un espesor de 40 cms., la loseta utilizada para el piso es de 25x25, y desde el interior se puede observar claramente la disposición de tejas y morillos.

Las tejas utilizadas en la vivienda son de 45 cms. y la separación entre morillos es de 55cms. El uso actual es de bodega.



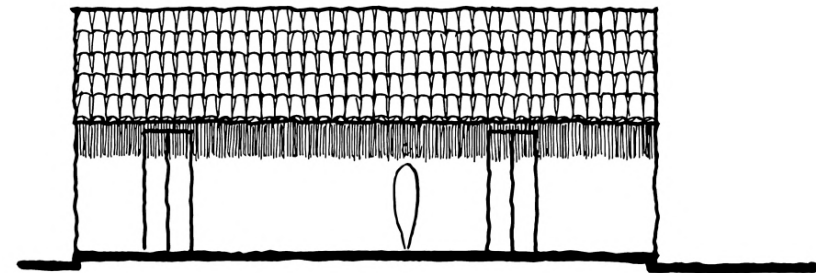


Fotografía: S.M.R



Interior de la vivienda separando los cuartos por un muro que no llega hasta el techo. Actualmente se usa como bodega.

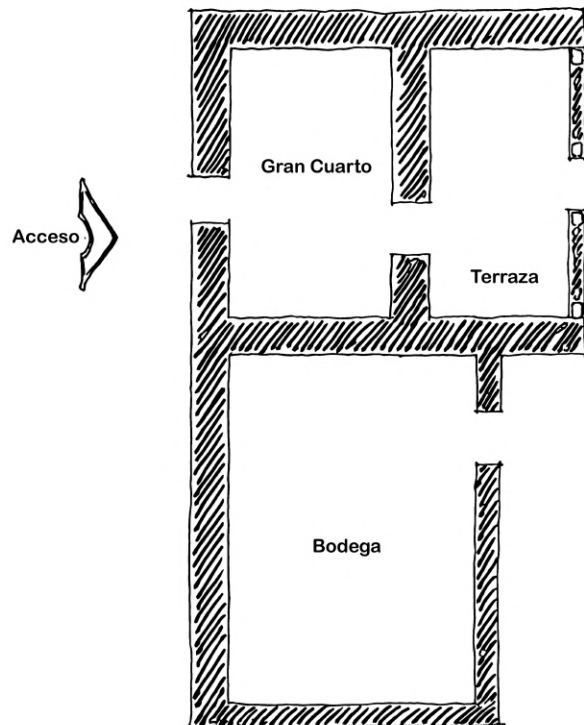
Fotografía: S.M.R.



Croquis: M.F.C.R.

## VIVIENDA TIPO 3

La casa analizada se ubica en la calle Independencia y es propiedad del Sr. Melecio Valencia Bolívar.



Croquis: M.F.C.R.

La solución espacial de la vivienda tipo 2 está basada en integrar la terraza o pórtico además de un cuarto más que en ocasiones se usa como bodega.

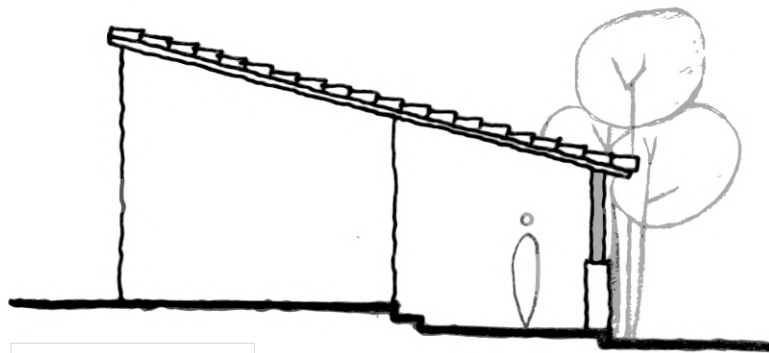
La ubicación de la vivienda se encuentra en la primera parte del terreno, dejando la terraza en la parte posterior de la vivienda. La entrada se localiza por la calle y el recorrido se da por el gran cuarto.



Fachada principal.  
Fotografía: S.M.R



Está constituida por la vivienda tradicional dejando entrever un gran muro de piedra en la fachada principal, el techo se puede ver desde el interior de la casa que va en pendiente de 4.50 mts. A 2.80 mts., hasta la terraza.



Croquis: M.F.C.R.

Los enseres de la vivienda son pocos y fundamentales, se halla la cama, la estufa, una mesa para comer y unas sillas. Se observó rastros de un horno en la terraza y es inhabilitada actualmente.



Fachada lateral de la vivienda, vista desde el patio. Interior del predio.  
Fotografía: S. M.R.



Jarrones de barro que sirven para almacenar agua.  
Fotografía: S.M.R.

## **2.3 Tecnologías alternativas aplicables al caso de estudio.**

Sin lugar a duda, las tecnologías alternativas y las técnicas que se puedan aplicar a la construcción de una vivienda, hace la diferencia en la vivienda sustentable, muchos de los sistemas o tecnologías se dicen sustentables pero no cumplen con las condiciones suficientes para lograr dicha sustentabilidad o minimizar la contaminación de energías.

Por lo tanto el tipo de material utilizado en la construcción es indispensable para que ahorre y cubra propiedades específicas para la conservación del medio ambiente.

En el siguiente tema, se trata de aportar a los lectores de algunas tecnologías, que respetan y rompen con las técnicas tradicionales de construcción para lograr

autoconstruir, analizar e implementar tecnologías conocidas y novedosas; que lleguen a impactar y provoquen la utilización de estas.

### **2.3.1 Materiales constructivos: Muros.**

Los materiales a utilizar en el proyecto, están basados en la práctica de la construcción, se observo el comportamiento y confort que estos ofrecen para lograr la habitabilidad en la vivienda; dentro de éstas tecnologías en gran medida se encuentra un rescate de materiales que usaban correctamente nuestros antepasados adaptando su modo de vida y actividades que llevaban a cabo.

A continuación se desglosan características, propiedades, usos y comportamiento de los materiales usados para lograr una vivienda sustentable, en

diferentes países así como en México y en la comunidad de san Andrés de la Cal y sus alrededores, de tal forma que pueda aprovecharse las fuentes, herramientas, materiales e investigaciones para otros lugares que necesiten de un replanteamiento de construcción.

### **2.3.1.1 Machimbloque.**

La revista Dintel de arquitectura<sup>47</sup>, hizo una entrevista e investigación con el Arq. Raúl Sánchez Mora creador de este sistema constructivo donde se refiere al machimbloque como un modelo de block para construcción desarrollado para abatir los costos de edificación en las unidades agropecuarias de tipo rural y semiurbano, aprovechando elementos como la tierra del lugar y la mano de obra no especializada.

<sup>47</sup> Ibid 29

Según dicha entrevista realizada con el creador del sistema, se dice que para su elaboración cualquier tipo de tierra que se encuentre en la zona de construcción y con un fácil tratamiento se puede fabricar el machimbloque, es decir todo material que permita la producción del adobe tradicional, es adecuado para la fabricación de este nuevo material constructivo.

Para llevar el proceso de fabricación del machimbloque que se describe en la revista Dintel, se debe conseguir material limo-arcilloso de plasticidad media con un contenido de arena entre el 10% y el 20% y un contenido de agua de alrededor del 15%.

La consolidación de este tabique se pueda hacer con varios productos, aunque lo mas recomendable y accesible es la cal y el cemento tipo 1, tomado en propiedades del suelo, variando en forma general entre 15% y 10% del peso de material seco.

El machimbloque es una pieza prismática, rectangular, prefabricada con suelo-cemento, de forma comprimida, esta técnica en realidad es muy antigua lo comenta el Arq. Raúl Sánchez Mora, y que se ha perfeccionado debido a los avances tecnológicos, ideal para proyectos de autoconstrucción de casas habitación, escuelas, pequeños centros de salud, salas de lectura, construcción de asilos en medios rurales y semiurbanos. La construcción evita el paso del agua, aire, luz e insectos al interior.



Cortes Rivas María Félix

De acuerdo a la experiencia escrita en la revista, se cita que las viviendas construidas con este sistema son seguras y estables ante la acción de cargas gravitacionales, sísmicas y de vientos violentos.

La máquina con que se fabrica el machimbloque es conocida como “yuya” está diseñada con mecanismos simples de operación manual, esta máquina fue patentada por el arquitecto Raúl Sánchez Mora<sup>48</sup>. Su peso es aproximadamente de 350 kg. La expresión con que se comprime la pieza es de 30 kg/cm<sup>2</sup>.

Para su fabricación el machimbloque no requiere del horneado de las piezas, cuando estas son retiradas de su molde pueden utilizarse en los muros con un tiempo de fraguado de 24 horas protegida por un plástico; la geometría de las piezas están dispuestas con costillas y ranuras que permiten la liga y machimbrado entre las piezas.

<sup>48</sup> Ibid 29

Las piezas de machimbloque son colocadas unas sobre otras cuatrapeadas y sin mortero de liga, este sistema evita utilizar estructuras verticales como castillos de concreto armado.

Al igual que otra estructuras, este sistema también se debe encofrar con un zuncho perimetral a la altura del cerramiento mediante una cadena prefabricada de armex 15 x 15 x 3 cm estando en condiciones de poder recibir cualquier tipo de techumbre.

Cada machimbloque mide 35 cm de largo por 17.5 cm de ancho y 10 cm de espesor, presentando costillas y ranuras en sus cuatro caras de forma trapezoidal de 5 cm en la base mayor, 2cm en la base menor y 2cm de altura.



### 2.3.1.2 Bambú.

El bambú es de la familia gramínea, esta integrado por madera con fibras y las fibras tienen calidades tan resistente como el acero, pero mucho más flexible y de menor costo.

Existen más de 1300 de especies de Bambú<sup>49</sup>. La *Guadua angustifolia*, es una de las más recomendada para el trópico, ya que es nativa de estas zonas, por lo que en Suramérica y Centroamérica su cultivo es fácil e ideal desarrollo.

Guadua término dado al bambú de Colombia, generalmente se refiere a las cañas delgadas y verdes o amarillas con entrenudos huecos.

Según Oscar Hidalgo López en la revista Nuevas Técnicas de Construcción con Bambú<sup>50</sup>, este tipo de bambú se ha convertido en el material necesario para

la construcción de viviendas humildes; en la actualidad el bambú representa técnica y estética para construcciones de diferente nivel social.



<sup>49</sup> El bambú en México, Catalogo de bambúes introducidos y nativos en México, [www.bambumex.org](http://www.bambumex.org)

<sup>50</sup> Nuevas Técnicas de Construcción con Bambú, Oscar Hidalgo López, Universidad Nacional de Colombia

La guadua también es conocida por su alta resistencia, tiene un rápido crecimiento a diferencia de las maderas que pueden tardarse años para crecer, y es más fácil para trabajar por su cuerpo esbelto.

Según investigaciones hechas sobre la guadua esta tiene la capacidad de conservar el suelo, controlar la erosión, regular el caudal hídrico, captura el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), siendo también un material liviano, de bajo costo, atractivo y estético, resistente y flexible.

El uso de la guadua en la arquitectura esta encaminada al desarrollo sustentable originando el equilibrio entre sociedad, economía, medio ambiente y la estética.

Este elemento natural fue el principal material de construcción durante la época precolombina y genero numerosas poblaciones al occidente de Colombia,

actualmente deja de ser ocupado para viviendas humildes, haciendas cafetaleras y ganaderías, por consiguiente, aparece el empleo de la guadua en la arquitectura moderna y ecológica donde es utilizado de forma estructural y artesanal.

En México la guadua angustifolia es un ejemplar introducido por Colombia en 1995 con presencia en Jalisco, Veracruz y Chiapas<sup>51</sup>.

- *Bambú guadua angustifolia:*

Rizomas paquimorfos, culmos en macollos bien definidos y alcanzando los 30 m de alto y 25 cm de diámetro en la base, erectos en los  $\frac{3}{4}$  inferiores.

Entrenudos cortos en la base en un promedio de 26 cm de largo. Hojas caulinares prontamente caedizas y con abundantes pelos oscuros, sin aurículas presentes en la unión con la lámina; láminas

---

<sup>51</sup> Ibid 49

relativamente cortas, con la base más bien ancha, no más de 15 cm de largo y unida marginalmente a la vaina.

Ramificación por arriba de los nudos inferiores, una rama dominante y varias secundarias, los nudos de las ramas con espinas.

Hojas del follaje con algunas cerdas blancas en el ápice de la vaina y en la base del pecíolo, láminas lanceoladas glabras y lustrosas en ambas superficies, en promedio de 15 a 20 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho, las nervaduras secundarias evidentes. Pseudoespiguillas presentes en grandes grupos y en ocasiones siendo parte de toda una rama. Se caracteriza por tener una banda blanca bien marcada sobre y en ambos lados de los nudos.

En las 36 especies nativas de Bambú en México<sup>52</sup> se encuentra las siguientes especies guaduas:

- *Guadua aculeata*
- *Guadua amplexifolia* J.S. Presl
- *Guadua longifolia*
- *Guadua paniculata* Munro
- *Guadua velutina* Londoño

<sup>52</sup> Cortés Rodríguez, G.R., Los bambúes nativos de México CONABIO, Editorial Biodiversitas 30:12-15, 2000.



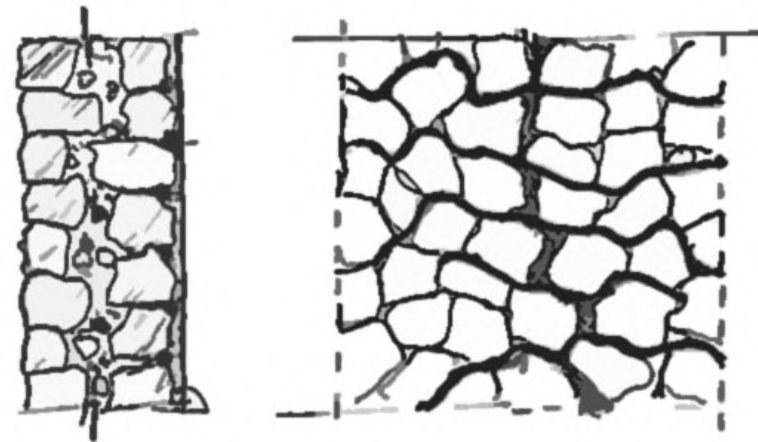
### 2.3.1.3 Piedra.

La alternativa de construcción con piedra, que no esta lejos de una solución tecnológica para un pueblo donde tradicionalmente se construye con ella y que tras varios años ha sido su mejor y duradera técnica de construcción.

La técnica consiste en una combinación de materiales: piedras pequeñas y grandes, tierra y cal, colocando las piedras pequeñas en las juntas y espacios que no son bien rellenados con el fin de hacer un rajueleo y proteger al muro de humedades.

Este tipo de muro es una de las principales características en la comunidad, sus muros cuentan con un espesor que varía de 45 a 70 cm. Lo que indica una proporción cinco veces mas grande a los construidos actualmente y propician muros muy resistentes y duraderos.

Otro factor más a favor de construir con piedra, es que este material tiene una alta inercia térmica<sup>53</sup>, es decir la radiación solar no elevara bruscamente la temperatura en la vivienda, pues éste calor se va a transferir poco a poco e ira almacenándose para posteriormente liberarse, lo que provoca amortiguar la temperatura.



<sup>53</sup> Apuntes de Arquitectura Bioclimática, materia de Teoría del diseño, 4to semestre Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Entonces, la inercia térmica en una vivienda retarda la temperatura interior respecto a la temperatura exterior, y amortigua con el fin de no tener una variación muy grande entre ambas temperaturas.

#### **2.3.1.4 Botellas de Pet.**

Las conocidas botellas de plástico o Pet que diariamente se encuentran en el ambiente y en el uso diario, generan una gran cantidad de contaminación ya que su proceso de vida es muy largo llevando entre 200 a 300 años para obtener su degradación total.

Actualmente es estas botellas han sido utilizadas como una alternativa para un sistema constructivo en viviendas de bajos recursos, aprovechar las botellas con diferentes técnicas para utilizarlas como soporte, paneles, tabiques o una sencilla estructura para construir muros.

La solución para reutilizar las botellas de Pet y minimizar la contaminación, consiste en un proceso para llenar las botellas con tierra o arena y sellarlas, terminado el llenado se colocan las botellas atando con una cuerda de plástico los tapones formando una malla, para posteriormente echar el revestimiento que consta de una mezcla hecha a base de tierra, aserrín y un poco de cemento para proporcionar mayor firmeza y duración.

Este sistema constructivo a base de botellas de plástico nace de la idea del alemán Andreas Froese<sup>54</sup> de reducir los niveles de basura, reciclando las botellas desechables.

---

<sup>54</sup> <http://www.eco-tecnologia.com>



Construcción con botellas de Pet rellenas con tierra y colocadas una sobre otra sobre una mezcla de tierra y cemento, posteriormente se amarran las tapas haciendo una malla y se aplanan con tierra.



Cortes Rivas María Félix

### 2.3.2 El techo.

La rotación de la Tierra en su eje inclinado  $23^{\circ}27'$  al hemisferio norte a partir de la perpendicular al plano de su órbita, es casi constante y recibe los rayos solares formando ángulos variables con el eje de los polos. Por lo tanto el sol, nos provee de una fuente de energía inagotable, a sus casi 4600 millones de años aproximadamente y es de este recurso donde debemos aprovechar para darle solución a los problemas eléctricos que se tienen y que causan un daño mayor a nuestro ecosistema, y por otro lado es el lugar que debe tener una buena solución para desviar la radiación solar en las temporadas calurosas.

En el centro del país la incidencia solar repercute considerablemente en la parte superior de las viviendas y es donde hay una mayor concentración de ésta, por ello el techo es una parte muy importante en la ganancia de energía solar.

Según el Dr. Jesús Antonio del río Portilla en la revista *Hypatia*<sup>55</sup> la radiación electromagnética en Morelos, que se recibe en un día soleado es aproximadamente un promedio de 800 Watts por metro cuadrado, es decir, recibimos la radiación equivalente a ocho focos de 100 Watts concentrada en un metro cuadrado.

El propósito de este tema es dar soluciones al techo para que la incidencia solar no eleve el clima interior de la vivienda y que almacenando esta energía también se pueda mantener una buena iluminación adentro, se debe tener en cuenta la inclinación para que no haya una incidencia directa de los rayos solares, el material, la resistencia así como otros métodos para impedir el paso de la radiación solar.

<sup>55</sup> Energía Solar por el Dr. Jesús Antonio del Río Portilla del Centro de Investigación en Energía, UNAM, Temixco, Mor., artículo de la revista *hypatia* de morelos

### 2.3.2.1 Teja.

Las cubiertas inclinadas de teja tradicionales son perfectas en para el confort climático dentro de la vivienda, ú hay que asegurarse que este bien colocada y pueda transpirar para crear un buen ambiente en el interior.

A través de la historia se ha ido mejorando el material de la teja, pero específicamente se quiere referir de la teja tradicional de barro, la cual se colocaba a base de una mezcla pobre de mortero o barro y sobre horcones que es como se encuentra en San Andrés de la Cal, este tipo de teja artesanal es muy duradera y presenta un nivel de mantenimiento muy bajo, a su vez entre mas expuesta al sol mejor impermeabilidad para la vivienda.

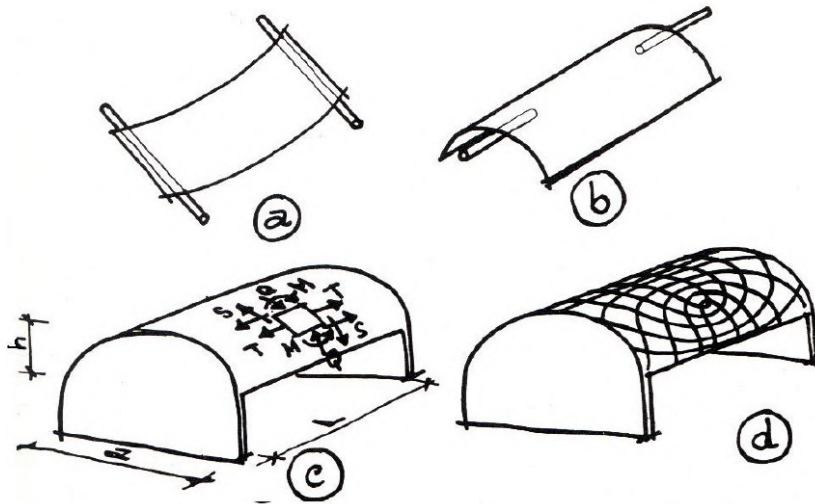
### 2.3.2.2 Cubiertas de concreto armado sobre metal desplegado, Arq. Carlos González Lobo.

El costo tan elevado de materiales tanto para muros y para techos, hace que Carlos González Lobo haga una arquitectura apropiada y apropiable para personas y grupos con escasos recursos, que de igual forma sea una respuesta y solución arquitectónicamente satisfactoria y de calidad para las necesidades de los usuarios.

Carlos González Lobo ha dado soluciones espaciales con la ya famosa frase “costo mínimo y espacio máximo”, en donde trata de crear en el menor espacio posible una solución y crear espacios dobles o triples progresivamente construidos de acuerdo a la necesidad de los usuarios con el gran galpón.

La propuesta de las cubiertas de Carlos González Lobo nace a partir de crear cascarones reforzados con

acero y se empiezan a experimentar en 1958, en este sistema de cubierta González Lobo adapta el concepto de la viga díptera<sup>56</sup> de Eduardo Torroja.

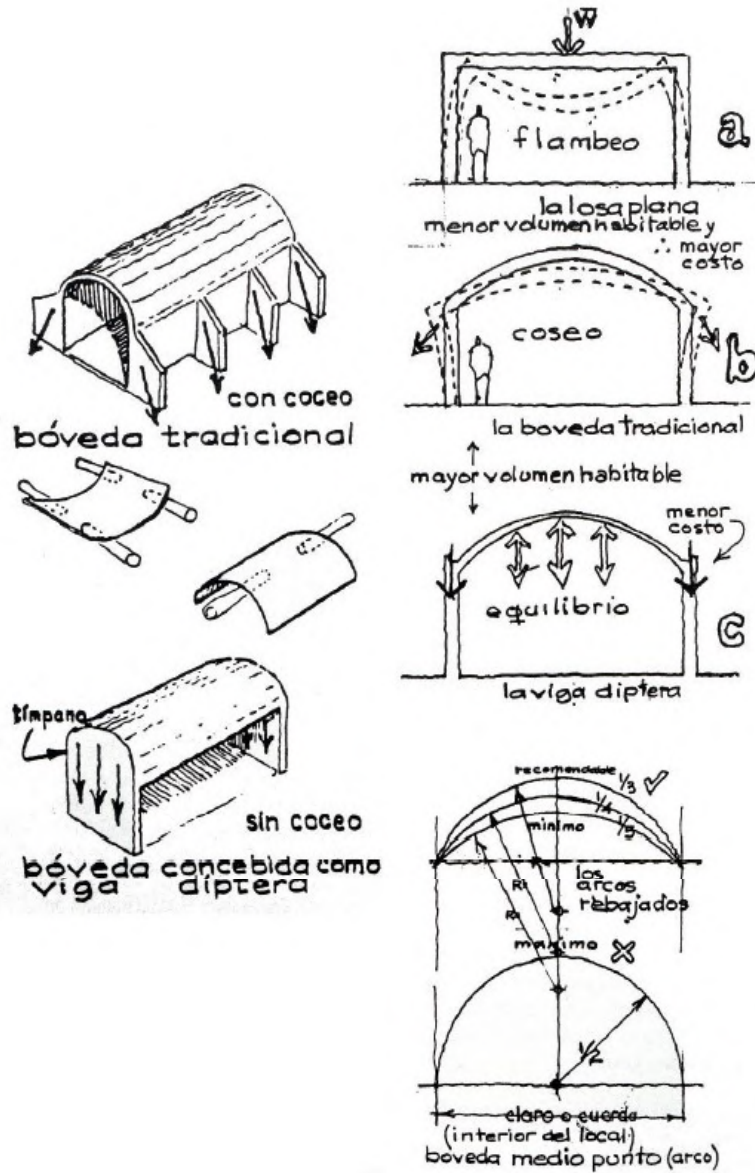


Esquema de Eduardo Torroja sobre el concepto de las vigas dípteras.

El sistema de cubierta CGL-1 como le llama Carlos González Lobo, no es más que poner a trabajar las bóvedas como vigas integrando sus formas geométricas y arquitectónicas que hacen sus ello personal.

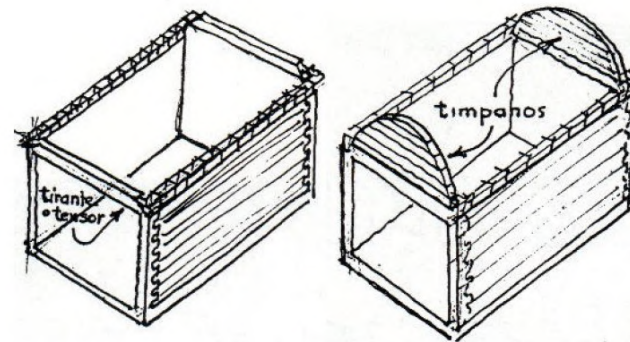
Al inicio del experimento de estas bóvedas resulto caro pero con el paso de tiempo y al hacer una fabricación de éstas bóvedas con metal desplegado resultaron baratas y fáciles de hacer, logrando hacer techos baratos para personas pobres que podían realizarlas.

<sup>56</sup> Tesis Doctoral: Carlos González Lobo, Caminos hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la arquitectura por Humberto González Ortiz



El análisis para poder construir este tipo de cubiertas fue tras realizar una serie de maquetas en las cuales se experimentó dándoles la carga y sumándoles cosas para lograr la idea de la viga díptera de Eduardo Torroja pero en manos de Carlos González Lobo, trasladando los conocimientos y lógica estructural a un sistema constructivo que más tarde sería la solución para una arquitectura propia, apropiada, y autoconstruible para personas de escasos recursos.

La figura que fue tomada de la tesis Doctoral Carlos González Lobo, Caminos hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la



arquitectura de Humberto González Ortiz, muestra el análisis gráfico de la viga díptera, hecho por Carlos González Lobo.

Según las investigaciones hechas por Carlos González Lobo<sup>57</sup>, la curvatura de la bóveda no debe rebasar la relación flecha- ancho de muro, siendo 1:3 la relación más económica.

#### SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL CGL-1<sup>58</sup>

La altura mínima de los muros laterales debe ser de 2.10 mts, colocando una cadena perimetral la cual es colada por los lados cortos y bajo los tímpanos de la bóveda, que ayudaran a transmitir las cargas hacia el suelo.

Se traza en el suelo la curva maestra de la bóveda que será guía para doblar las varillas necesarias para

<sup>57</sup> Carlos González lobo, Vivienda y Ciudad Posible, Revista Escala Tecnologías para vivienda de interés social, Coordinación Julián Salas Serrano

<sup>58</sup> Ibid 56

su armado, siendo éstas varillas las directrices y se colocan a cada 30 cms.

Las varillas se amarran a los extremos de la cadena perimetral y apoyadas a puntales de madera que se encontraran al centro de la bóveda.

Sobre las varillas que se amarraron, se colocaran otras más de forma recta las cuales se llaman generatrices con la misma separación de a cada 30 cms., amarrándose entre si y por último se colocan los refuerzos necesarios.

Por debajo del armado de varillas se coloca el encofrado que es el metal desplegado el cual se amarra traslapando 10 cm.

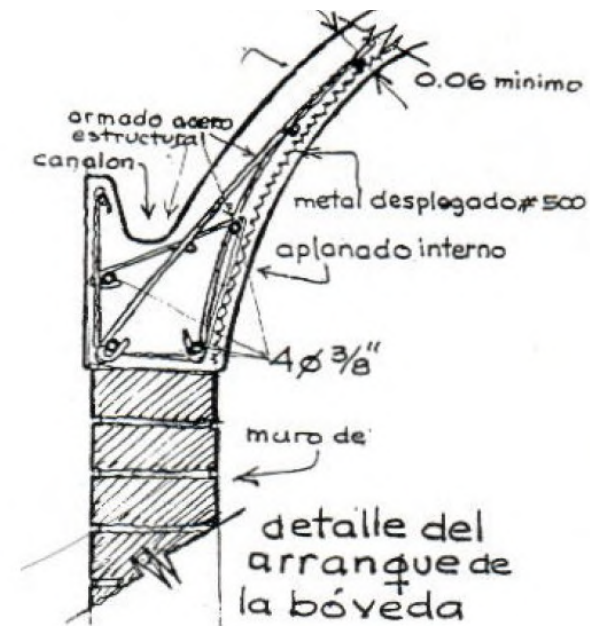
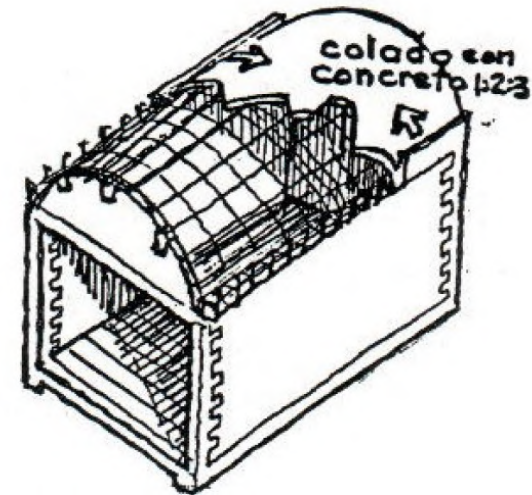
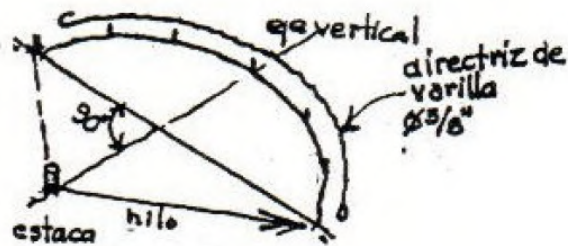
Antes de vaciar el hormigón se colocarán puntales o pie derecho a cada metro partiendo del centro de la curva de la bóveda.



Posteriormente se vacía el hormigón en los cruces de las varillas y con una distribución uniforme que regularmente queda con 4 cm de espesor al centro y 8 cm en los arranques. El hormigón tendrá una proporción 1:2:3 con agregados de 2cm de grueso.

Aplicar el hormigón en un solo sentido de los bordes hacia el centro y la mejor recomendación es colar siempre los tímpanos y la bóveda al mismo tiempo para que la pieza trabaje como una sola.

Tres horas después del colado se debe realizar un rebozo con mortero en la parte inferior de la bóveda y es conveniente regalarla tres veces al día por tres días.



### 2.3.2.3 Vigueta y bovedilla.

Los sistemas de viguetas y bovedillas o de semiviguetas y bovedillas permiten la integración de unas vigas prefabricadas de concreto presforzado, o tipo armadura, con una capa de compresión colada en sitio, este tipo de losa trabaja generalmente en una sola dirección, lo que reduce en parte la eficiencia, pero por otra parte se aprovecha acero de refuerzo de mayor resistencia y se tienen peraltes mayores con menos cantidad de concreto y acero con respecto a una losa maciza.

Las bovedillas son elementos de cimbra y aligeramiento de la losa, siendo también el mejor aislamiento térmico y acústico que se obtiene por los mayores espesores y por los elementos huecos de aligeramiento, las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal

forma que se tiene una gran variedad de combinaciones que pueden satisfacer cualquier necesidad.

Las viguetas se producen en diferentes tamaños (sección geométrica) y diferentes armados.

El sistema de losas y vigas de concreto fabricadas es la más usual para estructuras a base de marcos.

Las viguetas se fabrican por diferentes procesos que pueden ser: colado en moldes múltiples de metal y con máquinas extrusoras<sup>59</sup>.

Las bovedillas se producen usando máquinas vibrocompresoras en donde se intercambian los moldes para los diferentes tipos de secciones, usando por lo general materiales ligeros<sup>60</sup>.

Una propuesta con el sistema de vigueta y bovedilla, lo proponen las instalaciones del CIE UNAM que se

<sup>59</sup> Asociación Nacional de Industriales del Presfuerzo y la Prefabricación- [www.anippac.org.mx](http://www.anippac.org.mx)

<sup>60</sup> Ibid 14

ubican en Temixco, Morelos; donde sus cubículos están cubiertos por un Techo Escudo, principalmente hecho a base del sistema de vigueta y bovedilla con una ligera inclinación, la entrada tiene un volado de 1 a 1.20 m., la primera y ultima bovedilla es retirada siendo cubierto ese espacio por un tipo de malla, esto genera que el aire entre y salga para mantener un flujo y hacer mas fresco el lugar.

#### 2.3.2.4 Aleros.

Los aleros son parte de la cubierta que sobresale de la fachada, estos protectores son muy útiles contra los rayos solares pues proveen de sombra y ventilación a las paredes, espacios abiertos, además brindan protección de la lluvia.

Es una solución muy eficiente para la radiación solar, mas en el verano pues reduce el calor. Los aleros deben estar diseñados de acuerdo a la orientación y ángulo solar para mejorar su funcionamiento.

#### 2.3.3 Captación pluvial.

La escasez del agua en el mundo y en el centro de la República Mexicana que es una de las zonas donde se concentra la mayor población hacen que últimamente se tomen medidas para combatir lo insuficiente que es el agua en la actualidad, una forma de aprovechar y utilizar el agua de lluvia es mediante su captación<sup>61</sup>.

---

<sup>61</sup> Ibid 24

El uso del agua pluvial disminuiría la falta de agua en muchos estados, por ello se plantea un sistema por medio de las cubiertas donde haya un captador que reparta el agua en un canalón o canaleta que lo transporte por un tubo hasta llegar a un sistema de tanque de almacenamiento donde contenga compartimentos de filtración del agua y finalmente se almacene en una cisterna o tanque para su uso.

Un sistema que también capta el agua pluvial de las azoteas para provecharse lo implementa el Arq. Carlos González Lobo, tras diseñar un tanque vertical de concreto sobre metal desplegado<sup>62</sup>, explica el Arq. González Lobo que en el interior de éste tanque se deposita una bolsa de geotextil que recoge el agua de la azotea tras pasar por un filtro de carbón activado,

<sup>62</sup> Arq. Carlos González Lobo, Vivienda y ciudades posibles, Escala revista de arquitectura, 1998

ceniza y tezontle; dejando conexiones para utilizar el agua ya tratada.

### 2.3.4 Tratamiento del agua.

De acuerdo a una investigación y entrevista realizada a la Ing. Alma Lilia Hernández Castillo quien apoyo y apporto en el proyecto de vivienda sustentable y particularmente en este tema en el conocimiento del área de tratamiento de aguas residuales; experta en la materia contribuye en dar soluciones sustentables y

ecológicas, así como en el calculo de dicha planta de tratamiento.

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es y constituye el primer paso para poder diseñar una planta de tratamiento de agua residual<sup>63</sup>. El agua residual se caracteriza por su composición física, química y biológica.

Para la caracterización del agua residual se emplean tanto métodos de análisis cuantitativos, para la determinación precisa de la composición química del agua, como análisis cualitativos para el conocimiento de las características físicas y biológicas.

El principal objetivo del tratamiento del agua residual es producir un efluente que puede ser descargado sin causar daños al medio ambiente. Los contaminantes del agua residual pueden ser eliminados por medios físicos, químicos y biológicos.

---

<sup>63</sup> Ing. Alma Lilia Hernández Castillo,

- MÉTODOS FÍSICOS.

Tratamiento en el cual se llevan a cabo cambios a través de la aplicación de fuerzas físicas. Las unidades típicas incluyen cribado, mezclado, adsorción, desecación, flotación, sedimentación y filtración.

- PROCESOS QUÍMICOS.

Operaciones en las cuales la remoción o tratamiento de los contaminantes se realiza mediante la adición de reactivos que llevan a cabo diferentes reacciones químicas. La precipitación química, el ajuste del pH, la coagulación y la desinfección son los principales.

- PROCESOS BIOLÓGICOS.

En estos, la remoción de contaminantes se realiza a través de la oxidación biológica de la materia orgánica. El principal uso de los tratamientos biológicos es la remoción de compuestos biodegradables.

- **NORMATIVIDAD**

El objetivo del tratamiento de aguas residuales en este proyecto es el de reutilizar el agua tratada para riego, es por ello que se basará en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. A continuación se muestra la tabla 2 de la mencionada norma, donde se muestra los límites máximos permisibles para contaminantes básicos.

El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a suelo (uso agrícola) es de 1000 y 2000 número más probable de coliformes fecales por cada 100 mL para el promedio mensual y diario, respectivamente.

Por otra parte el límite máximo permisible para descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido.

Dentro de las tecnologías alternativas para el tratamiento de aguas residuales que entran y corresponden a la demanda de una vivienda sustentable, se encuentra a las siguientes:

- Laguna
- Humedal
- Biofiltro

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS**

PARAMETROS  (miligramos por litro, excepto cuando se especifica)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)		
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
<b>Temperatura °C (1)</b>	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
<b>Grasas y Aceites (2)</b>	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
<b>Materia Flotante (3)</b>	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
<b>Sólidos sedimentables (ml/l)</b>	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2	
<b>Sólidos suspendidos Totales</b>	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125	
<b>Demanda Bioquímica de</b>	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150	
<b>Nitrógeno Total</b>	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
<b>Fósforo Total</b>	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	

(1) Instantáneo.

(2) Muestra simple promedio ponderado.

(3) Ausente según el método de prueba definido en la NMX-AA-006.

P.D.= Promedio Diario      P.M.= Promedio Mensual

N.A.= No es Aplicable.

(A), (B), (C): Tipo de cuerpo receptor según la Ley Federal de Derechos.

### 2.3.4.1 Laguna.

Es una masa de agua contenida en un estanque de tierra de configuración controlada, cuya finalidad es el tratamiento del agua residual. De acuerdo a su contenido de oxígeno, las lagunas de estabilización se pueden clasificar como:

- Anaerobias: ausencia de  $O_2$  en toda la laguna, es un proceso con microorganismos anaerobios y facultativos.
- Facultativas: presencia de  $O_2$  en la superficie de la masa líquida, ausencia de  $O_2$  en el fondo. Proceso con microorganismos aerobios, facultativos y anaerobios.
- Aerobias:  $O_2$  disuelto en toda la masa líquida. Proceso con microorganismos aerobios y facultativos.

#### ✓ Ventajas

Las lagunas de estabilización presentan muchas ventajas cuando hay disponibilidad de terreno y su costo no sea excesivo:

- Bajo costo de construcción y los menores costos de operación y mantenimiento que cualquier otro sistema de tratamiento a nivel secundario;
- Se requiere de poca energía eléctrica;
- No se requiere de equipo de alto costo;
- Es posible obtener altas eficiencias de remoción de patógenos;
- Se tiene capacidad amortiguadora para las variaciones en las cargas hidráulicas y orgánicas;
- Se presentan pocos problemas en el manejo y en la disposición de los lodos;
- No se requiere de personal altamente capacitado para su operación y mantenimiento.



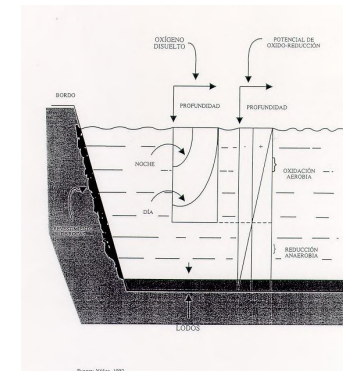
- ✓ Desventajas
  - Se requiere de grandes extensiones de tierra;
  - Los sistemas pueden emitir olores desagradables;
  - Se puede contaminar el manto freático;
  - Los sistemas producen efluentes con una gran cantidad de sólidos suspendidos;
  - Se requiere de una ubicación lejana de la población.

Algunas de estas desventajas pueden ser minimizadas con una buena impermeabilización del terreno y una operación y mantenimiento efectivos.



Fig.1 Laguna Facultativa

Fig. 2 Perfil de una laguna facultativa



#### 2.3.4.2 Humedales.

Los humedales son ecosistemas de transición entre uno terrestre y uno acuático; tienen el suelo saturado de agua o inundado, al menos estacionalmente, pero esta condición también puede ser permeable.

Las plantas que crecen en los humedales son aquellas adaptadas a los suelos con bajo o nulo nivel de oxígeno, tienen como función estabilizar los sedimentos, servir como soporte para el desarrollo de películas bacterianas, ayudar a la infiltración y mantener la permeabilidad del sustrato, transferir el oxígeno a la columna de agua y controlar el crecimiento de fauna indeseable.

Entre los procesos físicos, químicos y biológicos, se pueden mencionar la sedimentación, almacenamiento, intercambio iónico, producción de nutrientes, absorción, adsorción, asimilación de bacterias y

hongos, solubilización, gasificación, transporte, amonificación, nitrificación, desnitrificación, entre otros (Kadlec y Knight, 1996).

Un humedal artificial se define como un humedal construido por el hombre con el propósito de controlar la contaminación y el tratamiento de aguas residuales, en un sitio diferente a los humedales naturales (USEPA, 1988).

Los humedales son efectivos para la remoción de patógenos de las aguas residuales (Zdragas *et al.* 2006), registrándose remociones de coliformes totales y fecales generalmente entre 95 a 99% (Vymazal, 2005b) y en algunos casos superiores al 99% de coliformes totales (Vaca *et al.*, 2006).

Existen dos tipos básicos de humedales construidos, los que tienen un flujo libre de agua en la superficie y los que la subsuperficie está inundada. Ambos tipos utilizan plantas acuáticas emergentes.

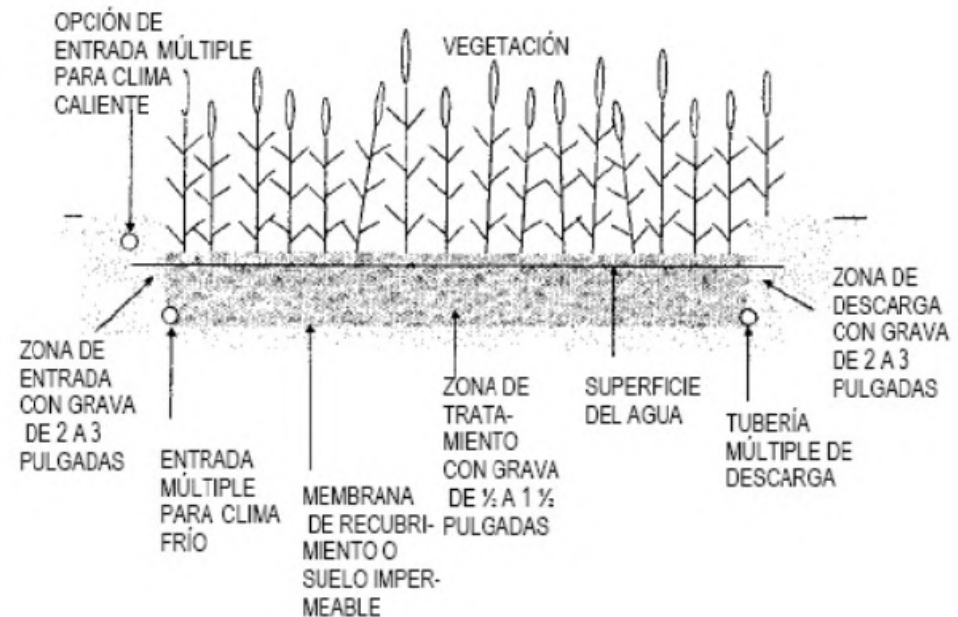
Los humedales subsuperficiales de flujo horizontal generalmente se impermeabilizan con arcilla, concreto o película plástica. El agua se alimenta en la zona de entrada y fluye lentamente a través del lecho filtrante, que consiste en la arena o grava y raíces y rizomas de las helófitas (Rosseau *et al.*, 2004) hasta alcanzar la zona de salida en donde se colecta y se descarga.

Desventajas:

Demandan grandes áreas de terreno

- ✓ Ventajas:
- Bajo o nulo costo energético
- No produce malos olores
- No produce ruido
- Menor producción de lodos residuales
- Remoción de sólidos, materia orgánica, patógena y nutriente.
- Desinfección natural
- Soporta cargas variables

Fig. 3 Diagrama de humedal de flujo subsuperficial adaptado de un dibujo de S.C. Reed, 2000.



### 2.3.4.3 Biofiltro.

#### FILTROS PERCOLADORES Y BIOFILTROS

El tratamiento de las aguas residuales se puede efectuar en reactores de película fija, poniendo en contacto dichas aguas con una población microbiana mixta, en forma de una película de lama adherida a la superficie de un medio sólido de soporte (Figura 4). En los sistemas de medio fijo, el medio sólido de soporte está dispuesto en forma de un lecho empacado a través del cual gotea el agua residual. Los tipos de empaques en uso común se pueden clasificar en medios minerales y los medios especialmente fabricados, de reciente desarrollo, contruidos generalmente con materiales plásticos (Winkler, 2008).

La biofiltración es un proceso de filtración biológica en el que la biomasa está fija. La biofiltración es una modificación de los filtros percoladores. En los

biofiltros (BF), el material de empaque está constituido por algún medio orgánico (paja, madera, turba, etc.) y además, los tiempos de retención son más largos que en los filtros percoladores (Garzón *et al.*, 2002).

El material de empaque del medio biológico filtrante es una mezcla de materiales naturales con un área específica y espacios vacíos grandes.

El medio posee la superficie para que se desarrolle una biopelícula de microorganismos que serán responsables de la degradación de los contaminantes.

Las superficies mojadas del medio de empaque desarrollan una película de lama microbiana, y el agua residual fluye sobre la superficie del empaque en una delgada capa que está en contacto con la lama microbiana por un lado y con la atmósfera en los espacios intersticiales del empaque del otro.

La biofiltración es un proceso complejo al que afectan varios factores, como la oxigenación del medio, el contenido de humedad y nutrientes, Ph, temperatura y patrones de flujo en el medio. El desempeño del biofiltro, depende del tipo de contaminante a tratar y de sus concentraciones.

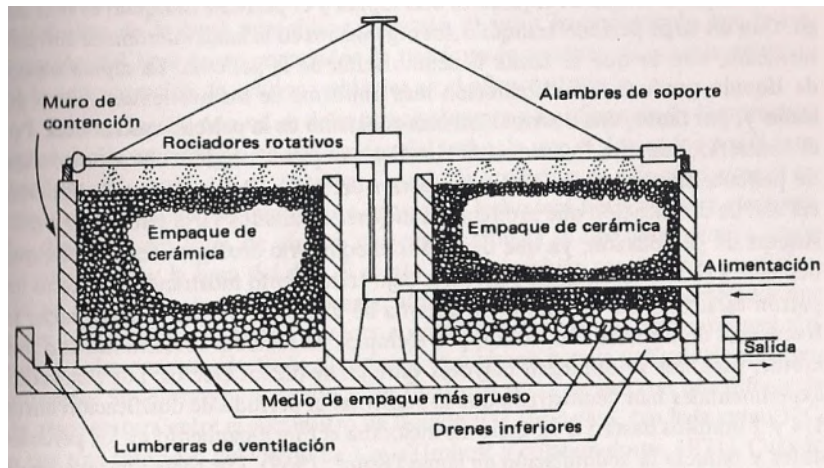


Fig. 4 Esquema de un filtro percolador convencional

### 2.3.5 Vegetación.

La vegetación en el sitio de trabajo denominado Predio del campo santo, consta de árboles alrededor, las especies que en este sitio se encuentran son: arboles de cacahuete, colorín y chirimoya. Constituye un uso de suelo agrícola de temporal, por lo que se cultiva maíz en los meses de junio,

De acuerdo al Plan Rector donde se menciona el uso constante de cultivo de maíz en la población y el agotamiento del suelo a causa de la repetición de cultivos a lo largo de los años, se crea la falta de renovación de nutrientes del suelo lo que a su vez empobrece el suelo.

En este proyecto se busca dar solución a los problemas de la comunidad para adquirir un desarrollo, conciencia y beneficio a los pobladores, por

ello se plantea una rotación de cultivos para devolver a la tierra sus nutrientes.

#### 2.3.5.1 Rotación de Cultivos

La rotación de Cultivos, es la técnica para alternar de manera organizada las diferentes especies de cultivo en una zona, con el objetivo de restaurar los nutrientes del suelo intercalando las especies cultivadas por estaciones y en una ubicación distinta para que otras plantas puedan regenerar los nutrientes del suelo que la planta sembrada le robo.

Lo más importante es tratar de cambiar la siembra de lugar, por ejemplo cambiar las hortalizas de hoja por hortalizas de raíz y al final por hortalizas de fruto, de acuerdo al clima y en el orden indicado, para que no se agoten los nutrientes con la repetición de especies y lugar de siembra.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en México (SAGARPA), presenta una serie de grupos de cultivo utilizado en algunas partes de México<sup>64</sup>.

<b>Grupo I</b> <i>Cultivo principal</i>	<b>Grupo II</b> <i>Granos pequeños</i>	<b>Grupo III</b> <i>Pastos</i>	<b>Grupo IV</b> <i>Diversos</i>
Maíz, sorgo, ajonjolí, papa, mijo	Avena, cebada, trigo centeno, arroz, amaranto	Zacate buffel, ballico, pasto sudan, guinea, ovillo, rhodes, insurgente, y praderas <sup>2</sup> .	Alfalfa, frijol, veza, calabaza, haba, soya chícharo, kudzú, llanero, estrella, pangola, mucúna, leucaena, sesbania, cacahuate, garbanzo, cannalia camote, colza y tréboles.

El diseño de rotaciones que propone la Secretaría de Agricultura en México va de acuerdo a las necesidades de los pobladores, su experiencia en el campo y las condiciones agrícolas del lugar, no obstante, se presenta otro cuadro de diseño de rotación en donde se explica las ventajas y desventajas de su uso.

Otra medida muy importante según la SAGARPA para la rotación de cultivos es observar el tipo de vegetación natural pues esto nos mostrará como será la intensidad de la rotación y la cantidad de agua que se dispone.

<sup>64</sup> Ing. Francisco Morales Flores y Dr. Mario Martínez Menez, Sistema de Agronegocios Agrícolas, Ficha: Rotación de Cultivos de SAGARPA

Fuente: Cuadro 5. Pagina 8 de la ficha Rotación de Cultivos de la SAGARPA

Rotación	Ventajas	Desventajas
Maíz-Trigo-Calabaza	Se observa que existe un período de dos años entre cada cultivo. Existe un menor potencial de daño por roña en trigo en los ciclos 1 y 3. La leguminosa en la rotación provee nitrógeno para el maíz que es el cultivo siguiente. La rotación incluye tanto cultivos de PV como cultivos de OI	Las desventajas de esta rotación se pueden observar en que se cultiva maíz en la misma rotación que un grano pequeño (trigo). Es posible para que el hongo que produce la roña sobreviva en los residuos de maíz.
Maíz-Cacahuete	Se elimina la producción de granos pequeños y los problemas de enfermedades asociados a ellos. El cacahuete provee beneficios de la rotación de cultivos e incrementa la producción de maíz.	El maíz y el cacahuete son cultivos de ciclo PV. Hay una baja diversidad de los cultivos. El riesgo de heladas tempranas se incrementa al limitar el uso de variedades de ciclo corto en zonas más frías.
Trigo-Soya	Rotación utilizada en el Noroeste bajo condiciones de riego, con un buen manejo del suelo y la fertilidad.	La rotación se ha reducido por la comercialización de la soya
Sorgo-Trigo-Sesbania	Rotación que siguen algunos productores de El Bajío con alternancia entre el cultivo de trigo y sorgo con la sesbania	Esta rotación es de uso intensivo bajo condiciones de riego y su uso se restringe por la incorporación de la sesbania
Cebada-Frijol-Trigo-Frijol	Un año sin granos pequeños rompen ciclos de enfermedades comunes en trigo y cebada. La leguminosa provee de nitrógeno a los granos pequeños que se cultivan en años alternados.	Solo un año entre la cebada y el trigo es susceptible de daño por roña, manchado y pudrición de la raíz. El año entre los cultivos de hoja ancha incrementa el problema por esclerocios.
Maíz-Frijol	Rotación utilizada por productores de diferentes regiones de México y ha mostrado sus bondades en el mejoramiento de la fertilidad del suelo.	Esta rotación solo se logra parcialmente, ya que los productores siguen conservando la producción de maíz
Maíz-Pradera-Maíz	Rotación que se esta iniciando en algunas regiones de México y algunas veces se sustituye con pastos.	Esta rotación podría tener problemas de compactación de los suelos y de control de pastos en el cultivo de escarda.
Maíz-Mucúna	Rotación usada en climas tropicales del sureste mexicano. La alternancia de cultivos mejora la fertilidad del suelo	Esta rotación puede resultar monótona, si no se alternan con otros cultivos adicionales

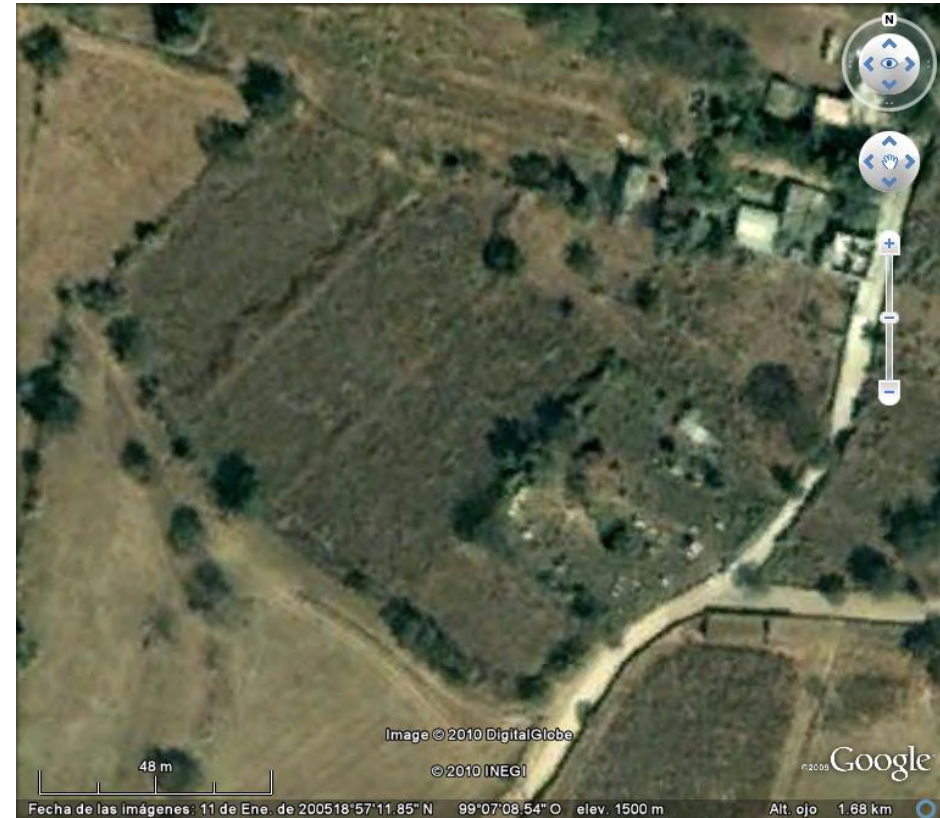


## 2.4 Análisis del sitio: ubicación y características.

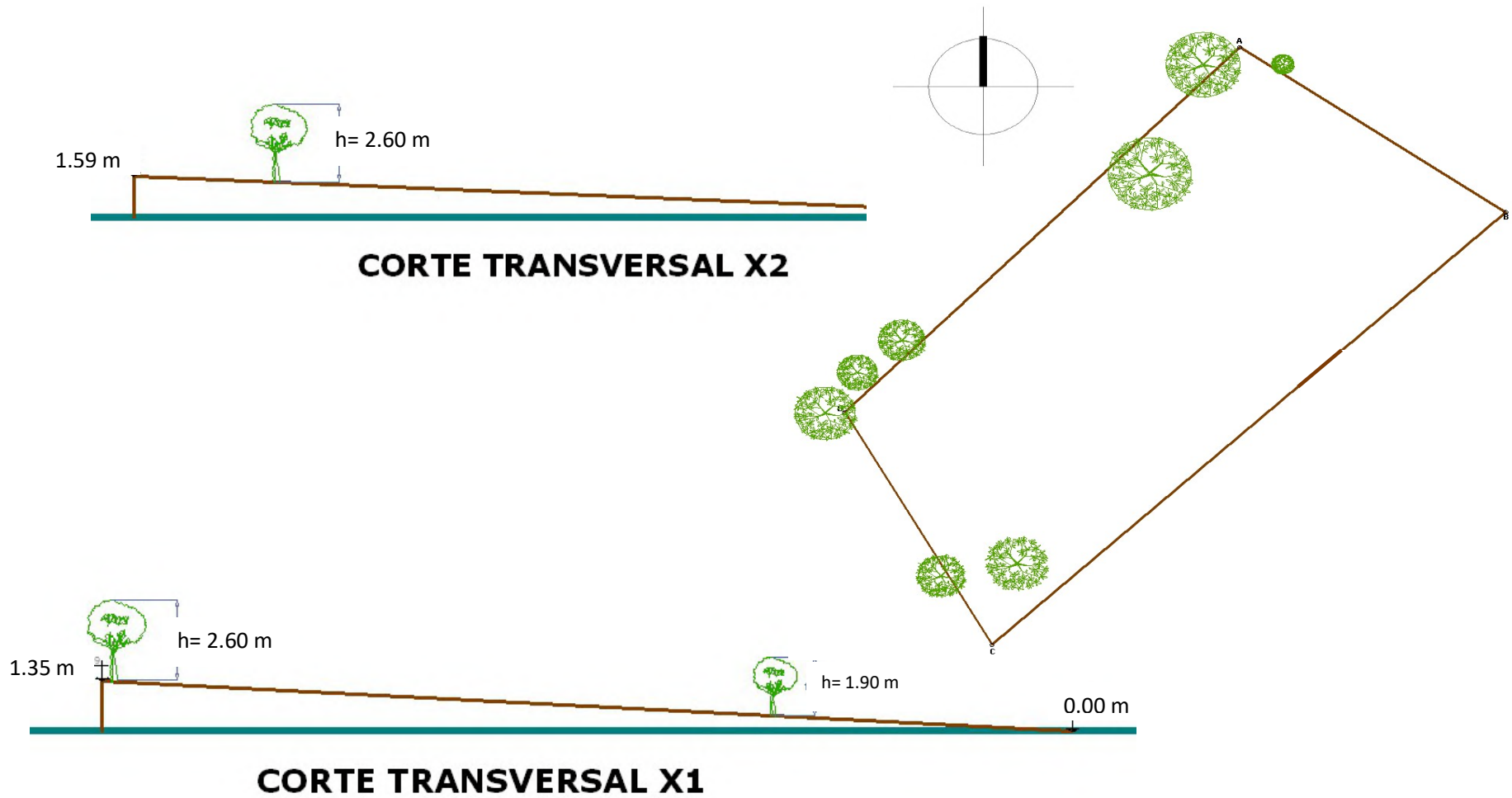
El siguiente estudio del predio, está basado en el método de análisis de Jan Bazant del Libro Diseño Urbano<sup>65</sup>.

El predio está localizado en la colonia camposanto, al sur poniente de San Andrés de la cal en la salida al callejón Acolapan, entre las calles progreso y prolongación Independencia.

El terreno cuenta con una superficie de 2, 013.8631 m<sup>2</sup>



<sup>65</sup> Bazant Jan, Manual de Criterios de Diseño Urbano, Editorial Trillas





### Aspectos Visuales y Paisaje

La mayoría de las vistas que presenta el terreno son panorámicas y de secuencia, pues no hay ningún tope visual y se puede contemplar los cerros.



Cortes Rivas María Félix

Dentro del análisis y el alcance para este proyecto, se quiere conseguir que las técnicas de construcción de la vivienda en san Andrés de la Cal vuelvan a utilizarse, ya que se ha comprobado en el trabajo de campo dentro de las viviendas que tienen las condiciones de confort necesarias para habitarse y en base al proyecto de la Dra. Lucia Villanueva Salazar, con los HOBOS que son registradores de humedad y luminosidad junto con un sensor que determinan la temperatura, que se colocaron en diferentes casas, para monitorear la temperatura exterior e interior de las viviendas, la luminosidad y la humedad dentro de las mismas.

El monitoreo hecho a estas viviendas identifica como se van comportando de acuerdo a la orientación, disposición del espacio, ubicación y su integración con el medio, todo ello en armonía el lugar y sus características.

El análisis se inicio en junio del 2010 a cuatro viviendas con diferente ubicación y tipología espacial, los cuales son factores muy importantes para hacer una comparativa precisa de confort térmico para dar la pauta a un mejor diseño de habitabilidad.

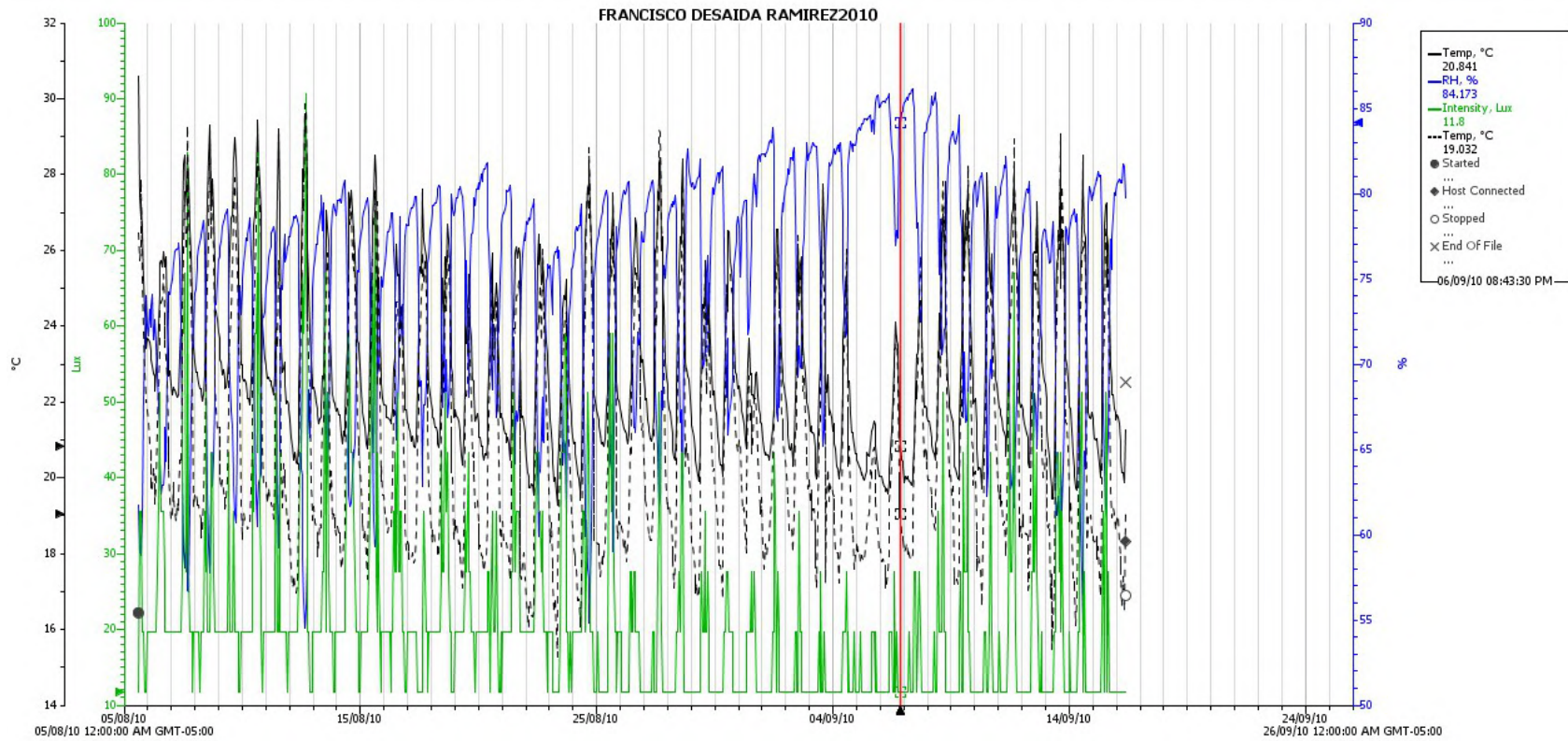


Fig.1 monitoreo jun2010

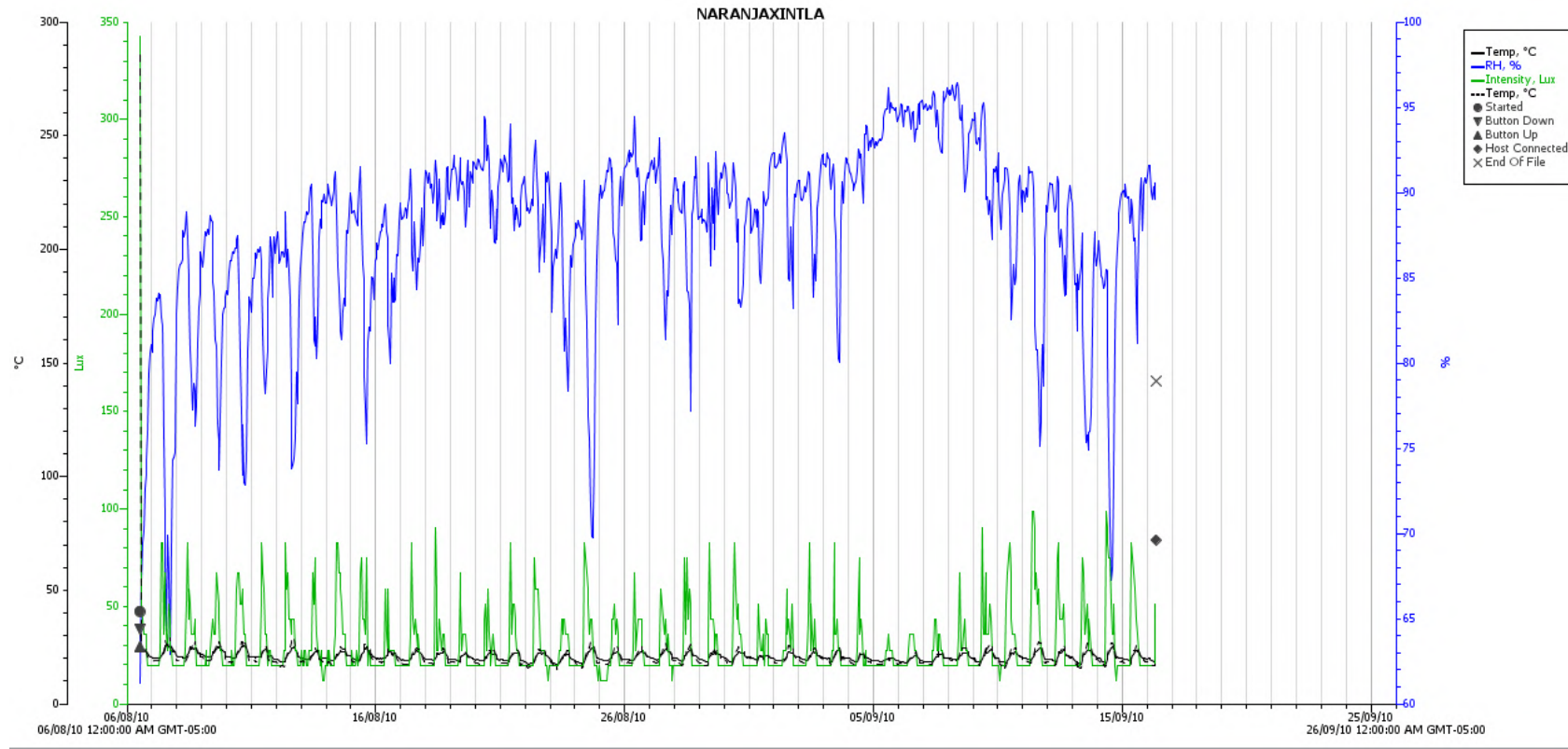


Fig.2 monitoreo jun2010

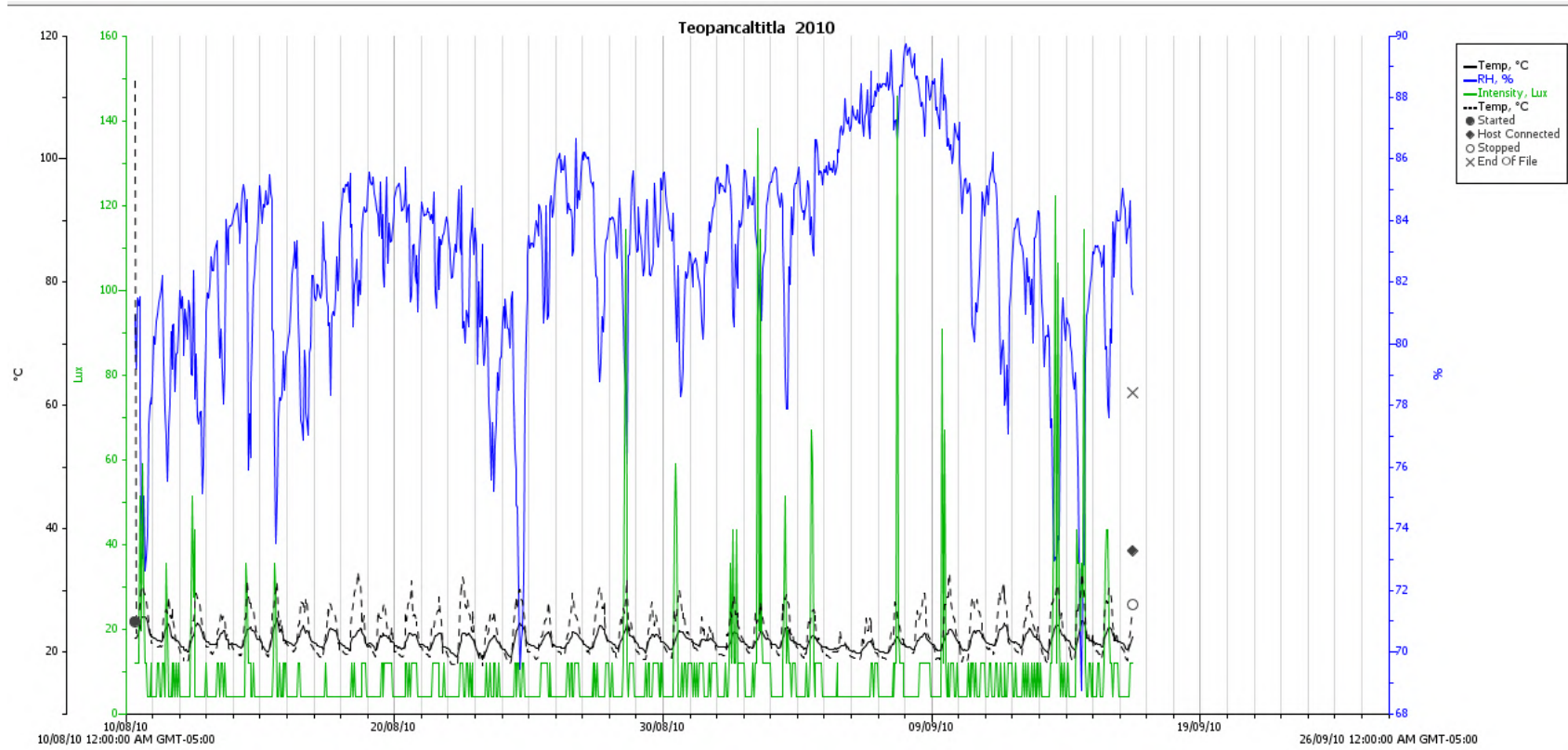


Fig.3 monitoreo jun2010



## LA NECESIDAD DE LA VIVIENDA HACIA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO.

### 3.1 Derivación del programa arquitectónico.

- Programa Arquitectónico de Conjunto:

Acceso  
Área social  
Área de lavadero  
Área de granja  
Área de huerta  
Área de reutilización de agua  
Área de almacenamiento de agua  
Área de suministros en común

Circulaciones: automóvil - peatón  
Estar exterior  
Lavadero -  
Aves  
Huerta familiar: hortalizas/ maíz  
Humedales  
Tanque/ Pileta de agua  
Reciclaje de basura – gas - composta

- **Programa Arquitectónico Particular:**

El programa arquitectónico para la vivienda, es un proyecto progresivo e incluyente; donde se establece como primer plano una casa para 5 usuarios, que pueden ser dos en un comienzo e ir creciendo por partes.

Acceso

Área de estar interior

Área de cocinar

Área de comer

Área de estar exterior

Área de dormir

Baño

-----

-----

Poyo Lorena/ cocina de humo

-----

Reencuentro con el patio – área común

-----

Aseo - fisiológicas

### 3.1 Criterios de solución para la técnica constructiva

"La originalidad consiste en el retorno al origen; así pues, original es aquello que vuelve a la simplicidad de las primeras soluciones" Antonio Gaudí.

El reencuentro con el patio y retomar las soluciones sencillez y bien establecidas para un confort apropiado dentro de la vivienda son dos propuestas que se trabajaran.

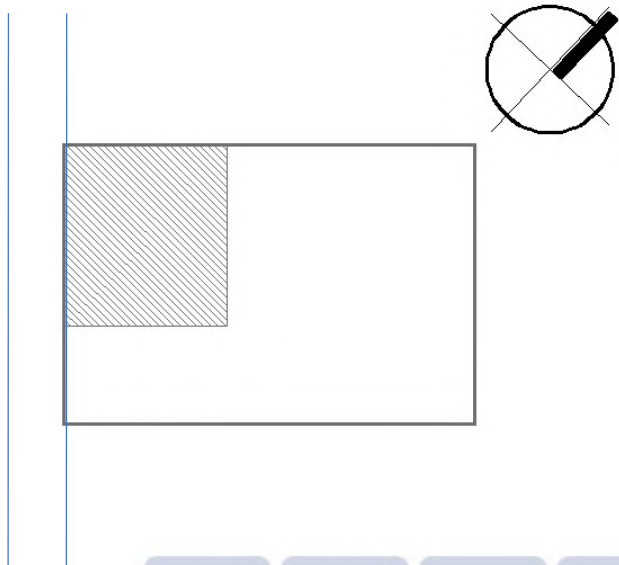
El reencuentro con el patio define un área donde se establecerá la socialización

### 3.2 Alternativas del proyecto arquitectónico

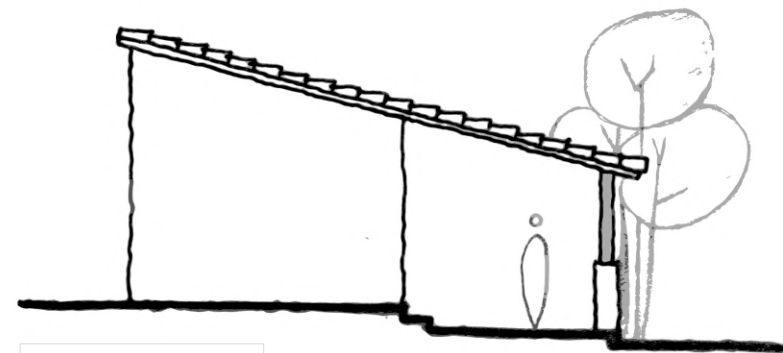
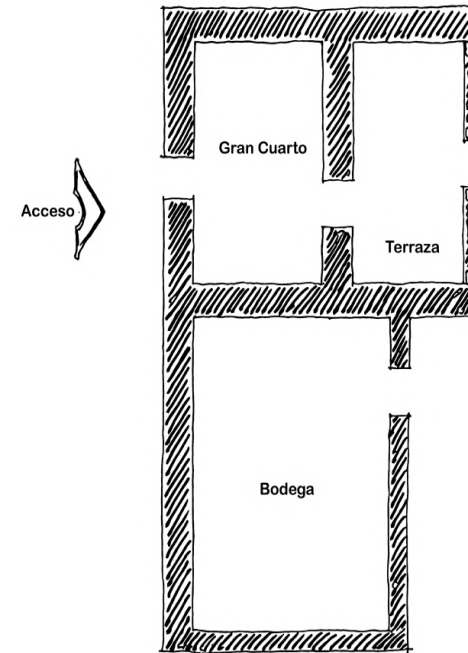
El análisis de alternativas, así como la identificación de uno o más medios que representan estrategias para dar solución a la técnica constructiva, parte de los objetivos seleccionados, aquellos medios con estrategias viables para cambiar la situación que se ha ido perdiendo con el paso del tiempo, para que la gente se reencuentre en esa socialización que nos mantenía de alguna forma mas cercanos a la misma sociedad y no hacernos indiferentes hacia el otro.

El retomar el espacio social frente a la fachada de la vivienda para convivir con la localidad y dentro de nuestro entorno familiar el patio y el área de cocina hacen de la vivienda un lugar confortable para reiniciar la vida social dentro de cada miembro que habita el lugar.

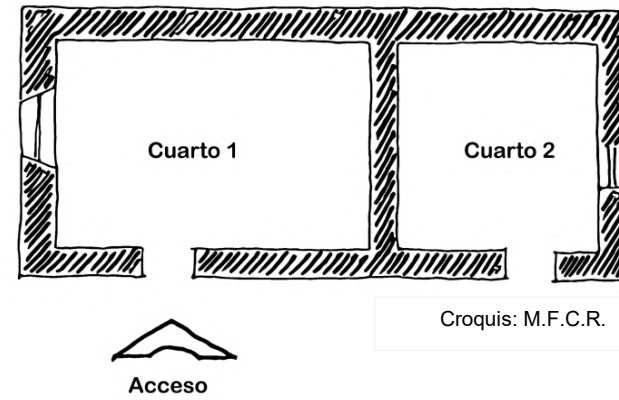
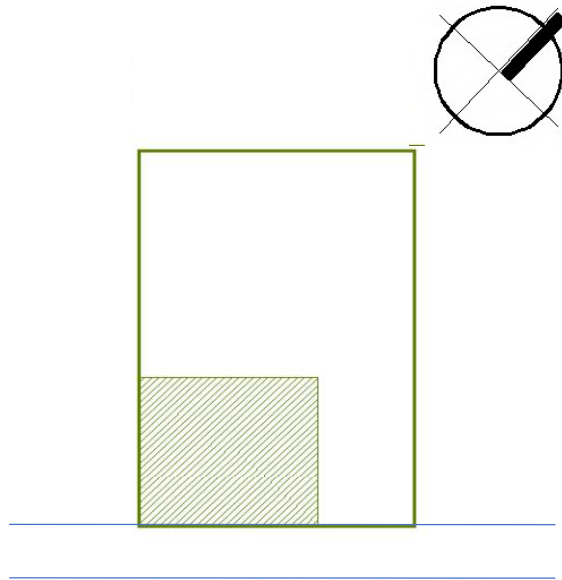
### 3.2.1 Alternativas de emplazamiento



Temperatura Interior	Temperatura Exterior	Luminosidad	Humedad
29.6°	35.4°	48.5	94.9
10.12°	12.55°	11.8	16.5

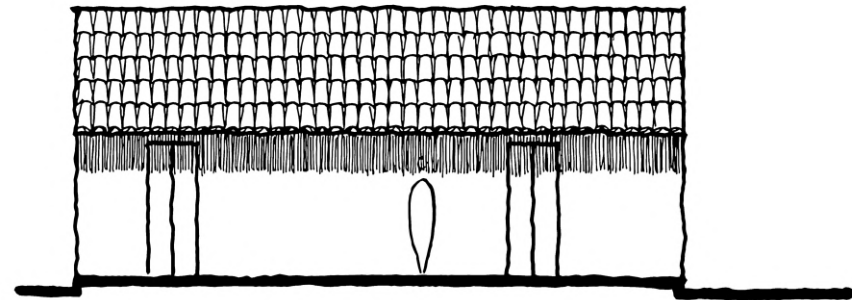


Croquis: M.F.C.R.



Croquis: M.F.C.R.

Temperatura Interior	Temperatura Exterior	Luminosidad	Humedad
29.6°	35.4°	48.5	94.9
10.12°	12.55°	11.8	16.5



Croquis: M.F.C.R.

### 3.2.2 Alternativas de las condiciones apropiadas para el diseño sustentable de la vivienda en San Andrés de la Cal

- **DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL**

El agua a tratar es de origen domestico.

Aportación de agua residual

Determinación del caudal de agua residual doméstica.

Se considerará que en la vivienda estará habitada por 15 personas:

$$Q \text{ agua doméstica} = \frac{1 \times 15 \times (0.75 \times 150)}{86400} = 0.020 \text{ L s}^{-1}$$

Determinación de caudal de infiltración

$$Q_{inf} = 0.0082 \text{ L s}^{-1}$$

Determinación de caudal medio de agua residual

$$Q_{medio} \text{ de agua residual} = 0.0282 \text{ L s}^{-1}$$

\*Metcalf and Eddy Inc (2003). *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*. 4ª Edición. Mc Graw Hill. Nueva York. 1819 pp

Determinación de caudal mínimo

$$Q_{min} = 0.0141 \text{ L s}^{-1}$$

Determinación de caudal máximo instantáneo

$$Q_{max \text{ inst}} = 0.12 \text{ L s}^{-1}$$

Determinación de caudal máximo extraordinario

$$Q_{max \text{ extrordinario}} = 0.18 \text{ L s}^{-1}$$

Características del agua residual. Se tomarán las características del agua a tratar de una población semejante\*.

PARAMETRO	Influyente
Grasas y aceites (mg l <sup>-1</sup> )	40
Sólidos suspendidos totales (mg l <sup>-1</sup> )	300
Demanda bioquímica de oxígeno (mg l <sup>-1</sup> )	250
Nitrógeno orgánico (mg l <sup>-1</sup> )	12
Nitrógeno amoniacal (mg l <sup>-1</sup> )	25
Fósforo Total (mg l <sup>-1</sup> )	8
Coliformes Fecales(NMP)	1000000
Huevos de Helminto	15

Diseño de procesos unitarios

Caja de recepción

$$V = 0.0144 \text{ m}^3$$

Rejillas

Distancia entre barras (b)

Para rejilla gruesa= 0.050 m

Para rejilla fina= 0.03 m

Dimensiones de la barra

$$s = 0.015 \text{ m}$$

$$z = 0.025 \text{ m}$$

Tratamiento secundario

De acuerdo a la naturaleza del proyecto, el sistema de tratamiento propuesto consta de humedal de flujo subsuperficial (SSF, por sus siglas en inglés).

El método de diseño a utilizar es el de Kadlec y Knight (1996); este modelo es menos sensible a diferentes condiciones climáticas. Las consideraciones de diseño son:

Relación largo-ancho igual o menor a 1 (Hammer 1990)

Pendiente de la cama igual o menor a 2%.

Altura de sustrato 0.6 m

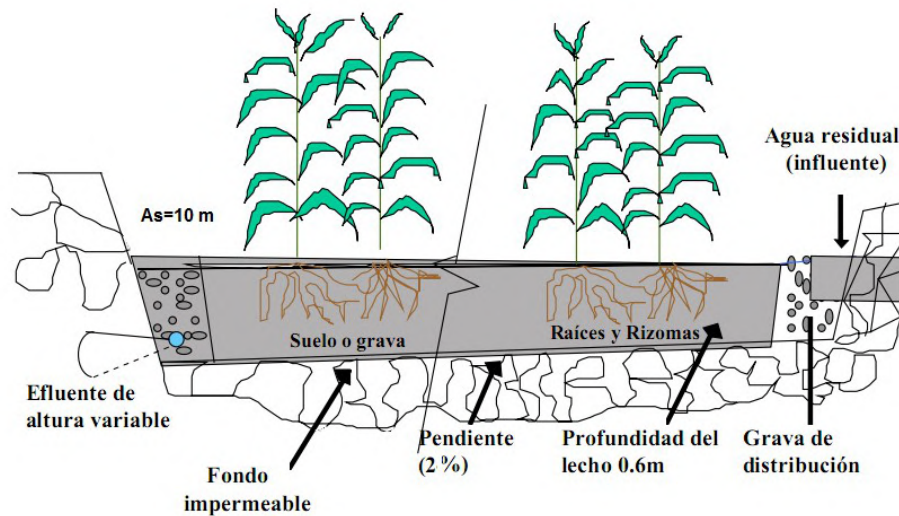
Tiempo de retención hidráulica (TRH) de 3 a 200 días

Se determinará el área superficial (As) y se tomarán las condiciones de diseño antes mencionadas.

$$A_s = \frac{365 Q}{k} \ln \left( \frac{C_i - C^*}{C_e - C^*} \right)$$

$$A_s = 10 \text{ m}^2$$

$$V = 6 \text{ m}^3$$



El nivel del agua dentro del humedal durante el periodo de puesta en marcha necesita ser controlado cuidadosamente, para prevenir que las plantas se sequen o se ahoguen.

Los humedales son de fácil mantenimiento, lo primordial es quitar la hierba que no sea necesaria dentro del humedal, retirar después de cierto tiempo de operación los sedimentos. Es necesario monitorear la calidad del agua, la flora y la fauna. Inspeccionar las estructuras y el terraplén, reemplazar las plantas si es necesario.

Largo= 3.5 m

Ancho= 3 m

Profundidad del medio= 0.6m

TRH= 2.5 días

Medio a utilizar= grava de ½" a 1 ½"

Tubería múltiple perforada para la entrada y salida del agua

Vegetación emergente= Juncos, espadañas y aneas, carrizos.



## Conclusiones.

Recordando y retomando la frase de Antonio Gaudí "La originalidad consiste en el retorno al origen; así pues, original es aquello que vuelve a la simplicidad de las primeras soluciones" ... Dentro del caso de estudio, experimentando y con los resultados de las mediciones dentro de cada una de las casas construidas con materiales de la región, la tipología y la historia misma de los usos y costumbres del entorno, se observa que los materiales utilizados dentro de la comunidad hacen de la vivienda un clima conformable dentro y fuera del mismo sitio.

Los muros anchos a base de mampostería, permiten que el clima adentro no se vea afectado por el calor que en estos tiempos ha sufrido alteraciones, hace que allá un equilibrio de confort dentro de cada una de las habitaciones.

En el caso de los techos inclinados favorecen para que la luz solar no este directamente pegando hacia un techo plano que distribuye dentro de toda el área ese calor que se vive en construcciones de concreto y que al mismo tiempo rompen con ese equilibrio de la naturaleza.

El mismo desnivel en alturas que son provocadas conscientemente por la misma localidad hacen que la temperatura interior sea más templada.

Los servicios como el baño que pueda encontrarse afuera para que se tenga mas privacidad y que se pueda conectar con filtro para que esas agua negras y grises no contaminen mas el entorno; hacen que la vivienda pueda contener en el mismo lugar diferentes formas para ser sustentable.

En la mayoría de la vivienda se encuentra una zona de vivero, huerto o simplemente diferentes plantas, ya sean frutales, vegetales que se consumen o no pero

que ayudan a que sea un ambiente fresco dentro y fuera de la vivienda; espacios que son utilizados para oxigenar y mantener ese equilibrio que en las ciudades nos falta en el ecosistema; ese mismo equilibrio que hace falta en las costumbres que se han ido perdiendo para socializar.

En San Andrés se socializa dentro y fuera de la vivienda, en el acceso a la casa se realizan bancas para descanso mismas que son utilizadas por la gente de mayor edad, ya sea en la mañana o la tarde se sientan a platicar con la gente que pasa o camina y existe una convivencia dentro de la misma localidad, todos se conocen y hay mayor seguridad.

Dentro de la vivienda existe socialización por medio de ciertas áreas como son el patio y la cocina, que son espacios abiertos donde se reúne la familia para realizar alguna actividad.

En este trabajo por etapas se buscaba dar las soluciones para que la vivienda fuera una vivienda sustentable y se dieras varias alternativas para que se llevaran a cabo dando soluciones a los problemas del cambio climático.

Dentro del proceso y trabajo en campo la misma vivienda construida por la comunidad, la de origen, la vernácula nos da esas alternativas para seguir imitándola para que perdure y no se pierda: Construir viviendas de manera integral, apropiada y digna con respecto a la naturaleza, de acuerdo al sitio y necesidades de la gente.

## ANÁLISIS DE LA VIVIENDA DE SAN ANDRÉS DE LA CAL

**Muros:** son hechos de mampostería de piedra pegadas con cal y tierra, rejoneo; su espesor varía de 45 cm a 70 cm.



**Techos:** techos inclinados a una sola agua hacia el interior del predio, con teja de barro y morillos que sirven de soporte estructural.



**Puertas:** de una altura de 1.90 m por 0.80m a 1.00 m de ancho, a base de madera de una sola hoja y la mayor parte de estas a dos hojas.



**Fachada:** la imagen que proyecta la vivienda hacia el exterior se caracteriza por sus techos de barro inclinados, la piedra de las paredes expuesta, así como la flora del lugar.

**Ventanas:** pequeñas y remetidas al interior, usadas generalmente a los lados laterales de la vivienda, hechas de madera.



**Pisos:** losetas de barro de 20x20 y 30x30



**Tecorral:** muro perimetral que sirve como delimitación de un terreno, que es construido a base de piedra sobre puestas; comúnmente utilizada como barda limitante.



**El sistema constructivo de los muros:** son la tradicional piedra volcánica que es pegada con cal y dentro de estos muros se encuentra tierra.

## Bibliografía.

Larousse Diccionario Manual Ilustrado, Ramón García-Pelayo y Gross, Edición 1999

Diccionario de la Real Academia Española

Diccionario de Arquitectura y Urbanismo, Camacho Cardona Mario, Ed. Trillas

Pequeño Larousse Ilustrado en color, Diccionario Enciclopédico, 1996

Gran Diccionario Enciclopédico, McGraw-Hill, 2001

Diccionario Enciclopédico Color Reymo, Reymo, 2000

Margarita Barney de Cruz, Wolfensberger Scherz, Lilly  
**Sustentabilidad y desarrollo: suficiente siempre**, México: H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura, 2005

David Dikson, 1977; **Tecnología alternativa y políticas del cambio tecnológico**, H. blume, 1978, Madrid

HAVEL, J.E., Habitat y Vivienda, Buenos Aires, Eudeba, 1961 (1ª edición de 1957).

Pérez Pérez Elizabeth calidad habitacional del hogar arrendatario en Bogotá: estratos socioeconómicos dos y tres editor: univ. Nacional de Colombia, 2007

Deffis Caso Armando, **Arquitectura Ecológica Tropical**, Ed. Árbol, México, D.F. 1994

Deffis Caso Armando, **La Casa Ecológica Autosuficiente: para climas Templado y Frío**, Ed. Árbol, México, D.F. 1994

Margarita Barney de Cruz, Wolfensberger Scherz, Lilly **Sustentabilidad y desarrollo: suficiente siempre**, México: H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura, 2005

Américo Saldívar, De la economía ambiental al desarrollo sustentable: alternativas frente a la crisis de gestión ambiental, México: UNAM, Facultad de Economía, c1998

Eduardo Galeno en De la economía ambiental al desarrollo sustentable: alternativas frente a la crisis de gestión ambiental, México: UNAM, Facultad de Economía, c1998

World Commission on Environment and Development, Our Common Future, Oxford, England, Oxford University Press, 1987, referido por Books, 1992, p.19; tomada del libro De la economía ambiental al desarrollo sustentable: alternativas frente a la crisis de gestión ambiental, México: UNAM, Facultad de Economía, c1998, página 127.

César Augusto Ruiz Rivera, San Andrés de la Cal, Culto a los señores del tiempo en rituales agrarios.

Tomado del Plan Rector de Producción y Conservación De La Microcuenca “San Andrés De La Cal”, Tepoztlán, Morelos.

Programa de desarrollo urbano de centro de población de Tepoztlán, Gobierno del estado de Morelos, secretaria de desarrollo urbano y obras públicas

Tesis Catálogos de la tipología de la vivienda en Tetelcala, Morelos por Carlos Martínez Velázquez.

Arq. Jorge González Claveran, Plazas, Plazuelas y Jardines de Cuernavaca, Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Nuevas Técnicas de Construcción con Bambú, Oscar Hidalgo López, Universidad Nacional de Colombia.

Cortés Rodríguez, G.R., Los bambúes nativos de México CONABIO, Editorial Biodiversitas 30:12-15, 2000.

Arq. Carlos González Lobo, Vivienda y ciudades posibles, Escala revista de arquitectura, 1998

Ing. Francisco Morales Flores y Dr. Mario Martínez Menez, Sistema de Agronegocios Agrícolas, Ficha: Rotación de Cultivos de SAGARPA.

Bazant Jan, Manual de Criterios de Diseño Urbano, Editorial Trillas

Carlos González Ibo, Vivienda y Ciudad Posible,  
Revista Escala Tecnologías para vivienda de interés  
social, Coordinación Julián Salas Serrano

## Hemerografía.

Arq. Raúl Sánchez Mora, entrevista tomada de la Revista Dintel, de la Facultad de Arquitectura, 1993.

Mahatma Gandhi, Desarrollo Sustentable: pasado, presente y futuro; Revista de Ingenierías Octubre – Diciembre 2004, Vol. VII, No. 25.

Dra. Yoloxóchitl Bustamante Díez, **“tu planeta te necesita, unidos contra el cambio climático” desarrollo sustentable**, síntesis de la videoconferencia del 2 de junio de 2009 siendo transmitida por internet.

Apuntes de Arquitectura Bioclimática, materia de Teoría del diseño, 4to semestre Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Energía Solar por el Dr. Jesús Antonio del Río Portilla del Centro de Investigación en Energía, UNAM, Temixco, Mor., artículo de la revista hypatia de Morelos.

Tesis Doctoral: Carlos González Lobo, Caminos hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la arquitectura por Humberto González Ortiz



## Mediografía.

[www.armandodeffis.com.mx](http://www.armandodeffis.com.mx)

**Asociación Nacional de Industriales del  
Presfuerzo y la Prefabricación-**

[www.anippac.org.mx](http://www.anippac.org.mx)

<http://www.eco-tecnologia.com>

El bambú en México, Catalogo de bambúes  
introducidos y nativos en México,

[www.bambumex.org](http://www.bambumex.org)

*www.infoagro.net/shared/.../desarrollo\_sustentabl  
eREDESMA.pdf* Desarrollo sustentable ¿ecológico,  
económico y social?

## Créditos.

### En Fotografías:

I.R.U.- Ismael Reza Urbiola

L.V.S.- Lucía Villanueva Salazar

M.F.C.R.- María Félix Cortes Rivas

M.R.D.C.S.- María Rita Di Castro Stringher

S.M.R. – Sergio Martínez Ramírez

TEDis.- Taller Experimental de Diseño

## Anexos I. Métodos.

Dra. Guadalupe Huelsz Lesbros, Investigadora Titular  
del Centro de Investigación en Energía de la UNAM.

# VIVIENDA SUSTENTABLE:

## Tecnologías alternativas

**Caso de Estudio: San Andrés de la Cal, poblado de Tepoztlán ,Morelos.**





VOTOS TRABAJO DE DESARROLLO PROFESIONAL POR ETAPAS

Cuernavaca, Mor., 02 de junio del 2022.

**Dra. Dulce María Arias Ataide**

Director General de Servicios Escolares  
de la UAEM.

Presente

Por este medio me permito informar a usted, que he revisado el trabajo de desarrollo profesional por etapas titulado:

**“VIVIENDA SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD DE SAN ANDRÉS DE LA CAL”**

Del pasante de arquitectura: María Félix Cortés Rivas, el cual encuentro satisfactorio y reúne los requisitos que marcan los estatutos de esta institución para titularse, por lo tanto otorgo mi **VOTO APROBATORIO**.

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los trámites legales que procedan.

**Atentamente**  
Por una Humanidad Culta

---

Jurado Evaluador

C.c.p.- Expediente.  
C.c.p.- Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**GERARDO GAMA HERNANDEZ** | Fecha:2022-06-03 14:04:06 | Firmante

YaikUrA0OlnxGjUn6ZileooFji1fOZ/Aabtri8mKlwkV9XruvDi7zWCN7jde7JkJqPPq8HxQFI7GzctI3YIfRyqtHfFQUCZlcYxJWdk9Njrl2B4eyuUZzy2t0yZJzFqnf+UYtK6NL1+s8EwE8a  
u+g2gFKMgzl1mRuPghMzitiRYDcCJ8bQETNg7Wo3MFvh67t/6DpjAgC/EQ3IFL0C5a1Y3IY/ZYdn/kruL9Rl36YxCT2aJRf2/CgT/u7Houu+dbC8vTp0k8OG/C1079EgfURUAbkZlt+b  
RH5HccoASpUcXrtexLUVHNzOSWV7rw0f8miYhmcp0hl/B0HGupdH52A==

**ISMAEL REZA URBIOLA** | Fecha:2022-06-03 16:00:39 | Firmante

P4W2o0aKtVfEbJQSEaLEZQrS2ew2BBsgDweFq1YeE6jxOTeHGviiWzKEX7b2EftP0cBprw/7ZWlLihr33Tc+9CrX+4Gml2r9mY1H9/zzTRL0UNTDp8VJhddHDxW4feG2oqk+hG5  
exDZvn8rNHG0pfEbiNaLQ3rq15OioDOVyp8LbfkBnusypYrYGus19f4ZsBEY63Kww9ma2sTEncLBPYIzjzNqG9gr/70l9vHec7QzAC68UkOEOhneW9V5tWMTY6mbSqQnB00Bkg  
h5v9TBfhPK+BDqvYxE5Qimu5Ogf0KQNWtgnOjJaxJgb4tRvzz05Z7K/+UY/lv7dXLw5HRWw==

**MIGUEL ANGEL CUEVAS OLASCOAGA** | Fecha:2022-06-03 19:15:36 | Firmante

MqlwZBZ6LdkNjEfpRgV//H0UX2amMagSMumUZNCkffXLIOSylqFh67Rm0v3U2op+mE29wTb2w9pLNwPYP2vUDU4vc5zCno48nV10RvLNNUCHlpDBACZP3LGTtO5zp5+w6ko  
Znil/kmMClvDhpsfMqrQhJEYBXDml2isFUaIHtAKS8DYPYQdO9kh2G5u5JPluRUPut8GSroFahEmI8ih6XBeFYAYOesr3vy+vTF6g/enJ0EJ3NzR9b8511wlgfCumF7gl6luGxSF  
DbSb7ZQgU6JywSrLhZTefCB0ftjSvjXgyzL30YdOmFWebh8afVOZXKt8ShKWnfJHnqWORkw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



JIFR4sMT3

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/M9bVK6Vb4Cj6BT5tySTWpnwTorSblXNX>

